

Tesis de Posgrado

Fabricación del papel con materias primas nacionales

Morera, Ventura

1919

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Química de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Morera, Ventura. (1919). Fabricación del papel con materias primas nacionales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0126_Morera.pdf

Cita tipo Chicago:

Morera, Ventura. "Fabricación del papel con materias primas nacionales". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1919.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0126_Morera.pdf

la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Univ. Nac. (Buenos Aires)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES.

FABRICACIÓN DEL PAPEL

CON MATERIAS PRIMAS NACIONALES

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN QUÍMICA

POR

VENTURA MORERA



BUENOS AIRES

IMPRESA Y LITOGRAFÍA A. BAIOTTO - ROSARIO 900

1919

Tesis 126

La Facultad no se hace solidaria de las opiniones vertidas en las tesis.

PADRINO DE TESIS
DOCTOR ENRIQUE HERRERO DUCLOUX

Señores Profesores:

Me complace en someter a vuestra consideración este trabajo, efectuado con el íntimo convencimiento de haber procurado contribuir en la medida de mis modestas fuerzas a la realización de una obra útil, aportando elementos de juicio para el mejor desarrollo de esta industria, cuya implantación en cualquier país del orbe ha sido siempre sinónimo de civilización y de progreso.

Opiniones más autorizadas que la mía han dicho ya en ocasiones análogas, “que jamás fuera más propicio el momento para desarrollar planes y hacer estudios como el presente, con el patriótico objeto de elevar cada vez más el progreso de las industrias de la República, hoy que la escasez y carestía de las materias primas en el extranjero hacen que las miradas se vuelvan hacia nosotros como los felices poseedores de un tesoro inapreciable”.

Consideramos preciso establecer la importancia que tiene para el industrial moderno el conocimiento científico de la rama a que se ha dedicado, y es con ese criterio que exponemos en el presente trabajo, un conjunto de apreciaciones tendientes a establecer el tratamiento y diferenciación de las fibras naturales comunmente empleadas, estimando que no se puede perfeccionar racionalmente un procedimiento con el sólo conocimiento empírico de los métodos que la rutina ha consagrado.

Es así mismo de acuerdo con este modo de pensar, que hacemos notar la conveniencia de un severo control de fabricación, que al igual de las fábricas europeas y norteamericanas asegure una perfecta uniformidad en los productos elaborados y que al establecer el funcionamiento regular de una fábrica, pueda señalar las deficiencias y corregir en lo posible los defectos de métodos poco racionales y no en todo de acuerdo con los adelantos de la moderna tecnología.

Cúmpleme, para terminar, el dejar constancia, como ineludible deber de gratitud de mi sincero reconocimiento hacia aquellos que fueron mis maestros y de cuya bondad y enseñanzas guardo imperecedero recuerdo.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Go ahead, never mind, help yourself!

Inoficioso sería en un trabajo de la índole del presente hacer una exposición histórica de la evolución y desarrollo de esta industria, cuyos cambios a través de las generaciones sucesivas, están estrechamente vinculados a los progresos de la humanidad en su marcha ascendente hacia una civilización más perfecta: desde las edades en que, al decir de Hugo, “se sintió abrumada la memoria de las primeras razas, cuando el bagaje de los recuerdos del género humano llegó a ser tan pesado y tan confuso que la palabra desusada y volátil corrió peligro de perderse en el camino y fué preciso grabarlas en la tierra de un modo más estable, sellando cada tradición con un monumento”.

Tal clase de consideraciones históricas presentarían un interés filosófico, indudablemente, pero están en nuestro caso fuera de lugar. Seguramente fueron los árabes que por su contacto con los persas y tal vez con los chinos, difundieron en los países europeos el uso del papel fabricado en Samarcanda.

La constitución de estos papeles no se halla muy alejada de los actuales, pues ya se conocía la encoladura animal, y por otra parte, las investigaciones microscópicas de Wiesner sobre cartas árabes y asiáticas han demostrado que eran *fabricados con fibras de lino y cáñamo*.

La industria se estaciona por más de 10 siglos, empleando procedimientos rudimentarios, pero que sin embargo conservaban la resistencia de las fibras, hasta que el descubrimiento de la imprenta, acaecido en el siglo XV, activa la impresión de libros, haciendo que la fabricación de papel aumente en proporciones cada vez mayores.

Tres siglos después, un modesto operario, Luis Robert, de la papelería de Essonnes, animado por una feliz inspiración imagina y construye la primera máquina continua, que causa una verdadera revolución en esta industria.

Desde entonces la fabricación de papeles aumenta en proporciones gigantescas y los perfeccionamientos se suceden con rapidez vertiginosa hasta el presente.

En la actualidad la industria ha sufrido una nueva transformación, pues la insuficiencia de la cantidad de trapos para atender el enorme consumo, ha hecho que se extienda su campo de acción utilizando sucedáneos nuevos y cambiando los procedimientos, de modo que, sin abandonar la fabricación originaria con trapos y pasta mecánica, se implante la elaboración de la pasta química o celulosa por procedimientos industriales de ín-

dole especial a la soda o al bisulfito, incluso novedosos métodos electrolíticos debidos a Kellner.

Por lo que se refiere a la fabricación de pastas celulósicas en el país, el censo de las industrias muestra que en el año 1913, la República Argentina carecía de producción en esta industria, para la cual, como para otras muchas, existen en el país las materias primas necesarias. Creemos conveniente transcribir la opinión expresada por los autores del Censo respecto a la industria que nos ocupa:

“ Esta clase de industrias son primordiales en todas las naciones de progreso, indispensables para la vida misma y por otra parte de absoluta necesidad, fuera de toda consideración económica, como auxiliares de todo plan nacional, *debiendo hacerse el supremo esfuerzo para implantarlas cuanto antes.* ”

“ La fabricación de papeles y cartón cuenta con 11 establecimientos, de los cuales varios ubicados en la provincia de Buenos Aires son muy importantes y están dotados con las más perfeccionadas maquinarias para la elaboración de toda clase de papeles, incluso el de diario para máquinas rotativas. ”

“ Esta industria, empero, emplea materia prima extranjera en proporción del 83 % del total trabajado; lo cual sólo se concibe en un país que posee tan grandes recursos en materias primas, por el hecho de la carencia completa de la industria de la pasta de madera y celulosa; industria que es *confundida generalmente* con la fabricación de papel, reprocándose frecuentemente a las fábricas de papel argentinas, la importación de la materia prima que necesitan, sin tener presente que en todos los países industriales la fabricación de pasta de madera y celulosa, es *industria diferente e independiente* de la fabricación de papel. ”

“ No está lejano el día, sin embargo, en que la Argentina provea integralmente a su industria papelera de la pasta de madera y celulosa que necesitan, y sea país exportador de estas materias, utilizando los enormes recursos que le ofrece la gran extensión de sus bosques, poblados de árboles adecuados o las plantas fibrosas que abundan en su territorio. Para ello sólo es necesario el estímulo y apoyo que requieren industrias de este género, en las que han de comprometerse desde luego muy grandes capitales ”.

Hasta aquí el Censo de las Industrias. Sin embargo, no creemos conveniente por ahora que la fabricación de pastas celulósicas se encarrile hacia la explotación de los árboles y sí hacia la elaboración a base de plantas fibrosas y productos secundarios de otras industrias textiles o agronómicas.

A pesar de la previsión de los reglamentos forestales, nuestros bosques son arrasados sin piedad y las necesidades del replanteo no son por lo general tenidas en cuenta, en todas las industrias de este orden, que parecen

querer sobrepujarse en esta ansia destructora. Los obrajeros del Norte y del Sur de la República, los constructores de ferrocarriles, los fabricantes de durmientes y vigas, las fábricas de extractos colorantes y curtientes, todos a porfía abaten los centenarios colosos de las selvas y nuestros ríos mesopotámicos son un no interrumpido convoy de lanchas y jangadas por donde bajan sin cesar los productos de los bosques chaqueños y misioneros, a los que se unen, semejando colosal sangría, los restos de las selvas paraguayas.

En estos últimos tiempos la extraordinaria carestía de los combustibles europeos ha hecho imprescindible el empleo de la leña para usos industriales con objeto de suplir la falta de carbón importado y es con este motivo, que una racha de locura destructora se ha difundido por toda la República, cuyos caminos (aun los apartados de La Rioja y Catamarca) se ven llenos de vehículos conduciendo leña hacia los centros de población; a su vez, el espectáculo cotidiano de trenes cargados del mismo material se ha hecho familiar y corriente en todas las vías del país.

Es verdad que los bosques argentinos son casi inagotables, pero por mucha que sea su extensión y grande su riqueza, no podrán resistir por muchos años a las necesidades siempre crecientes del consumo sin que su empobrecimiento se haga sentir de una manera harto sensible para las nacientes industrias nacionales.

El Canadá mismo, que es uno de los más grandes centros forestales del mundo, se ha visto en la necesidad de dictar severos reglamentos para obligar a los cortes sistemáticos por rotaciones periódicas en los bosques (que ocupan un 36 % de la superficie del país) para impedir la devastación de que eran objeto.

Si a las causas antedichas se agregara en el país el nacimiento y desarrollo de la fabricación de pastas de papel a base de celulosa de madera, el problema vendría a agravarse aun más. Sirva como guía el hecho de que en la República se consumen anualmente 7.470.000 kilogramos de pasta mecánica y 14.110.900 kilogramos de celulosas químicas para este objeto, sin contar con la que llega en el papel ya fabricado.

Si se inicia, pues, la fabricación a base de maderas nacionales, llegará un momento en que la industria papelera, que puede vivir con otros medios (bambúes, paja de lino, esparto, etc.) se verá obligada a disputar el dominio de los bosques a las otras industrias forestales, cuando el aumento del consumo y el empobrecimiento de las selvas haga sistematizar su explotación.

Un cúmulo de plantas que crecen espontáneamente y otras cuyos productos secundarios (lino, maíz, caña de azúcar, algodón, etc.) pueden dar pastas de buena calidad, existen en gran cantidad en el país y pueden ser industrializadas, como lo hacen en Europa, sin necesidad de recurrir a las maderas, cuya manipulación por otra parte exige instalaciones más costosas.

PARTE I^a

—

MATERIAS PRIMAS.

—

MATERIAS PRIMAS Y VEGETALES PROPIOS PARA LA FABRICACIÓN DE PASTAS DE PAPEL.

Son innumerables las especies vegetales cuyas fibras son aptas para llevar las necesidades de esta industria, pero la gran mayoría de éstas, aunque dan productos de excelente calidad, existen en exiguas cantidades y no son por lo tanto suficientes para pensar en interesarse seriamente en su explotación.

Además muchas de estas que en los ensayos de laboratorio dan rendimientos de pasta muy aceptables, no acusan resultados tan satisfactorios cuando se industrializan, debido a las mermas sufridas en el transecurso de la elaboración, tales como pérdidas y filtraciones a través de los tamices que se producen siempre y que son difíciles de recuperar; ataques demasiado violentos de las lejías empleadas a presión; la acción muy prolongada de los agentes de blanqueo; la poca uniformidad de las materias primas, y muchos otros factores pueden influir en la disminución del rendimiento práctico.

Por lo general se calcula para los rendimientos industriales una diferencia de 10 a 15 % en menos que las cantidades obtenidas en los laboratorios, las que sin embargo son buenos elementos de juicio para dar rápidamente una idea aproximada del valor de una materia prima.

A continuación indicamos algunos de los productos vegetales que abundan en la República Argentina, utilizables todos ellos para la elaboración de pastas celulósicas.

A) *Plantas que crecen espontáneamente.*

- 1) Bambú.
- 2) Caña tucuara.
- 3) Esparto o alfa.
- 4) Yute, ortiga, etc.

B) *Productos secundarios de industrias textiles o agronómicas.*

- 1) Paja de lino.
- 2) Pajas de avena, trigo, centeno, etc.
- 3) Bagazo.
- 4) Resíduos de hilanderías, trapos, etc.

C) *Arboles cuyas maderas son aptas para la elaboración de pastas.*

- 1) Alamo.
 - 2) Sauce.
 - 3) Araucaria.
 - 4) Pino, fresno, etc.
-

FABRICACIÓN DE PASTAS CON PLANTAS QUE CRECEN EXPONTANEAMENTE.

BAMBÚ.

“Le bambú es la première des plantes
papeteries d'avenir”.

(Montessus).

En estos últimos tiempos se ha tratado de utilizar el bambú para la fabricación del papel. Su facilidad de cultivo y su fuerte rendimiento por hectárea, además de su bajo precio, han atraído fuertemente la atención de los industriales interesados en estas cuestiones.

Desde luego, que los métodos para la utilización de las bambúceas deberán variar en sus detalles para cada caso, puesto que existen especies de tallo hueco y otras en las cuales éste se presenta macizo, alcanzando alturas que pueden llegar a 25 mts. y hasta 50, como en algunos bambúes de Siam, teniendo un diámetro que puede ser hasta de 40 centímetros.

Existen en el país varias especies distribuidas en las regiones mesopotámicas y del norte, aunque una de estas variedades, la llamada *Chusquea coleu* que ha sido estudiada por Housseus, presenta particular interés a causa de su extraña ubicación en las cordilleras del Sud y en las orillas del Nahuel-Huapí, cuando por lo general las bambúceas no se encuentran en abundancia sino en regiones tropicales y sub-tropicales.

Los colonos utilizan el coleu para pequeñas industrias caseras (sillas, felpudos, postes, canaletas, etc.), aunque hasta el presente la importancia de los bambúes del Sud es debida a su uso en la ganadería, empleándose sus hojas como un excelente forraje, que constituye la salvación de los ganados en los tiempos fríos.

Por lo que se refiere a la utilización de otras maderas del Sud para la industria que nos ocupa, parece ser que no se han hecho ensayos con estos bambúes del Nahuel-Huapí y sí con otras clases de plantas, entre las cuales fueron recogidas y enviadas muestras de *ciprés*, *cohiue*, *lenga*, y *alerce* a un técnico norteamericano, que en sus declaraciones manifiesta que no son aptas para una industria forestal como la del papel.

Sabiendo que el bambú, precisamente ha dado excelente papel en Norte América, Housseus hace notar su extrañeza de que no se enviaran muestras de éstos al mismo tiempo que las anteriores, teniendo en cuenta que en la India Occidental existen grandes plantaciones de bambú, del que se fabrican pastas en Europa, y precisamente en los EE. UU. se elabora un excelente papel blanco de la *Arundinaria Macrosperma*.

Estos bambúes de las cordilleras del Sud representan un gran valor para el país, aunque en el presente tienen mayor importancia desde el punto de vista ganadero que del forestal.

La dificultad de transporte y el costo de los fletes hacen que por ahora no pueda pensarse en su utilización, que podrá ser factible tal vez, como dice Housseus: "cuando las líneas férreas lleguen hasta San Carlos de Bariloche".

Por lo que respecta a los bambúes distribuidos en el norte de la República, nada mejor que las siguientes palabras de J. Huret (1) puede dar una idea de su importancia económica e industrial:

"Le bambou est répandú en quantités considerables en Republique Argentine, tout le long du Paraná, et des usines de cellulose de bambóu y seraient particulièrement bien placées, d'autant mieux qu'outre le bambou, qui y forme des peuplements inépuisables, les usiniers y trouveraient de l'eau en abondance et des chutes importantes qui leur fourniraient les forces motrices nécessaires".

Citamos el párrafo anterior como la opinión desinteresada de un extranjero que ha sabido adivinar una de las tantas fuentes de riqueza nacional aún inexploradas.

Esta planta presenta todas las ventajas imaginables para ser utilizada en papelería; es de crecimiento espontáneo, no requiere cuidados especiales, se reproduce en gran abundancia, es fácil de cortar, da un rendimiento práctico de 45 a 50 % de celulosa y sus fibras largas y tenaces producen papeles de las más finas calidades.

CARACTERES DE LAS FIBRAS DE BAMBÚ.

(I) Caracteres físicos.

- a) resistentes.
- b) blancas, finas, regulares.
- c) Largo medio 8mm.
- d) diámetro 0mm,015.

(II) Caracteres químicos.

- a) amarillo pardo al reactivo Vetillard.
- b) azul al cloruro de zinc iodado. ✓

(III) Caracteres microscópicos.

- a) a lo largo.
 - 1) fibras rectas regulares.
 - 2) sin estrias, canal rectilíneo.
- b) al través.
 - 1) ovaladas y elípticas.
 - 2) canal elíptico.
 - 3) sin zonas de espesamiento.
- c) puntas.
 - 1) muy afiladas.

(1) J. Huret - "De Buenos Aires au grand Chaco" - Paris 1911.

Tratamiento del Bambú.

Las operaciones necesarias para la transformación de las fibras del bambú son las mismas que las empleadas para el tratamiento de las pajas y productos análogos. La única particularidad reside en el uso de máquinas especiales (Niethammer, Cuvier, etc.), que cortan los troncos de bambú en delgados discos, empleándose también la máquina de S. Milne, que no solamente corta los bambúes, sino que automáticamente efectúa la separación de los nudos.

Los discos resultantes de la operación anterior se someten a una lixiviación con lejía de soda cáustica al 9 % (calculado por cada 100 kilogramos de bambú) durante 3 ó 4 horas a una presión de 2 a 3 atmósferas.

Terminada la lixiviación se lavan como de costumbre y se blanquean con cloro o con hipoclorito de calcio, pero como por este método el blanqueo es eficiente en ciertos casos, algunos prefieren para un blanqueo perfecto el uso de hipocloritos electrolíticos o del permanganato de potasio.

CAÑA TACUARA (Bambusa, tagoara).

Ha sido objeto de ensayos experimentales desde el año 1870 en que Tomás Routledge se ocupó de su utilización como materia prima para las fábricas de pasta.

En la actualidad se han efectuado ensayos con rizomas de caña tacuara para determinar el rendimiento por hectáreas. Estas experiencias han quedado estacionarias, a estar por los informes que tenemos hasta el presente. Trátase de un vegetal fácilmente aprovechable con un alto rendimiento de celulosa (como la generalidad de las bambúceas) y que siendo de propagación natural y de gran difusión en el país, no reclama cuidados especiales de cultivo.

ALFA o ESPARTO (Stipa tenacissima).

Existe en muchas regiones del mundo formando plantaciones de gran extensión como los llamados "Mares de alfa" de la Argelia francesa, de donde se exporta anualmente para ser utilizada en papelería en cantidades que se calculan en 100.000 toneladas anuales. Así mismo está muy difundida en España, en las regiones comprendidas entre Madrid, Málaga y Valencia.

La pasta de alfa mezclada a otras sirve para confeccionar papeles de calidades muy apreciadas, dando tipos especialmente aptos para impresiones, grabados, etc.

CARACTERES DE SUS FIBRAS.

I) Caracteres físicos.

- a) fibras finas, livianas, regulares.
- b) longitud 1mm,5.
- c) diámetro 0mm,012.

II) Caracteres químicos.

- a) color amarillo con el reactivo de Vetillard.
- b) color azul con el cloruro de zinc iodado.

III) Caracteres microscópicos.

- a) a lo largo.
 - 1) fibras finas, regulares.
- b) al través.
 - 1) canal pequeño casi invisible.
 - 2) secciones poligonales.
- c) puntas redondeadas.

Tratamiento del Alfa ó Esparto.

Exponemos a continuación un resumen de las operaciones necesarias para la transformación del vegetal en pasta; los detalles del tratamiento serán estudiados en el capítulo de "Fabricación de la pasta".

1) *Limpieza*. Tiene por objeto eliminar la tierra u otras impurezas que contiene la planta, adheridas por lo general en el interior de sus hojas arrolladas sobre sí mismas y difíciles de eliminar. De aquí que la limpieza previa del alfa sea una operación de gran importancia.

Empléanse los aparatos del tipo "duster" (modelo Bertram) o bien sistemas especiales contruídos por Scott y Bertram, adecuados para este objeto, los cuales además de la limpieza efectuada, deshacen y rompen los entrelazamientos formados por las plantas durante el almacenamiento.

2) *Lixiviación*. Para el tratamiento del alfa se aconseja el empleo de lixivadores verticales cilíndricos y fijos, con circulación por tubo central de los llamados "a vomissement". Si se usan lixivadores esféricos hay que hacerlos girar *lentamente*, pues el alfa presenta tendencia a formar masas compactas y apelotonamientos donde la lejía no penetra bien.

Se emplea la soda cáustica en proporción de 12 % de soda a 66" para cada 100 kilos de alfa, usando presiones cercanas a tres atmósferas, durante tres o cuatro horas.

Suelen emplearse lixivadores que trabajan al aire libre, pero tienen el inconveniente de necesitar una cantidad mayor de soda cáustica que con los lixivadores a presión.

3) *Desfibrado*. No presenta características especiales del procedimiento

empleado para las demás plantas. Únicamente es preciso tener cuidado en impedir la formación de pequeños grumos (boutonnage) que son causados por la tendencia que presentan las fibras de alfa a enrollarse sobre sí mismas, aprisionando corpúsculos de materias sólidas o partículas celulósicas no disueltas.

Esta original propiedad de las fibras de alfa hace que se formen estos grumos casi imposibles de destruir luego mecánicamente, que echan a perder la pasta resultante. Se aconseja para evitar el boutonnage, mantener la masa compacta y poco diluída durante las operaciones efectuadas; además, es de suma importancia la lixiviación que no debe ser a una temperatura muy elevada y sobre todo no pasar del tiempo establecido.

4) *Blanqueo*. El tratamiento con el cloruro de cal no es fácil y la pasta resultante no presenta una blancura perfecta. Se aconseja el uso del MnO_4K pero debido al costo elevado de este producto, se prefiere efectuar un tratamiento mixto, es decir, hacer el blanqueo con cloruro de cal y después de un lavaje con $S_2O_3Na_2$, tratar con solución de MnO_4K como se indica en el capítulo de "Blanqueo de las pastas".

Las operaciones siguientes al blanqueo son análogas que en las demás pastas. Con este tratamiento se atribuye al alfa un rendimiento de 42 % de celulosa.

PRODUCTOS SECUNDARIOS DE INDUSTRIAS TEXTILES o AGRONÓMICAS.

PAJA DE LINO.

Las múltiples aplicaciones de esta planta justifican muy bien el nombre de "Linum usitatissimum" que los antiguos le asignaron y que la botánica ha perpetuado hasta el presente.

De sus semillas se extrae un aceite que en su mayor parte es destinado a usos industriales y se utiliza en gran escala para la fabricación de jabones blandos. Además, con el nombre de aceite cocido y previa una preparación en caliente con litargirio o sales de manganeso que aumentan su poder secativo, es empleado en la fabricación de pinturas y barnices.

Estas mismas semillas son de un empleo frecuente en medicina, como emplastos, cataplasmas emolientes (harina de lino) y cocimientos que tienen su aplicación en afecciones gastro-intestinales.

Como producto secundario además de la "torta de lino" figuran la paja y las cápsulas vacías después de extraída la semilla: estas dos últimas tienen limitada aplicación como combustible en los motores y trilladoras o bien como alimento pobre para el ganado, pero en general la mayor parte de estos productos son quemados por los agricultores para deshacerse de ellos.

La utilización de la paja de lino procedente de la trilla, siendo un producto secundario del cultivo, merece ser tenido en cuenta por la posibilidad

de emplearlo en la producción de pasta para papel además de la extracción de las fibras para otras aplicaciones.

El hecho de contener fibras textiles ha hecho que se tratara de utilizarla, dando origen así, al establecimiento de numerosas iniciativas para emplear la enorme cantidad de paja producida y actualmente perdida. Varias sociedades fundadas para esta explotación obligaron a fijar la atención pública en 1910-1911, haciendo notar todas las ventajas que reporta interesar capitales en esta industria, que es necesario crear aquí de todas maneras.

Muchos ensayos fueron hechos desde 1890 en Baradero y Arrecifes para el aprovechamiento de la paja, habiéndose obtenido resultados muy satisfactorios pero no se industrializaron en aquella época debido a dificultades para obtener mano de obra en condiciones convenientes.

En 1910 se fundó la Compañía Textil Sudamericana, que después de haber hecho una serie de experiencias para determinar métodos prácticos y económicos en la extracción de las fibras, llegó a las siguientes conclusiones:

a) El producto obtenido en el país si bien no utilizable para trabajos finos, puede emplearse en la elaboración de sogas, cuerdas, telas, para bolsas de cereales y azúcar y lonas impermeables.

b) Para obtener fibras largas para tejidos finos se requerirían plantaciones especiales.

El estudio completo de los presupuestos, cálculo de ganancias para el agricultor, así como la crítica de los procedimientos y gastos culturales, ha sido objeto de un erudito trabajo publicado por el Ing. Agr. B. Navarro en 1916 (Tesis).

En 1911 se fundó la "Compañía de Elaboración de fibra de lino" instalada en Rojas con un capital de \$ 2.000.000, la cual trabajando por un procedimiento puramente mecánico obtuvo un producto que denominó "Fibra cruda corta de lino", de la cual luego se eliminaban los compuestos pecticos por lavajes que dejaban el producto como si se tratara de fibras de lino enriado o extraído por procedimientos químicos.

Mediante los ensayos correspondientes la Compañía llegó a establecer que la paja daba un rendimiento de fibra de 22 % como promedio y en general un 25 % trabajando en buenas condiciones con paja debidamente cortada.

Interesado el Ministerio de Agricultura de la Nación en la resolución del problema, inició un plan de experimentación en 1912 haciendo plantaciones en la estación experimental de Pergamino, donde previas las operaciones culturales del caso y enriages apropiados se procedía a la extracción de las fibras que resultaron de excelente calidad.

La cosecha de lino del país deja anualmente como desperdicios que se consumen por la acción del fuego, algo más de unos 5.000.000 de toneladas

de paja, de la que se pueden extraer un 25 % de fibras que tienen diversas aplicaciones industriales.

Fundándose en estos antecedentes, el diputado nacional Manuel Mora y Araujo presentó un proyecto en 1914 a la cámara de que forma parte, en el cual se pedía la sanción de la Ley que creara primas para las fábricas productoras de fibra de lino y de otras plantas, siempre que se establecieran en el país.

Estas fábricas deben tener un capital no menor de \$ 100.000 m/n. garantizando además el 5 % de los capitales invertidos. No podrá acordarse más de \$ 100.000 de prima a una sola fábrica y se harán efectivos una vez comprobado que la fibra producido es utilizable para los tejidos a que se destina.

Los ensayos de "La Compañía Textil Sudamericana" a que hacíamos referencia al comenzar este capítulo, han llegado a ser en el presente una hermosa realidad. Obran en nuestro poder fotografías de las instalaciones de esta fábrica, las cuales muestran mejor que toda descripción, los halagüeños comienzos de una industria en la que se cifran tantas esperanzas.

CARACTERES DE LAS FIBRAS DE LINO.

I) Caracteres físicos.

- a) fibras fusiformes.
- b) longitud 1 a 6 ctms.
- c) diámetro 0,mm020 a 0,mm25.

II) Caracteres químicos.

- a) solubles en el reactivo de Schweitzer.
- b) colorean con el reactivo de Vetillard.
- c) colorean con el cloruro de zinc.

III) Caracteres microscópicos.

- a) a lo largo.
 - 1) canal bastante irregular.
 - 2) muy fino.
 - 3) estrias irregulares en forma de X.
- b) al través.
 - 1) secciones irregulares, poligonales.
 - 2) canal conteniendo a menudo un depósito granuloso.
- c) puntas-finas, alargadas.

Enriagos. — Sea que se empleen las fibras que restan como producto secundario de las fábricas de tejidos, cuerdas y estopas de lino, o bien que se use la paja que sobra como residuo de la cosecha, es necesario someter la materia prima a los procedimientos que permitan separar las sustancias pécticas que unen las fibras entre sí.

Esta separación suele efectuarse de muy diversos modos en Europa, según las facilidades del lugar.

- 1) Por el rocío.
- 2) Por el agua corriente.
- 3) Por el agua estancada (fosas).
- 4) Por el agua caliente.
- 5) Por procedimientos químicos.

Tratamiento de la Paja de Lino.

Puede rápidamente obtenerse una pasta de mediana calidad no blanqueada, procediendo a una limpieza de las pajas, seguida de una lixiviación como se indica en el capítulo de [Fabricación], pero tratándose de preparar pastas finas blanqueadas, el procedimiento debe ser mucho más cuidadoso.

Limpieza. Se comienza por limpiar la paja de las partes leñosas mediante un largo tratamiento con un aparato cónico tipo "duster", de tal modo que la masa se va enriqueciendo cada vez más en partes fibrosas (de 25 % que tienen originariamente las pajas llegan hasta 60 %) al eliminarse las impurezas leñosas que aumentarían, como es lógico, el costo del tratamiento químico posterior.

Lixiviación. Terminada la limpieza se someten las pajas a una lixiviación que será débil en el caso de que se blanquee posteriormente con cloro gaseoso y más fuerte (9 %) si se emplea el hipoclorito cálcico.

Blanqueo. Puede hacerse por tres procedimientos.

1) Por el cloro gaseoso. Es este uno de los casos en que por excepción se sigue empleando el cloro gaseoso debido a la excelente calidad de las pastas que así resultan.

La pasta lixiviada con lejía de soda al 7 % durante 4 horas es lavada y extendida en cámaras donde se le somete a la acción del cloro gaseoso. Cuando se juzga terminada esta operación, se lava la pasta con gran cantidad de agua y se somete a una nueva lixiviación con sulfito de sodio para eliminar por completo la ligno-celulosa ya oxidada por el cloro. Un lavaje posterior con agua termina este tratamiento.

2) Blanqueo por el hipoclorito de calcio. Previa una lixiviación enérgica con soda al 9 % y lavaje posterior se blanquea en las pilas comunes con solución de cloruro de cal elevando a veces la temperatura a 40 ° mediante serpentines especiales para facilitar la oxidación de la ligno-celulosa.

3) Blanqueo por el permanganato de potasio. El tratamiento consiste en una serie de baños alcalinos (solución de soda al 5 % calculado sobre la sustancia tratada) alternando con baños de solución de MnO_4K (1 % sobre el peso de la sustancia). Esto requiere una larga serie de operaciones después de las cuales se obtiene una pasta de una blancura irreprochable.

Para el cálculo de los rendimientos se indica un 15 % como pérdida de la sustancia durante este blanqueo en el que se gastan para cada 100 kilos de materia tratada, 8 kilos de MnO_4K ; 7.5 de ácido sulfúrico a 60° Be. y 11.5 kilogramos de hiposulfito de sodio a 38° Be.

Terminado el blanqueo de la pasta de lino, ésta sigue el curso de las operaciones corrientes de refinación, encolado, carga, etc., como en las demás clases de pasta.

PAJAS DE TRIGO, AVENA, MAÍZ, CENTENO, CEBADA, etc.

El rendimiento en celulosa obtenido en la práctica con estos productos varía desde 28 % (maíz) hasta 35 %, aunque los ensayos de laboratorio acusen siempre un porcentaje mucho mayor.

Paja de avena.....	40 a 48 %	de celulosa.
.. .. trigo.....	46 a 49 %
.. .. centeno ...	48 a 50 %
.. .. cebada	50 a 51 %

conteniendo además casi todas un 25 % de lignina.

Tratamiento de estas sustancias para su transformación en pasta.

Las operaciones necesarias para el tratamiento de estas materias primas son tratadas en detalle en el capítulo de "Fabricación". Como particularidad de estos productos hay que hacer notar que se gelatinizan en parte por tratamientos muy enérgicos con la soda cáustica; por lo que algunos prefieren tratarla con soda cáustica primero y después de lavada, con una corriente de cloro gaseoso que completa el ataque de las materias incrustantes, obteniendo así pastas de muy buena calidad y propias para papeles finos.

Otro método consiste en tratar las pajas en grandes cubas durante un tiempo variable de 2 a 8 días con lejías conteniendo un 15 % de cal (por cada 100 kilos de materia prima).

Puede hacerse la lixiviación también en aparatos a presión de 1 a 2 atmósferas durante 3 horas empleando lejías con 9 % de cal. El tratamiento a la cal da un rendimiento más elevado pero la calidad del producto es inferior al obtenido con el procedimiento mixto de la soda cáustica y el cloro.

ÁRBOLES CUYAS MADERAS SON APTAS PARA LA FABRICACIÓN DE PASTAS.

ARAUCARIA IMBRICATA (PINO DEL NEUQUÉN).

Tiene para nosotros especial interés y en estos últimos años ha concentrado la atención de los industriales, pues además de abundar en ciertas regiones de la República, proporciona buenas fibras de conveniente longitud y resistencia.

Se le atribuye sin embargo un crecimiento muy lento, tanto que los estudios practicados en los bosques patagónicos han llegado a establecer que a los 10 años, la parte que sobresale del suelo es apenas de 60 cms. y sólo a los 180 años alcanza 17 mts. de altura. El diámetro a los 30 años es de 5 a 10 centímetros, y a los 60 años de 20 cms.

Tanto estos datos como los informes que a continuación exponemos, son debidos a un estudio efectuado por el Dr. R. Medina, de la sección "Industrias" del Ministerio de Agricultura.

Al hacer el replante una vez cortadas las araucarias, sería preciso sustituirlas por árboles de crecimiento más rápido, ya sean pinos, abetos o ejemplares de especies análogas.

Para el caso que nos ocupa, más conveniente sería la explotación de la *Araucaria Brasiliensis*, que se desarrolla en Misiones, la cual, además de presentar fibras de color más blanco, tiene la ventaja de estar próxima a las vías fluviales de comunicación.

Existen proyectos para la explotación de la *Araucaria imbricata* de los bosques del Sur, considerando la instalación de dos fábricas, una para pasta mecánica y la otra para celulosa química. Estas fábricas tendrían una capacidad de 25 toneladas diarias cada una y estarían ubicadas a 100 kilómetros de la estación Zapala (Neuquén).

Sin entrar a analizar los detalles de los minuciosos presupuestos que acompañan a cada proyecto con el cálculo de los gastos originados por replanteo, terrenos, obras hidráulicas, maquinarias, construcciones, capital circulante, etc., etc., diremos que se asigna un costo de \$ 2.000.000 m'n. para cada una de estas fábricas.

1) *Fábrica de pasta mecánica.*

Los cálculos para el costo de una tonelada de *pasta mecánica* fueron hechos en 1914, y aun cuando los fletes y otros factores han variado apreciablemente, podemos servirnos como punto de referencia de los precios calculados para esa época.

Se necesitan aproximadamente cerca de tres metros cúbicos de madera de araucaria para producir una tonelada de pasta mecánica, y en base a este rendimiento se indica el costo en la forma siguiente:

Costo de fabricación

Madera	\$ 15.00 m/n.
Consumo materiales	„ 5.00 „
Salarios obreros	„ 9.00 „
Administración	„ 3.00 „
Amortización	„ 5.00 „
Total	\$ 37.00 m/n.

Precio de venta

Costo de la tonelada	\$ 37.00 m/n.
Trasporte, fábrica a B. Aires	„ 17.00 „
Intereses capital invertido	„ 16.00 „
Imprevistos	„ 7.00 „
Precio de venta s' vagón en B. Aires	\$ 77.000 m/n.

Calculando que la fábrica no produce sino al cabo de dos años, se computa un peso más por tonelada como interés del capital, por el hecho de que no se invierte todo sino paulatinamente, tendríamos un precio de 78 pesos la tonelada.

En 1914 el precio del producto extranjero era de 80 pesos m/n. la tonelada, de modo que arrojaba sólo un margen o saldo de \$ 2 00 m/n. a favor del producto nacional, margen muy pequeño para una iniciativa de tal importancia.

2) *Fábrica de celulosa.*

Procediendo como en el caso anterior y dejando de lado el estudio minucioso del presupuesto de gastos indicado para la instalación de la fábrica, vamos a exponer el costo calculado para una tonelada de *celulosa cruda*, considerando que se necesitan 5 metros cúbicos de madera para producir 1 tonelada de celulosa.

Costo de fabricación

Madera	\$ 25.00 m/n.
Carbón	„ 37.70 „
Consumo materiales	„ 6.50 „
Piedra calcárea (150 kilos transportados desde Buenos Aires	„ 3.50 „
Azufre (150 kilos)	„ 16.00 „
Salarios obreros	„ 15.00 „
Administración	„ 5.00 „
Amortización	„ 8.30 „
Total	\$ 117.00 m/n.

Precio de venta

Costo de la tonelada	\$ 117.00 m/n.
Transporte a Buenos Aires 17.00 ..
Intereses capital invertido 16.00 ..
Imprevistos 14.00 ..
Precio de venta s. vagón en B. Aires	\$ 164.00 m/n.

Se ve que por cada tonelada de celulosa producida hay que mover 7 toneladas de materias primas (madera, carbón, azufre, piedra calcárea, etc.), y si observamos que en esa misma época (1914) el precio de la tonelada de celulosa extranjera era de 118 pesos m. n., tenemos que en este caso el balance es desfavorable al producto nacional.

Alamo. (*Populus tremula, alba, canadiensis, nigra, etc.*), rendimiento de pasta mecánica 37 %.

Sauce. (*Salix coprea, fragilis*).

Estos dos últimos son empleados en la República Argentina por la fábrica de Campana para la elaboración de pasta mecánica. Los productos resultantes son de buena calidad, y de ello nos ocuparemos en el capítulo de "Fabricación de la pasta".

Pinos. (*Pinus sylvestris, maritimum, etc.*)

Es utilizado por las fábricas escandinavas y en las regiones del Canadá, aunque su transformación en pasta presenta algunas dificultades a causa de las materias incrustantes y resinosas que contiene.

Abetos. (*Picea abies, Pinus abies, etc.*)

Es empleado en las fábricas norteamericanas, donde sufre generalmente un tratamiento al Bisulfito para atenuar la rigidez de sus fibras. Rendimiento de pasta mecánica, 35 %.

Aliso. (*Tescaria integrifolia*).

Posee una madera blanca y fibrosa muy apta para la elaboración de pasta de madera mecánica.

PARTE II^a

—

FABRICACIÓN DE LA PASTA.

—

PASTA MECÁNICA DE MADERA.

SU FABRICACIÓN EN LA REPÚBLICA ARGENTINA.

El censo de las industrias nacionales, del año 1913, coloca esta clase de fabricación bajo el rubro de "*Industrias que deben estimularse*", y al referirse a ellas, lo hace en los siguientes términos:

"Una serie de industrias están ahora en actividad, pero lo relativamente insignificante de su producción actual con respecto al consumo interno o a lo que ellas podrían llegar a representar como factores de población, de riqueza nacional y de independencia económica, indican la *impetiosa necesidad en que se encuentra la nación de estimular su desarrollo*".

En efecto, a estar por los datos estadísticos, las fábricas del país consumen diariamente 20.750 Kgs. de pasta mecánica de madera para la elaboración de papel, lo que da un promedio mensual de 622 toneladas; (sin contar los 38.660 Kgs. diarios de celulosa química que se consumen con el mismo fin).

Para cubrir esta demanda con material del país, se contaría sólo con la pasta mecánica de madera que la fábrica de Campana puede elaborar, a razón de 200 toneladas mensuales y que utiliza para su propio consumo; cantidad que, como vemos, es insuficiente para cubrir un tercio de la demanda de pasta mecánica en el país.

Por lo que respecta a la calidad de las pastas de álamo y sauce, elaboradas en dicha fábrica, nada tienen que envidiar a las similares fabricadas en el extranjero y aun las sobrepasan en algunos casos, por la blancura de la madera, superior a la que presentan ciertas pastas de pino importadas de Suecia y otros países.

El procedimiento seguido para la fabricación es análogo al que comúnmente se emplea en Europa para esta clase de elaboración.

Los troncos, de unos 25 a 30 centímetros de largo por 10 a 15 de diámetro, aproximadamente, son puestos en las descortezadoras, constituídas por ruedas verticales de acero, provistas de cuchillas del mismo metal.

Los troncos se aplican contra estas ruedas, mediante soportes especiales, que los hacen girar a medida que se van descortezando, y los trozos limpios así obtenidos, pasan por medio de un elevador a las 3 desfibradoras verticales, que accionan mediante piedras desgastadoras (muelas de molino) animadas de un rápido movimiento giratorio, a cada una de las cuales se aplican tres cajas de presión, en cuyo interior van dispuestos los troncos, que al ser presionados sobre la piedra en movimiento, se desgastan rápidamente, defibrándose. Las fibras son separadas de la piedra mediante fuertes chorros de agua.

Estos aparatos desfibradores no requieren una detallada explicación,

pues son universalmente usados y sus distintos tipos (verticales, horizontales, sextuples, múltiples, etc.) se encuentran ampliamente descriptos en los tratados de esta materia.

La pulpa de madera obtenida como se ha dicho, pasa a los *refinadores*, que están constituídos por molinos dobles verticales, con dos muelas adosadas entre sí por una de sus caras y dispuestas sobre el mismo eje. Una de estas permanece fija, mientras que la otra está animada de un rápido movimiento rotatorio. La pasta penetra por el eje hueco de la piedra móvil y es aplastada por el frote de las dos muelas antes de poder salir por la periferia.

La pasta refinada, se lleva a los *selectores* o *clasificadores*, constituídos por recipientes o tanques en cuyo interior se disponen tambores agujereados o provistos de tela metálica. La pasta fina contenida en el recipiente exterior atraviesa la tela metálica del tambor giratorio y sale por el eje de éste, mientras que la pasta gruesa o mal refinada vuelve a los molinos depuradores para ser de nuevo tratada como se ha indicado más arriba.

Todas estas operaciones dan por resultado la obtención de una pulpa fina suspendida en una gran cantidad de agua de lavaje y que puede emplearse directamente para la fabricación del papel.

Como no es común que esta pasta recién preparada se use de inmediato, y considerando las dificultades de almacenar enormes cantidades de líquido, se procede a la desecación de esta pulpa mediante aparatos especiales, que separan el agua y comprimen la pasta, en gruesas hojas acartonadas, que pueden almacenarse por mucho tiempo.

Las cuatro máquinas empleadas para secar la pasta y reducirla a hojas es asemejan mucho a las continuas llamadas "de tambor" para papel, usadas en ciertas fábricas. La pasta en solución se vierte en un gran recipiente de fundición, en cuyo interior gira un cilindro horizontal, con la superficie cubierta de tela fina y los costados herméticamente aplicados contra las paredes del recipiente o tanque que contiene la pasta, formando así un cierre perfecto.

El agua pasa a través de la tela metálica, mientras que la pasta, no pudiendo atravesar dicha tela, se adhiere a ella formando una capa, que es arrastrada por el tambor en su movimiento giratorio.

La capa de pasta así formada sobre el cilindro o tambor, se separa a su vez de éste por una especie de fieltro sin fín aplicado sobre la parte superior de la tela metálica.

El fieltro lleva la hoja así formada a una prensa constituída por dos cilindros compresores y luego a una máquina cortadora que la reduce a hojas o trozos cuadrangulares de tamaño homogéneo y listos para ser almacenados.

Cada una de estas máquinas puede dar aproximadamente 1.500 a 2.000 Kgs. de pasta parcialmente seca, en 24 horas.

PASTA DE TRAJOS.

(SU ELABORACIÓN EN EL PAÍS).

Al hablar de las materias primas hemos dicho ya que la elaboración de pastas a base de trajos alcanzó en estos últimos años un incremento inesperado, debido a las dificultades creadas por la guerra en la importación de las pastas mecánicas y celulosas, saltando bruscamente desde cien mil kilos anuales que se emplearon en 1914, hasta más de tres millones de kilos que fué el consumo de trajos en 1917.

En épocas normales, las fábricas del país utilizan poco los trajos como materia prima, por tratarse en nuestras condiciones de un trabajo poco higiénico, incómodo, y sobre todo (al contrario de lo que ocurre en Europa) poco remunerativo.

La fábrica de Bernal tiene instalaciones apropiadas para este trabajo, con dos cortadoras provistas de cuchillas, y ventiladores provistos de sus correspondientes cámaras de polvo, etc. Cuando los trajos han sido reducidos a pequeños trozos en estas cortadoras y privados de la mayor parte del polvo adherido a ellos, pasan a los lixivadores esféricos, que son dos, de tamaño y tipo análogos a los comunmente empleados en todas las fábricas para este objeto.

Terminada la lixiviación con lejías alcalinas de cal o soda, se les somete a las operaciones corrientes de lavado, deshilado, refinación, blanqueo, y por fin son mezclados con otras clases de pastas, confundiéndose ya con éstas en las siguientes fases de su elaboración (encolado, carga y coloración).

Los trajos son también utilizados en la fábrica de Zárate, mediante instalaciones análogas a las anteriormente indicadas. Los trajos deshilados y cortados en menudos fragmentos, son tratados en cuatro lixivadores esféricos con lejías alcalinas. De estos aparatos se llevan a holandesas pequeñas (algunas construídas enteramente de fundición) en las cuales son lavados y sometidos a las demás operaciones complementarias, como de costumbre.

La fábrica de Campana posee también instalaciones apropiadas para el tratamiento de los trajos con desfibradoras mecánicas y un lixivador esférico análogo a los ya indicados.

La fabricación de pasta con trajos es tal vez la más difundida en las fábricas europeas, donde la escasez de grandes bosques hace que se utilicen estos residuos junto con papeles regenerados, pajas de alfa, lino, esparto, etc.

Como se ha visto, la elaboración de la pasta a base de trajos es sencilla y se caracteriza por el uso de cortadoras y deshiladoras especiales, siendo en el resto de las operaciones análoga a los procedimientos usados con las otras clases de pastas.

La lixiviación se efectúa con lejías débiles de cal o de soda, cuya concentración puede variar de 3 a 8 %, según la clase y el estado de los trapos tratados. En cuanto al tiempo necesario para los de clase fina basta con 4 o 5 horas con una presión de 1,5 a 2 atmósferas, y para los gruesos y de clases ordinarias es necesario a veces usar lejías al 8 y 10 % durante 10 a 14 horas a 2 atmósferas de presión. Por lo que respecta a la temperatura empleada, varía entre 100° y 150°, según la presión y el tipo de material lixiviado.

Concluida esta operación se lleva la masa lixiviada a las pilas lavadoras, para sacar el exceso de alcali contenido. De allí pasan a las holandesas refinadoras, pilas de blanqueo y mezcladoras, para ser incorporada a otras pastas y pasar luego al encolado, carga y coloración quedando así lista para enviarla a los tanques que alimentan las continuas.

PASTAS DE PAPELES VIEJOS.

(RECORTES REGENERADOS).

La utilización de los papeles ya inservibles para otros usos ha ido extendiéndose cada vez más, hasta el extremo de haber fábricas europeas que trabajan casi exclusivamente a base de estos residuos.

Es necesario que antes de comenzar a tratar estos papeles viejos se proceda a una cuidadosa selección, cuya necesidad no dejará nunca de recomendarse lo bastante. Según Sartori, en Alemania, donde el uso de estos residuos está muy difundido, existen grandes establecimientos que se dedican exclusivamente a la selección y clasificación de los recortes y papeles viejos, en las cuales trabajan operarios técnicos que pueden garantizar una calidad siempre uniforme. Es necesario separar los papeles apergaminados animales o vegetales; es preciso asimismo hacer grupos diversos con los papeles blancos y los de color, separar los escritos a mano de los impresos, a causa de su diferente resistencia a los agentes de blanqueo.

Una vez que la clasificación ha sido hecha, se ponen los papeles en cubas especiales, provistas de dos muelas circulares de piedra, movidas mecánicamente y cuya función es reducir la pasta a una papilla fina. Al mismo tiempo la pasta es mojada con un chorro continuo de agua y a veces con una débil solución de soda.

Pueden emplearse también lixivadores esféricos con presión muy pequeña (pudiendo servir el vapor de descarga de otro aparato) y empleando solución de soda, cuya concentración depende de la clase de tinta con que los papeles están impregnados.

Se aconseja también, en vez de las muelas giratorias, el uso de los desintegradores comunes, que presentan la ventaja de ocupar muy poco espacio. Cualquiera que sea el método empleado, la pasta formada es descargada en una holandesa para el blanqueo, pudiéndose luego efectuar una ulterior refinación de la masa en holandesas dispuestas para tal objeto.

La utilización de estos recortes por las fábricas de la República Argentina ha ido aumentando desde 4.500.000 Kgs. en 1913, hasta 10.200.000 Kgs. en 1917. La fábrica de Bernal tiene 5 juegos de dos muelas cada uno, la de Zárate nueve molinos o molecones y la de Campana cuatro.

PASTA FABRICADA CON TURBA.

La escasez de materias primas, debida en gran parte a la disminución de los bosques europeos y al creciente consumo de papel, ha obligado a echar mano de los recursos más originales para procurar substancias que pudieran servir de sucedáneos económicos en esos países para poder mantener la industria a la altura requerida por las necesidades crecientes de la demanda.

Es así como se ha pensado en utilizar los yacimientos de turbas recientes para la elaboración de pasta de papel.

Se aconseja lixiviar la turba a la temperatura ordinaria bajo fuerte presión con una solución alcálica débil (2 %) y luego con soluciones cada vez menos concentradas. Finalmente, se lava con solución de hipoclorito al 1 o 2 %, que obra como oxidante y agente de blanqueo, terminando con un rápido lavaje con agua apenas alcalinizada.

El aparato de *A. Beddies* para el tratamiento de la turba ácida consta de un mezclador-exprimidor que funciona bajo una lluvia continua de agua alcalinizada, eliminándose así la mayor parte del humus y de las materias incrustantes. La turba pasa luego a una trituradora y de allí a una tela sin fin, que la conduce a una serie de cubas, para ser lavada y blanqueada, quedando lista para una refinación posterior.

Existe otro método de preparación de turba, disponiéndola en capas alternadas con cal y carbón de cok y haciendo atravesar la masa por una corriente de aire. Por acción de los microorganismos, se producen fermentaciones que dan por resultado la obtención de una fibra bastante pura.

El procedimiento empleado por *G. Geibe* consiste en un tratamiento alternado con ácidos y alcalis que dan por resultado la obtención de la llamada *lana de turba*, que es celulosa bastante pura y muy conveniente para la elaboración de cartones absorbentes y fieltros de usos comunes, pero presenta sin embargo gran dificultad a ser blanqueada, lo cual perjudica la resistencia de las fibras.

PASTA DE PAJA, BAMBÚ, LINO Y OTRAS PLANTAS COMUNMENTE USADAS.

El tratamiento a que se someten estas plantas, es análogo en sus líneas generales para todos los casos, y es por esto, que hemos agrupado en este capítulo materiales de tan diversa índole.

No se trata de dar una descripción detallada del procedimiento a seguir para cada una de las plantas empleadas en papelería, ni aún de la mayor parte de ellas, pues su número es enorme; sino tan solo de mostrar del modo más exacto posible los tratamientos empleados y al mismo tiempo dar una idea general de las operaciones necesarias.

Como hemos dicho anteriormente, son estas plantas y sus derivados (Bagazo, pajas, etc) las que van a proporcionar la materia prima a la industria papelera en el porvenir, cuando la explotación desenfrenada de los bosques, haya agotado la mayor parte de las existencias de maderas apropiadas, que ya en la actualidad, los fabricantes de celulosa de madera, en otros países, se ven obligados a disputar a las otras industrias forestales.

La transformación de estas plantas en pasta para papel (celulosa) comprende una serie de operaciones mecánicas y de lixiviaciones con lejías apropiadas, cuyo objeto es eliminar o destruir, las materias incrustantes y no celulósicas, completando este tratamiento con agentes de blanqueo que destruyen los restos que pudieran quedar de materias colorantes o extrañas.

A continuación indicamos el orden en que se practican las operaciones para la elaboración de la pasta:

I) Limpieza.

Tiene por fin eliminar las raíces, troncos y tierra e impurezas distintas de que vienen cargadas ciertas plantas.

Se efectúa en aparatos análogos a las desgarradoras y limpiadoras de trapos, pero de formas y modelos distintos, según la planta que se trata de utilizar. Estos limpiadores (cloups, dusters, batteuses) consisten en grandes cajas cuyas paredes están cubiertas de gruesas puntas de madera reforzadas con hierro. En el interior de cada una gira un tambor octogonal o cilíndrico también recubierto de contrapuntas, alternando con las anteriores que recubren las paredes de la caja, de tal modo que las plantas, pajas, etc., son separadas entre sí, cardadas y agitadas, mientras una corriente de aire arrastra el polvo y las impurezas.

Estas limpiadoras presentan disposiciones especiales para cada planta tratada, aunque obedecen todas al mismo plan de construcción.

II) Corte.

También los aparatos destinados a este objeto difieren entre sí, según sea la materia empleada, pues lógicamente se entiende que máquinas corta-

doras de paja no podrían en modo alguno ser utilizadas para el tratamiento de vegetales resistentes, como el bambú o plantas análogas.

Los modelos de cortadoras obedecen a los más variados sistemas; unas con cuchillas fijadas en ruedas giratorias, otras con cilindros provistos de láminas cortantes, algunas (cortadoras de paja) son ruedas cuyos radios llevan atornilladas cuchillas curvas, etc.

III) *Liriviación.*

a) *Lejías empleadas.*

Para el uso de éstas, hay que tener en cuenta no sólo la clase de planta que se va a tratar, sino también muchos otros factores de diversa índole, como la forma y sistema de los aparatos empleados (abiertos y a presión), además de la duración, temperatura y concentración de las soluciones alcalinas.

Estos últimos factores, además de influir sobre la desincrustación más perfecta de las plantas, tienen una acción reconocida sobre el estado físico y caracteres de la celulosa resultante, pudiendo decirse en general que: una lejía concentrada a elevada temperatura, si bien disminuye algo el rendimiento, dará un tipo de celulosa suave y blanda, y: por el contrario, si se adoptan temperaturas bajas y lejías diluídas, se obtendrán celulosas más duras y de calidad algo inferior.

De todos modos, el fabricante deberá estudiar el grado de lignificación de una planta a tratar, y una vez conocido éste, tratar de destruir del modo más perfecto posible estas incrustaciones leñosas, haciendo variar los diversos factores de ataque de que dispone (concentración de las lejías, duración de la cocida, tipo de aparatos, con o sin presión, y temperatura de las soluciones). Estas condiciones pueden modificarse al infinito (si se aumenta la temperatura disminuirá el tiempo y la concentración) y en general con el aumento de un factor los otros se deben disminuir proporcionalmente.

Las lejías más comunmente usadas, son las de cal o de hidrato de sodio con proporciones variables según el tipo de la planta tratada. La soda cáustica, si bien es más cara y ataca algo las fibras, tiene la ventaja de una mayor rapidez al disolver o transformar en productos solubles, la lignina y la pectina que incrustan las plantas, dejando en libertad las fibras de celulosa casi puras.

Las presiones comunmente empleadas varían de 1,5 a 3 y 4 atmósferas; las temperaturas de 100° a 120° y 140° durante tiempos que pueden oscilar entre 5 y 10 horas aproximadamente, usando soluciones de cal de una concentración que corresponda a 12 % con relación a 100 kilos de sustancia tratada.

Hemos dicho ya que estos factores pueden modificarse según las condiciones del trabajo y de la materia empleada, pero sólo en raros casos se sale de los límites marcados por las cifras indicadas más arriba.

b) *Lixiviadores*.

El calentamiento de estos aparatos puede hacerse a fuego directo, por inyección de vapor en la lejía misma, por vapor circulante en un serpentín contenido en un doble fondo o bien por calentamiento de la lejía misma que circula, pasando por una caldera adyacente. Los sistemas más empleados obedecen a algunos de los siguientes tipos.

A) *Lixiviadores abiertos*. Para plantas muy poco lignificadas (pápirus) que pueden tratarse en buenas condiciones al aire libre con una temperatura de 100°.

B) *Lixiviadores cerrados*.

1) *Fijos*.

- a) con circulación por tubo central "à vomissement".
- b) con inyector Koerting.
- c) lixiviador Sinclair.
- d) sistema de dos lixiviadores acoplados.
- e) sistema de cuatro lixiviadores y un recuperador.
- f) lixiviadores con descarga automática.
- g) lixiviadores a fuego directo.

II) *Giratorios*.

- a) a caldera cilíndrica.
 - 1) con inyector de vapor directo (Donkin).
 - 2) calentamiento indirecto (Debié).
- b) a caldera esférica.

Creemos innecesario describir uno por uno todos estos tipos de aparatos, cuya explicación puede verse en los tratados especiales de mecánica aplicada a la industria del papel (L. Sartori), (Garuffa), (Montessus), (Charpentier), etc.

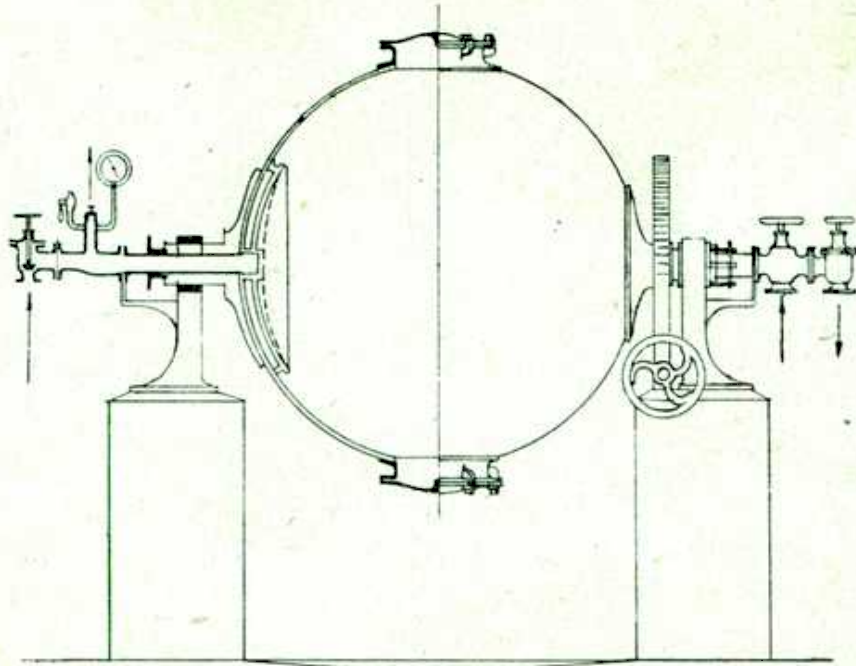
Las fábricas más importantes de la República emplean lixiviadores rotativos con caldera esférica, que son preferibles por muchos conceptos a la mayoría de los otros tipos citados. En igualdad de condiciones dan mejor rendimiento los lixiviadores esféricos, y esto se explica por el mayor volumen utilizable, teniendo además la ventaja de una repartición uniforme del calor, sin contar con que su especial construcción los hace mucho más resistentes y seguros para evitar el peligro de explosiones cuando se trabaja con presiones elevadas.

Las aberturas de carga y descarga de las sustancias (100 kilos de materias sólidas en 900 litros de lejías), así como los conductos de entrada del vapor, se indican en la figura (1) adjunta, que no requiere mayor explicación.

La fábrica de Zárate "La Argentina" posee 4 lixiviadores esféricos, la de Bernal 2, y la de Campana 1.

IV.) *Lavado.*

Terminada la lixiviación, se debe lavar en seguida la celulosa, con objeto de eliminar el exceso de alcali que pudiera haber y además para extraer todas las materias incrustantes y pécticas, solubilizadas o destruidas por la lejía; en el caso en que los lixivadores trabajen con lejías de cal, el lavado debe hacerse cuidadosamente para librar a las fibras de las sales o compuestos calcáreos depositados sobre ellos.



LIXIVADOR ESFERICO ROTATIVO
(Fig. 1)

En las fábricas modernas que trabajan con lejías alcalinas de soda siguiendo métodos racionales y mantenidas bajo un control severo de fabricación, aprovechan las primeras aguas de lavaje residuales para la recuperación de la soda, a cuyo objeto lavan primero mediante la menor cantidad posible de agua caliente y limpia, dentro mismo de los lixivadores, completando luego el lavaje con cubas holandesas adecuadas, empleando agua en exceso, hasta obtener una completa eliminación de las materias extrañas.

No hay que descuidar esta operación, a primera vista simple, hasta tener la seguridad de que el lavado ha sido perfecto, pues una celulosa mal lavada, es difícil de blanquear y exige un consumo adicional de cloro, con el consiguiente perjuicio económico.

Esto explica el gran número de procedimientos que se emplean para el lavaje de las celulosas y que podemos resumir en los sistemas que a continuación se expresan:

a) *Lavaje en el lixivador.*

Se efectúa, como hemos dicho antes, solamente cuando se trata de recuperar las lejías residuales, para lo cual se hacen uno o dos lavajes con pe-

queña cantidad de agua caliente, obteniendo así soluciones más concentradas que las obtenidas en las holandesas; estas soluciones son luego evaporadas y concentradas y el residuo calcinado con el objeto de extraer la soda en ellas contenido.

Este lavado en los lixivadores no es perfecto y debe ser completado con un tratamiento subsiguiente en las holandesas con un exceso de agua.

b) *Holandesas lavadoras simples.*

Son cubas de forma elíptica en cuya parte central se dispone un tabique cuyos extremos no tocan las paredes, de modo que divide la holandesa en dos partes, formando un canal por donde circula la pasta, mediante la impulsión de cilindros provistos de paletas.

Otros cilindros recubiertos de tela metálica absorben el agua sucia, que arrojan al exterior de la pila mediante sifones internos o por ingeniosos dispositivos de tabiques inclinados.

Como las holandesas de lavado y blanqueo, son análogas a las desfibradoras, puede verse el croquis correspondiente a las mismas (Fig. 3), con la diferencia que las lavadoras no tienen platina ni cilindros con cuchillo, y son de una construcción mucho más sencilla.

Al mismo tiempo que se carga la holandesa con la pasta, se hace entrar el agua limpia, poniendo en movimiento los cilindros o ruedas de paletas y los lavadores.

La masa de pasta, se diluye en el agua, se mezcla y circula abandonando las partículas pesadas (arena), que son recogidas por canales transversales (Sabliers), dispuestos en el fondo de la cuba.

Las substancias solubles disueltas en el agua atraviesan la tela metálica y son arrojadas al exterior; continuando así la operación durante un número variable de horas hasta que se tenga la seguridad de que el agua de lavaje es perfectamente limpia. Esta operación exige un considerable consumo de agua, que varía con las dimensiones de la holandesa, con el número y tamaño de los cilindros o aparatos lavadores, con la clase de lejía empleada, etc., etc., calculándose aproximadamente que para lavar cada kilogramo de pasta se necesitan 100 litros de agua como mínimo.

c) *Holandesa doble de gran rendimiento.*

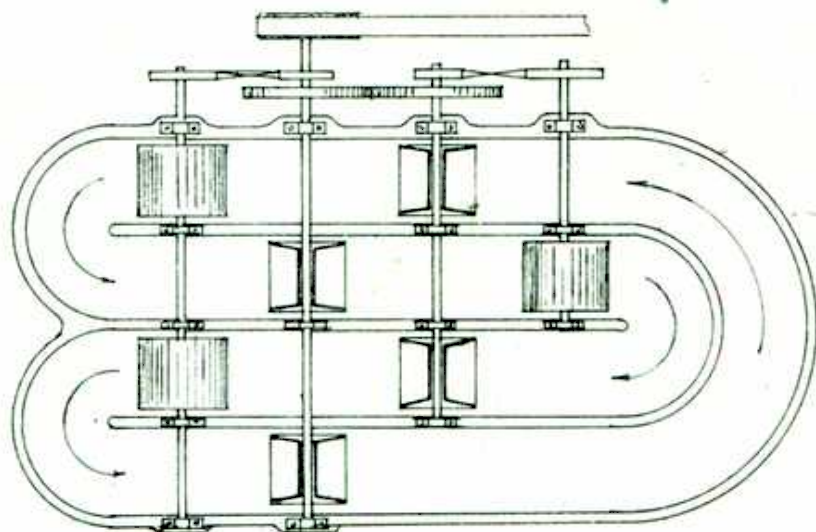
Es una novedad en esta industria, pues ha sido instalada por primera vez en 1905 en la papelería de León (España), para tratar precisamente celulosas de paja. La (Fig. 2) muestra la disposición de esta cuba, que según sus constructores, Kaindler-Radideau y Cía., ha dado buenos resultados, en lo que respecta al rendimiento y producción. En principio viene a ser la unión de dos holandesas simples, ingeniosamente combinadas, en las cuales se han dispuesto cuatro ruedas a paletas y tres cilindros lavadores.

d) *Lavador Lespermont.*

Este aparato se emplea cuando se hacen lixivaciones con soda que se

quiere aprovechar de nuevo, lo cual requiere un cuidadoso y perfecto lavado de la pasta con el mínimo posible de agua, para evitar gastos de concentración de las soluciones alcalinas sucias (aguas negras) antes de ser calcinado el residuo para la extracción de la soda que contiene.

El sistema ideado por Lespermont llena todas las condiciones necesari-



HOLLANDEJA DOBLE DE GRAN RENDIMIENTO

(Fig. 2)

rias para un buen lavado, con un gasto pequeño de fuerza motriz, siendo completamente automático su funcionamiento.

Consiste en dos largas series de piletas cuadrangulares (siete en un lado y seis en el otro) que tiene dispuestas dentro de cada una de ellas un tambor de forma ligeramente cónica, recubierto de tela metálica.

Alternando con estas piletas, hay otros tantos pequeños compartimentos, en cuyo interior existe un sistema de tubos curvos de los llamados "danaides", que giran sobre el mismo eje que los tambores. A los costados de las piletas hay dispuestos largos canales, por los cuales circula el agua y las pastas, estos canales tienen en el fondo travesaños y depresiones para retener la arena o cuerpos extraños.

La pasta recién lixiviada entra al lavador por uno de los compartimentos, donde los tubos "danaides" la recogen y la introducen en el cilindro provisto del tamiz correspondiente, a través de cuyas mallas se escurren las lejías sucias. La pasta recorre en el aparato un trayecto en zig-zag, mientras el agua de lavaje efectúa un camino inverso. Experiencias efectuadas sobre pastas recién lixiviadas que al penetrar en aparatos contenían 40 gramos de soda por litro en el líquido y 380 por kilo en la pasta, han demostrado que al salir del último tamiz N°. 13, el líquido apenas contenía 0,05 por litro en la solución y 2,6 grados de soda por kilo de pasta.

En lo que respecta a la producción, este aparato puede lavar 6.000 kilos de pasta en 24 horas.

e) *Cubas en serie de Shank.*

Este sistema es harto conocido de los fabricantes de soda, que lo emplean, sea para la extracción de la soda en las cenizas vegetales, sea para la purificación de sodas impuras y cristalización de las mismas. Consisten en una serie de recipientes iguales, cada uno de los cuales tiene un doble fondo perforado, sobre el que se coloca la sustancia a lavar. El agua atraviesa sucesivamente por todos, enriqueciéndose cada vez más en soda. Cada cuba puede aislarse de las demás para cargarla o descargarla de la pasta a lavar, de tal modo que el aparato es de funcionamiento continuo.

— V) *Desfibrado.*

A pesar de que la lixiviación ha destruído el cemento péctico que unía las fibras, éstas permanecen entrelazadas, adhiriéndose entre ellas y formando haces, que es preciso deshacer mecánicamente.

Es necesario que esta operación se efectúe con cuidado, para que el blanqueo posterior pueda ser todo lo eficaz que se desea.

Para proceder al desfibrado (que en el caso de los trapos se llama deshilado) se emplean aparatos diversos alguno de los cuales (Klein y E. Kirchner) van precedidos de dispositivos para la separación de las partes duras y nudos que pudieran dañar el resto de la fabricación, perjudicando el funcionamiento de los depuradores.

A continuación detallamos algunos de los aparatos desfibradores:

a) *Rompedor cónico, tipo "Cornell's".*

Este aparato, del tipo de los llamados "dusters", se compone de dos conos concéntricos muy próximos entre sí, permaneciendo fijo el cono exterior, mientras el más pequeño interno, gira a razón de 200 vueltas por minuto. Los dos están provistos interiormente de dientes alternados de modo que se entrecruzan al girar el cono central. La pasta se introduce en el espacio anular de ambos conos mediante una tolva superior, siendo desfibrada por los dientes a que hemos hecho referencia. Al mismo tiempo, una cierta cantidad de agua es introducida en el aparato para facilitar la operación y evitar la formación de grumos o entorpecimientos.

El rendimiento de estos aparatos se calcula en 1.000 kilos de materia seca desfibrada por hora con un consumo de 10 H. P., girando a razón de 200 vueltas por minuto.

b) *Holandesas desfibradoras.*

Son de igual forma que las holandesas lavadoras y hasta pueden servir para hacer simultáneas las dos operaciones.

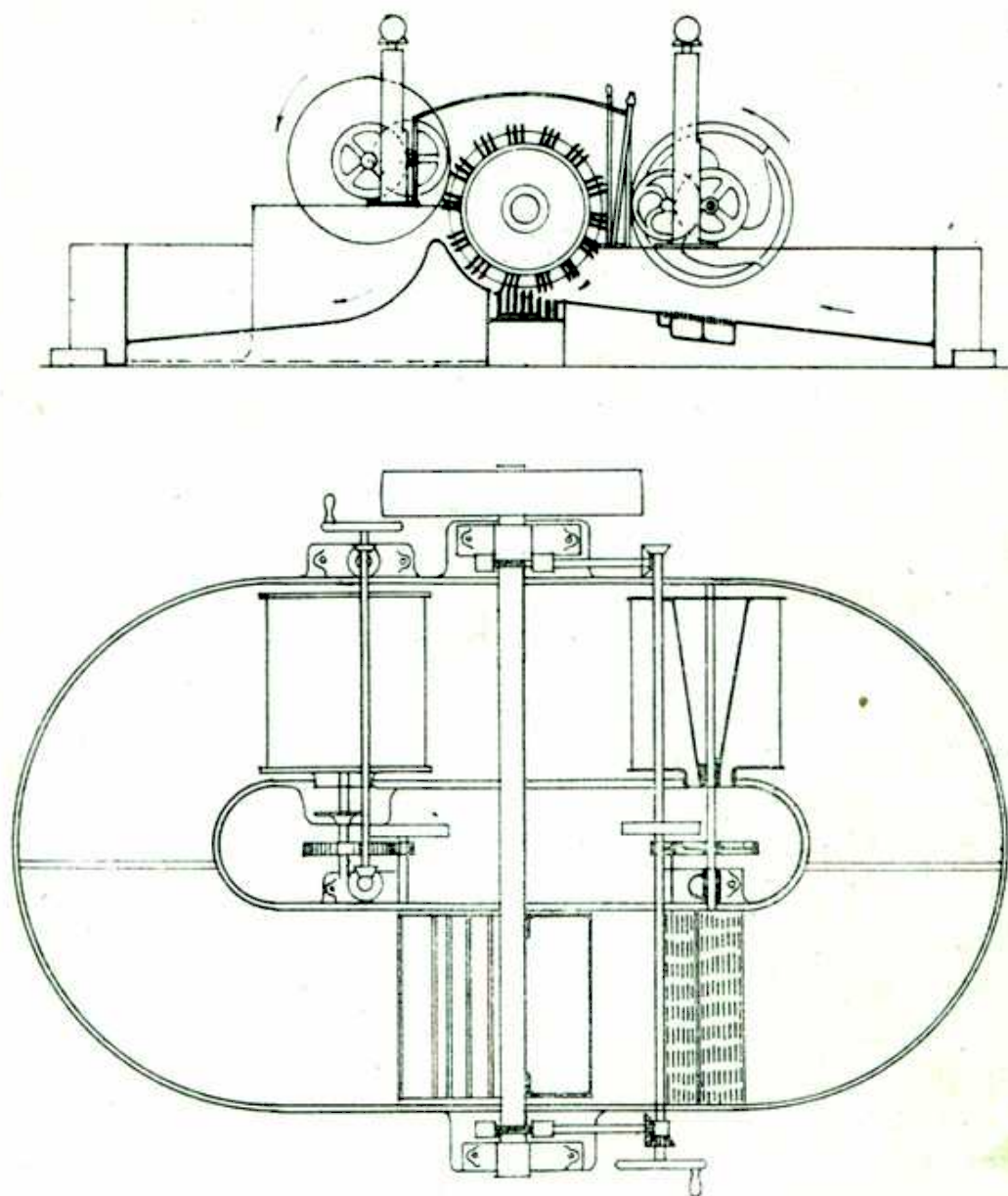
El fabricante de pastas para papel tiene en las holandesas un precioso auxiliar que con sus múltiples transformaciones sirven tanto de pilas de blanqueo como de desfibradoras, refinadoras, mezcladoras de pastas, cubas de coloración, encolado y carga.

“La Argentina”, de Zárate, posee 18 holandesas de diversas clases, “El Fénix”, de Campana, 14, y la fábrica de Bernal 16.

Las holandesas desfibradoras son del tipo indicado en la (Fig. 3).

Como puede verse, el fondo de uno de los canales se eleva en plano

HOLANDESA REFINADORA
Fig. 3



inclinado formando un semicírculo provisto de láminas cortantes perpendiculares a las paredes de la cuba; estas láminas o cuchillas, construídas de acero, formando series, se insertan en placas de madera o acero, llamadas *platinas* (P., Fig. 3), que se atornillan en el fondo del plano inclinado.

Dentro de la cavidad formada al final de este plano inclinado, gira un cilindro recubierto de platinas, que llevan también láminas cortantes paralelas a las anteriores, de las cuales están separadas por espacio de algunos

milímetros. Esta distancia entre las cuchillas del cilindro y las de la platina inferior pueden regularse a voluntad, subiendo o bajando el cilindro, y es de la mayor o menor separación de las láminas, la condición de que depende la eficacia desfibradora de la cuba.

Las cuchillas del cilindro pueden ir dispuestas de muy diverso modo, ya sea separadas unas de otras, o agrupadas en series de dos o más láminas.

En cuanto a su número total, varía con las dimensiones y diámetro del cilindro y la delicadeza del trabajo a efectuar.

No solo la disposición y forma de las cuchillas, sino también el sistema de las holandesas comunes, han sido objeto de múltiples modificaciones con el objeto de perfeccionar su labor y aumentar el rendimiento. A continuación indicamos algunos tipos de holandesas modificadas.

1) *Sistema Debić*. En las holandesas comunes el cilindro desfibrador ejecuta dos funciones distintas: en primer lugar, comunica a la masa su movimiento de circulación, mediante el girar de las cuchillas, que vienen así a funcionar como paletas; por otra parte, ejecuta el trabajo de las desfibradoras, propiamente dichas.

Con el objeto de efectuar una división del trabajo, Debić ha construido una holandesa que tiene una rueda a paletas curvas, las que elevan la pasta y la echan en la cavidad del plano inclinado, donde gira el cilindro, que es de pequeñas dimensiones y que puede cumplir así su trabajo de refinación sin recargo de trabajo, pudiendo ser regulado exactamente.

2) *Holandesa Hoyt*. En vez de estar formada por dos canales horizontales, tiene dos superpuestos, de tal modo que viene a ser una holandesa puesta en posición vertical, mientras el cilindro desfibrador y la platina conservan su posición primitiva.

El cilindro hace al mismo tiempo de elevador de pasta, la cual circula continuamente del canal inferior al superior y de éste baja nuevamente por un declive apropiado.

La dificultad de limpiar este conducto inferior, así como otras dificultades han hecho abandonar el uso de esta holandesa.

3) *Holandesa Hoyt - Horne*. Es una holandesa tipo mixto ideada por dichos autores con objeto de perfeccionar el tipo anteriormente dicho.

4) *Holandesa vertical Kacmpf*. Es una cuba de sistema parecido al de Hoyt, sólo que el cilindro es también vertical y en vez de tener cuchillas comunes, está provisto de láminas onduladas de forma helicoidal que funcionan como desfibradores y como elevadores de pasta.

5) *Holandesa de Escher Wyss*. Es una holandesa horizontal, pero en vez de tener forma de elipse como las del tipo común, presenta el aspecto de un S, teniendo el cilindro en el centro, lo que obliga a la pasta a efectuar un recorrido circular, bifurcándose en dos corrientes a derecha e izquierda para volver a reunirse de nuevo.

6) *Holandesa de Vallée*. Se diferencia de los demás tipos por la forma de los canales. El que lleva el cilindro es recto, mientras que el otro conserva la forma común. Este tipo de holandesa presenta la ventaja de que debido a su forma especial, la rueda a polea que mueve el cilindro, está en el centro de la cuba, en el espacio dejado libre por los dos canales, de modo que los operarios pueden circular libremente alrededor de ella sin peligro alguno.

VI) *Blanqueo*.

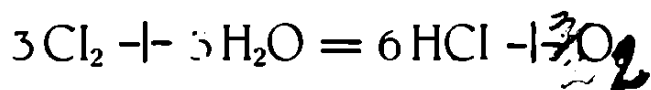
Acción de los agentes de blanqueo sobre las pastas.

Los agentes decolorantes suelen clasificarse en atención a su naturaleza química, en *oxidantes* y *reductores*, según sea la acción ejercida sobre la sustancia a blanquear.

Considéranse como oxidantes, el cloro, los hipocloritos alcalinos, el cloruro de cal, el ozono, el agua oxigenada, peróxido de sodio, persulfato y permanganato de potasio, etc., y como reductores, el ácido sulfuroso, los sulfitos y los hiposulfitos.

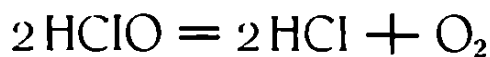
1) *Blanqueo por el cloro*.

El cloro y en general los hipocloritos que desprenden ese gas, actúan sobre el agua desprendiendo oxígeno.



La cantidad de oxígeno desprendida está en razón directa del cloro activo contenido en el hipoclorito y probablemente este oxígeno se encuentra al estado de ozono, lo cual explicaría el poder decolorante del cloro.

Análoga acción tiene el ácido hipocloroso, según lo muestra la siguiente reacción.



En la fabricación de las pastas para papel se utiliza de preferencia el cloruro de cal (polvo de blanqueo, bleaching-powder) e hipocloritos alcalinos, (líquidos de blanqueo). En cuanto al cloro gaseoso, ha sido abandonado casi por completo debido a la incomodidad de su uso, (molestias a los operarios), sin contar su acción demasiado enérgica que debilita la resistencia de las fibras.

Creemos innecesario exponer en detalle todos los métodos empleados para la preparación del cloro, desde el antiguo procedimiento de Scheele, modificado más tarde por Bertholet, hasta los modernos métodos basados en el empleo de la electricidad. Nos limitamos a indicar en el cuadro adjunto, la mayor parte de los procedimientos que se usan para la

Preparación del cloro gaseoso

A) *Procedimientos químicos.*

I) Por el HCl y MnO₂ (Scheele).

II) Por el HCl y el O del aire.

1) Deacon

2) Lamy

3) Mond

III) Por el HCl, nitratos y NO₂H.

1) Dunlop

2) Wallis

3) Sadler

4) Alsberge

4) Mond.

IV) De los cloruros.

1) Weldon Pechiney

2) Solvay

3) Naef

Procedimientos electrolíticos.

1) Vía húmeda.

a) Sin diafragmas, catodo líquido.

1) Kellner

2) Solvay

3) Castner

4) Rodin

5) Storer

6) Fab. Electrón.

b) Sin diafragma, catodo sólido

1) Richardson Holland.

2) Meister Lucius

3) Electrodo filtrantes

4) Campanas.

c) Con diafragmas.

1) Greewood

2) Le Sueur

3) Hargreaves y Bird

4) Outenin Chalandre.

Vía seca.

1) Hulin

2) Vautin

3) Ackner.

De los innumerables métodos ideados para la preparación del clo-

ro, pocos son los verdaderamente prácticos y económicos. En la actualidad, los procedimientos químicos indicados, no pueden en modo alguno competir con los electrolíticos, en los cuales el cloro es un producto secundario de la elaboración de la soda cáustica.

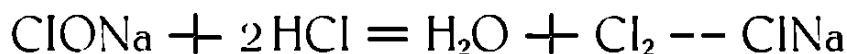
Sin embargo, aunque la fabricación del cloro electrolítico parece sencilla, diversos motivos de orden técnico han retardado su aplicación. Son conocidos los efectos destructores del cloro sobre el metal de los recipientes, el carbón de los ánodos y el ataque del alcali sobre las sustancias que componen los diafragmas.

Por otra parte, en la actualidad se emplea poco el cloro gaseoso y se recurre por lo general, en el blanqueo de las pastas, al empleo de los hipocloritos.

Hipocloritos alcalinos y polvos de blanqueo (Bleaching-powder)

La producción de los hipocloritos alcalinos ha adquirido en estos últimos años un desarrollo extraordinario, pues además de ser líquidos blanqueantes, poseen propiedades bactericidas, siendo ya de uso corriente entre nosotros como desinfectantes, con los nombres comerciales de Thalassol, Antibácter, etc., los cuales están constituídos por hipocloritos de sodio y magnesio.

Al actuar como decolorantes, ejercen una acción oxidante lenta, con desprendimiento de cloro que puede acelerarse por la adición de un ácido.



Los hipocloritos de sodio y potasio se presentan bajo la forma de soluciones con aspecto límpido, y color verdoso, que es muy pronunciado cuando se trata de preparaciones electrolíticas. Estos hipocloritos son tanto más estables cuanto más hidróxido de sodio libre contienen. En cuanto al hipoclorito de calcio (Cloruro de cal, comercial) es un polvo blanco, esponjoso con olor a cloro y con reacción alcalina.

En el cuadro siguiente indicamos algunos de los procedimientos empleados para la preparación de los hipocloritos:

Preparación de los hipocloritos

A) Hipoclorito de *sodio*.

a) Procedimientos químicos.

- 1) Cloro e hidrato de sodio
- 2) .. y carbonato de sodio
- 3) .. y sulfato de sodio
- 4) .. y fosfato ácido de sodio
- 5) Cloruro de cal y carbonato de sodio

- 6) y sulfato de sodio
- 7) y carbonato ácido de sodio.
- 8) y silicato de sodio.

b) Procedimientos electrolíticos.

- 1) Aparato de Haas y Oettel
- 2) .. de Andreoli
- 3) .. de Corbin
- 4) .. de Kellner
- 6) .. de Stepanoff
- 7) .. de Gerbauer y Knoffer
- 8) .. de Siemens - Schuckert
- 9) .. Siemens - Halske
- 10) .. de Schop.

B) Hipoclorito de *calcio*.

- a) Obtención del cloro.
- b) Absorción del cloro por la cal.
 - 1) En cámaras
 - 2) En aparato Hasenclewer
 - 3) En soluciones de $(HO)_2Ca$.

C) Hipoclorito de *potasio*.

- b) Preparación análoga a la de sodio.

D) Hipoclorito de *zinc*.

- a) Por el cloruro de cal y el sulfato de zinc.
- b) Por el cloro y el sulfato de zinc.

E) Hipoclorito de *aluminio*.

- a) Por el cloruro de cal y el sulfato de aluminio.

F) Hipoclorito doble de *sodio y magnesio*.

- a) Aparato de Hermite.

Las fábricas de papel del país utilizan como agente de blanqueo el cloruro de cal importado del extranjero; creemos que les reportaría positivas ventajas la instalación de una pequeña batería para producir hipocloritos electrolíticos, siguiendo en esto el ejemplo de muchas fábricas europeas y norteamericanas que preparan sus líquidos de blanqueo en esta forma.

En igualdad de condiciones y con el mismo porcentaje de cloro, estas soluciones electrolíticas son más activas que las de cloruro de cal, debido a que en estos productos de electrolisis existe siempre parte de ácido hipocloroso libre, que es más enérgico que el hipoclorito correspondiente.

En la ciudad de Buenos Aires funcionan con buen resultado varias fábricas de hipoclorito de sodio electrolítico, algunas de ellas con una producción diaria de 5.000 litros a una concentración de 13 gramos por litro, de cloro activo, lo cual es demasiado fuerte para el caso del blanqueo de pasta en que sólo se emplean soluciones al 0,2 %.

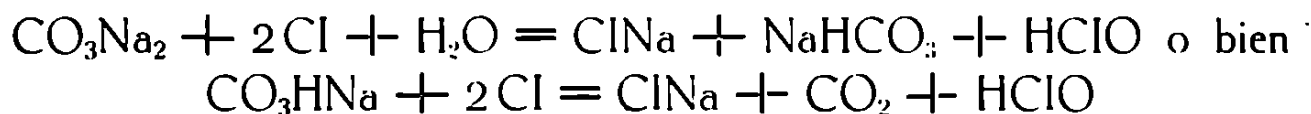
Las fábricas de papel pueden fácilmente adoptar esta modificación en el blanqueo con la absoluta seguridad de un buen resultado y a un precio insignificante, si se consideran las potentes instalaciones eléctricas de que disponen; entendiéndose desde luego que *no se trata de instalar costosos aparatos para fabricar soda y cloro en gran escala, sino de un simple aparato de electrolisis sin diafragma que deje mezclar los productos de la descomposición del cloruro de sodio y cuya instalación ocupa a lo máximo un metro cuadrado de superficie.*

Preparación del hipoclorito de sodio

El procedimiento que consiste en tratar la soda cáustica por el cloro gaseoso, de acuerdo a la siguiente reacción:



y en el que se necesitan 2 de hidrato sódico y 2 de cloro para producir 1 de ClONa ha sido abandonado debido al elevado precio de estas dos substancias, y lo mismo puede decirse de la preparación con cloro y carbonato de sodio.



En cuanto al sulfato sódico, aunque más económico que el hidrato y el carbonato, presenta el inconveniente del alto precio del cloro.

La preparación con hipoclorito de calcio y carbonato de sodio es universalmente empleada, debido a la excelente calidad del producto resultante y a la rapidez de preparación, por la facilidad con que el carbonato de calcio resultante precipita y se separa sin necesidad de filtrar bastando con una simple decantación de la solución límpida.

El alto precio alcanzado por el carbonato de sodio ha hecho generalizar el uso del sulfato de sodio, aunque tiene el inconveniente de no efectuar una precipitación tan rápida y completa como en el caso del carbonato, pero se acostumbra a solucionar este inconveniente con una especie de método mixto, consistente en agregar primero el sulfato y al cabo de unas horas, previa decantación, agregar una pequeña cantidad de carbonato para precipitar las porciones de cal que aún no lo hubieran sido.

Por lo que se refiere a los métodos electrolíticos, su uso se va generalizando de día en día, aunque se comprende que esta elaboración mediante baterías de electrolizadores, no es tan sencilla como los simples procedimientos de decantación y precipitación, pero una vez elegido convenientemente el aparato y determinadas las concentraciones de solución, su empleo resulta más cómodo y económico que el procedimiento de echar el cloruro

de cal en el agua y remover largo rato sufriendo los efectos corrosivos del cloro desprendido, con evidente perjuicio de la salud de los operarios.

Al instalar estos aparatos debe tenerse en cuenta que una temperatura elevada disminuye la producción de hipocloritos a causa de la formación del clorato. Es necesario asimismo prever las reducciones producidas por la descomposición secundaria del agua, descomposición que aumenta a medida que crece el porcentaje de combinaciones oxigenadas del cloro.

De todos los aparatos para la elaboración de hipocloritos, tal vez el de más fácil construcción es el de *Haas*, el cual con las modificaciones introducidas por *Oettel*, ha sido perfeccionado de tal modo que trabaja sin necesidad de ser vigilado constantemente.

El aparato está constituido por una caja cuadrangular, en cuyo interior van dispuestos varios tabiques planos transversales formados por láminas de carbón paralelas entre sí.

Estas placas de carbón, que funcionan como electrodos (menos el electrodo extremo de la serie (catodo) que es de plomo), se hallan sostenidas por marcos, de substancias no conductoras, y están perforadas por orificios dispuestos alternativamente, obligando al líquido a recorrer un camino en zig-zag.

Este aparato, trabajando con soluciones de ClNa a 4 - 5"Be, puede dar un líquido decolorante con tres gramos de cloro activo por litro. Otro modelo de este aparato, provisto de sistema refrigerante y de circulación continua, puede dar soluciones concentradas hasta con 10 grados de cloro activo por litro.

El dispositivo de electrolisis imaginado por *Andreoli*, consiste también en una caja rectangular en cuyo interior hay una serie de 20 anodos paralelos formados por marcos de cobre o hierro esmaltado, que sostiene cada uno una serie de parrillas constituidas por varillas de carbón. Los catodos son 2 solamente, de pequeño tamaño y contruidos con láminas de hierro perforado; estos catodos están dispuestos entre 2 vasos porosos llenos de MnO_2 o de otros oxidantes, con objeto de impedir que el hidrógeno desprendido reduzca al hipoclorito. (Filtros de hidrógeno).

El aparato de *Kellner* (Patentes alemanas 99.880 y 104.442 de 1894 y 1896) es uno de los más generalizados en la actualidad y su descripción puede verse en los tratados de uso corriente. La cuba de electrolisis contiene los electrodos que primitivamente se construyeron con láminas de platino y en la actualidad con redes del mismo metal, sostenidas por cuadros adecuados o por láminas de vidrio.

Un sistema de bombas pone en circulación el líquido, haciéndolo pasar varias veces por la cuba de electrolisis, hasta obtener la concentración requerida.

El aparato de *Stepanoff* puede producir mezclas de hipoclorito de so-

dio y de calcio en soluciones muy concentradas que pueden llegar hasta 15 y 16 gramos por litro. Las cubas de electrolisis dispuestas en escaleras o plano inclinado, son cajas muy chatas construídas de plomo y que hacen de electrodos negativos; en el interior están dispuestos los electrodos positivos formados por delgadas láminas de platino de 20 x 40.

La solución entra por el recipiente superior y después de haber sufrido una parcial descomposición va pasando sucesivamente por los recipientes escalonados en el plano inclinado, aumentando cada vez más el porcentaje de hipoclorito formado.

El sistema de *Gebauer y Knoffer* tiene una ingeniosa disposición pero no ha dado buenos resultados en su utilización industrial, y la misma "Sociedad Gerbauer" ha abandonado la explotación de su aparato.

El aparato *Corbin* funciona con buen resultado en la papelería de Berge situada en Lancey, y en la tintorería de Thaon, en los Vosgos. Está constituido por una cuba, en cuyo interior hay una serie de 13 cuadros de ebonita u otra substancia aisladora, cada uno de los cuales sostiene en su centro una pequeña lámina de platino. Las dos paredes opuestas de la cuba tienen dos ventanas cuadradas que se hallan herméticamente cerradas por medio de láminas de platino, que hacen de electrodos y que se aplican sobre ellas.

Como en general para blanquear 100 kilos de pasta se necesitan 20 kilos de cloruro de cal y este aparato blanquea 750 kilos de pasta de madera en 24 horas, puede decirse que produce el equivalente de 150 kilos de hipoclorito de calcio o sea 50 kilos de cloro activo aproximadamente. Además, la casa Corbin se sirve de este aparato para llevar "al extra-blanco" la celulosa ya blanqueada por el procedimiento de Mischerlich (bisulfito de calcio a presión).

El sistema de *Siemens y Halske* está puesto dentro de la holandesa de blanqueo de modo que la producción de hipoclorito se efectúa en el seno mismo de la pasta.

El aparato de electrolisis está constituido por láminas de cobre recubiertas de platino por una de sus caras (lado anódico) y amalgamado por la otra (lado catódico); todas sostenidas por bastones de vidrio revestidos de caucho endurecido. La sal necesaria se agrega de modo que la solución blanqueante sea mantenida a una determinada concentración (aproximadamente 0,2 % de cloro activo).

El sistema de la Sociedad *Schuckert* (Nuremberg) está formado por una cuba rectangular dividida en compartimentos separados por tabiques de vidrio, arreglado de tal modo que para 18 de estos corresponde una tensión de 110 volts.

Delante de cada cuba con 9 células de electrolisis se pone una pequeña célula de refrigeración que contiene un serpentín generalmente de vidrio con objeto de mantener la temperatura a 30° - 35°.

El catodo es de carbón y el anodo es de platino, y en cuanto al electro-lito está formado por una solución de sal al 10 %.

Esta clase de aparatos pueden dar hasta 20 y 25 grados de cloro activo por litro y funcionan en varios países de Europa. En Suecia existe una instalación de esta clase que consta de 42 electrolisadores y en Finlandia otra de 24, construídas por la Sociedad Schuekert.

El aparato *Schoop* (patente alemana 118.450 de 1890 y 121.525 de 1900) consiste en una serie escalonada de células electrolíticas, cada una de las cuales contiene largos canales de poca altura, en cuyas paredes están dispuestos los electrodos formados por redes de hilos de platino. Por estos canales circula la solución que sale por un orificio de la célula.

Geoffrey Martín en uno de sus artículos publicados sobre "bleaching powder and hipoclorites", cita un trabajo de Musprat el cual ha logrado preparar *hipoclorito de sodio sólido* conteniendo 60 % de cloro activo (Journal of. Chem. Ind. 1913, pág. 592).

Se conocen otros trabajos anteriores de Muspratt y Smith (1894 y 1899) sobre conservación de hipocloritos en solución.

Haciendo pasar exceso de cloro en una solución concentrada de soda se obtienen cristales de la fórmula $\text{ClONa}, 6\text{H}_2\text{O}$.

Preparación del hipoclorito de cal

Hemos expuesto ya los diferentes métodos para obtener el cloro y no volveremos sobre ellos. En cuanto a la absorción del cloro por la cal, puede hacerse en cámaras bajas con paredes de plomo o madera embreada, provista de tubuladuras con cierre hidráulico para la llegada del cloro. Como a pesar de todas las precauciones tomadas, el cloro produce efectos perniciosos en los obreros encargados de descargar las cámaras, se prefiere efectuar la absorción por la cal mediante los aparatos mecánicos de Hasenclever, de uso corriente.

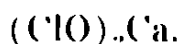
En 1906 la Griesheim-Elektron comenzó a fabricar hipoclorito de calcio puro con una riqueza no menor de 80 a 90 % de cloro activo (patente alemana 188,524 de 1906). El procedimiento consiste en saturar de cloro una solución concentrada de cal, agitando continuamente; se filtra el líquido y se evapora en el vacío obteniéndose así, *cristales de hipoclorito de cal*.

Más tarde (1907) este procedimiento ha sido en parte modificado (patente alemana 195,896) estableciendo concentraciones especiales para las soluciones de hidrato sódico.

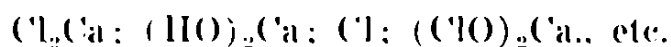
Constitución del hipoclorito de Calcio—

Dada la analogía de sus propiedades con los demás hipocloritos ClONa ,

CLOK, etc) debería lógicamente aceptarse como fórmula de constitución la siguiente:

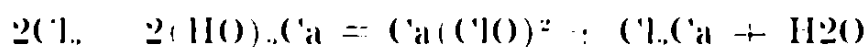


pero como se trata de una substancia muy inestable y difícil de estudiar, y hay que tener en cuenta además la mezcla de cuerpos que entran en su composición:

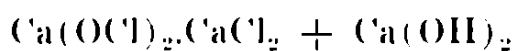


se comprende el sinnúmero de conclusiones distintas a que han llegado los investigadores que de esta cuestión se han ocupado.

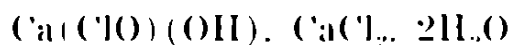
Desde luego sería aceptable la reacción:



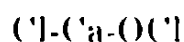
Sin embargo, no parece prácticamente probado que el cloruro de cal tenga hipoclorito de calcio y el tema es aún motivo de discusión. Ballard le atribuye la fórmula



mientras que Stahlischmidt propone asignarle la siguiente:

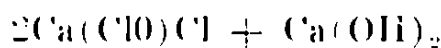


Actualmente la fórmula más favorablemente recibida es la sugerida ya en 1861 por W. Odling, el cual resumió los componentes esenciales del cloruro de cal en la forma:

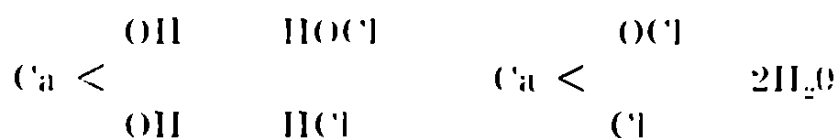


a cuyo compuesto se hallaría *mezclado* el $(\text{OH})_2\text{Ca}$ no *combinado* aún.

El producto comercial impuro está mejor representado por la fórmula:



La formación del compuesto Cl-Ca-OCl que acabamos de ver, es debida a la neutralización de la cal por una molécula de cada uno de los ácidos formados por la acción del cloro presente.

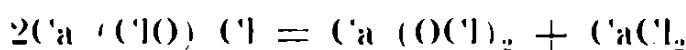


Es muy probable que la fórmula de Odling sea más correcta que la propuesta por Balard y Stahlischmidt, si se tienen en cuenta las consideraciones siguientes:

1) Un buen cloruro de cal no es delicuescente, pero sí lo es si contiene Cl_2Ca ; también el Cl_2Ca es fácilmente soluble en alcohol y el extracto alcohólico del cloruro de cal es muy pequeño.

2) El cloro puede ser completamente expulsado del compuesto por CO_2 húmedo a 70° , mientras que el Cl_2Ca no es descomponible.

En general se puede decir que un cloruro de cal *sólido y seco* no contiene hipoclorito de cal, pero tan pronto como el cloruro de cal pulverizado se echa en el agua, se descompone así:



El hipoclorito y el cloruro de calcio, pasan en solución junto con el hidrato de calcio no descompuesto, que forma un precipitado insoluble y transmite su alcalinidad a la solución.

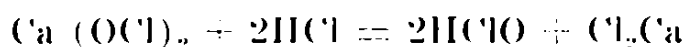
Por otra parte, se ha sugerido la idea de que se produzca una hidrólisis en el hipoclorito de calcio con formación de ácido hipocloroso libre.



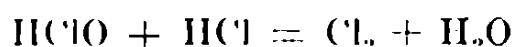
Prácticamente al emplear el cloruro de calcio (polvo de blanqueo) se apresura el desprendimiento del cloro activo, mediante el agregado de ácidos.



Es probable que la liberación del cloro sea precedida por la formación de ácido hipocloroso:



este ácido hipocloroso, que es muy inestable, se descompone con un exceso de ácido desprendiendo cloro.



El agregado del ácido debe hacerse diluído y con cautela para no producir reacciones violentas y ataques demasiado enérgicos de las fibras que toman en este caso un color amarillento persistente en vez de blanquearse. Cuando no se cree conveniente agregar ácidos fuertes, se recurre a otras sustancias como el bicarbonato de sodio, el alumbre, los ácidos orgánicos (fórmico, acético) y el ácido carbónico, que tienen una acción más lenta aunque no tan enérgica y completa como el SO_3H_2 .

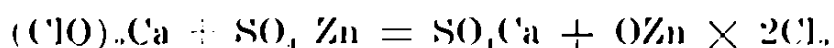
Para no dañar las fibras y teniendo además en cuenta que parte del cloro se desprende sin el agregado de SO_3H_2 , no se pone la cantidad teó-

rica de este último sino mucho menos, es decir de 4 a 6 Kg. de SO_4H_2 a 65° Be diluídos en 4 partes de agua para cada 100 Kgs. de cloruro de cal. Esta cantidad puede reducirse un tercio menos por calentamiento de la masa a 50° o 60°, lo que produce un desprendimiento mayor de cloro. El calor es suministrado por un serpentín del cual están provistas algunas holandesas de blanqueo.

El agregado y disolución del cloruro de cal se facilita mediante aparatos especiales llamados *cloroextractores* con los cuales se obtiene una economía de 10 a 20 % sobre el producto agregado directamente a mano. Consisten simplemente en pequeños molinos de piedra que reducen el cloruro de cal a una fina papilla que se envía a los tanques de disolución y decantación. Funcionando a razón de 30 giros por minuto, absorben $\frac{1}{2}$ caballo de fuerza y pueden disgregar 300 Kgs. de cloruro de cal por hora.

Hipoclorito de zinc.

Se obtiene descomponiendo una solución de sulfato de zinc por medio del hipoclorito de calcio, según la ecuación:



por la cual se vé que el hipoclorito de zinc sería más bien una solución de cloro que tiene en suspensión el SO_4Ca y el OZn .

Este hipoclorito ha sido empleado en algunas papelerías para el blanqueo de las pastas, pero actualmente es muy raramente usado.

Hipoclorito de aluminio.

Ha sido también muy empleado con el nombre de "licor decolorante de Wilson", en el blanqueo de pasta y tejidos de hilo.

Se obtiene descomponiendo el cloruro de cal por el sulfato de aluminio sin adición de ningún ácido mineral u orgánico. El sulfato de aluminio se descompone rápidamente en Cl_2Al y oxígeno activo, que le da sus propiedades blanqueantes.

Hipoclorito doble de sodio y magnesio.

Este hipoclorito, que antes se usaba sólo para el blanqueo, ha tenido últimamente una nueva e importante aplicación como desinfectante (Método Carrel). Cuando se destina a este uso, se *neutraliza* cuidadosamente con ácido bórico para disminuir la acción irritante de la primitiva solución alcalina.

Los primitivos aparatos de Hermite para la preparación de este hipoclorito doble eran construídos para uso doméstico imitando la forma de un filtro común para agua, pero en cuyo interior se disponían los aparatos electrolizadores.

Más tarde fueron industrializados estos aparatos (que funcionaban con *agua de mar*) y se construyeron grandes cubas de un tipo especial conoci-

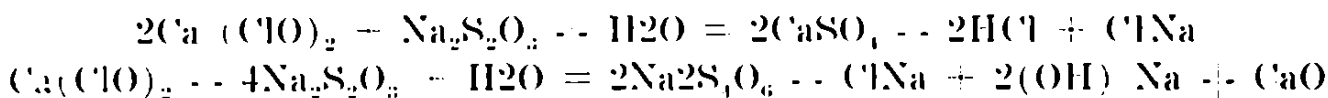
das con el nombre de aparatos de *Hermite* o de *Klinsieck-Laurent*. Los electrodos están formados por bastidores de ebonita, que sostienen redes de platino; entre estos bastidores se disponen discos giratorios de zinc cuya superficie se mantiene pulida mediante cuchillos rascadores especiales.

Anticloros.

Cuando se ha empleado alguno de los procedimientos al cloro y se considera la pasta suficientemente blanqueada, se procura eliminar lo más rápidamente posible el cloro residual que siempre queda en las fibras y que se reconoce por medio de un ensayo con engrudo de almidón iodurado.

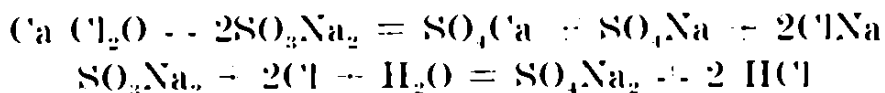
La presencia de cloro en exceso amarillea la pasta al cabo de algún tiempo por un ataque demasiado prolongado sobre las fibras.

Para evitar el trabajo y las pérdidas de sustancias causadas por un lavaje enérgico, se prefiere recurrir a los *anticloros* que anulan los efectos de las últimas trazas de cloro que pudieran quedar en la solución. El más usado de estos es el hiposulfito de sodio que actúa de acuerdo a las siguientes reacciones:

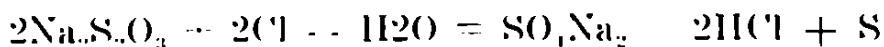


Sin embargo, a pesar de ser el hiposulfito un excelente anticloro, no se emplea mucho debido a su acción perjudicial sobre ciertas partes delicadas de las máquinas (telas metálicas).

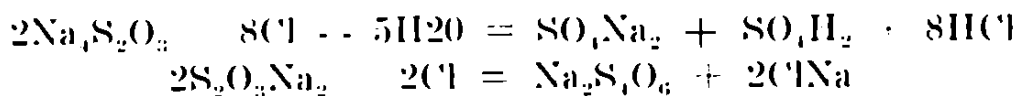
En su lugar se emplea el sulfito de sodio ($\text{SO}_3\text{Na}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), que actúa lo mismo que el hiposulfito.



o sea para el hiposulfito:



o bien



Además de los dos cuerpos anteriormente citados, suelen emplearse también como decolorantes, el sulfito de calcio, el cloruro estagnoso y el amoníaco, etc.

EL MnO_2K como agente de blanqueo

1) *Blanqueo del algodón, por el MnO_2K .*

La decoloración efectuada por este método tiene la ventaja de no atacar las fibras como en el caso del procedimiento al cloro. Se calcula de tres

a cuatro kilos la cantidad de permanganato necesaria para blanquear 100 Klbs. de pasta, que haya sufrido las operaciones que preceden al blanqueo (Lavado, desfibrado, etc).

Para efectuar la decoloración por este método se comienza por preparar una solución ácida de permanganato (30 miligs. de MnO_4K y 22 miligs. SO_4H_2 por litro) y en ella se echa el algodón hasta completa decoloración del líquido.

Este algodón se saca de la pila de blanqueo y se lava con abundante agua para eliminar la mayor parte del óxido de Mn adherido a ella. Esta eliminación se completa añadiendo una solución diluída de SO_4H_2 . Terminado este tratamiento con ácido, se lava la pasta con solución muy diluída de CO_3Na_2 para neutralizar el exceso de ácido, volviendo a lavar después con agua sola.

II) *Blanqueo de la celulosa bruta, por el MnO_4K .*

Tanto las celulosas al sulfito como las celulosas a la soda, pueden ser blanqueadas por soluciones de MnO_4K muy diluídas y acidificadas por SO_4H_2 . Este procedimiento consume MnO_4K en proporción de 2 a 15 % sobre el peso total del producto considerado seco.

Para efectuar el tratamiento se procede en la forma siguiente:

a) Se diluye la celulosa en agua (5 % de celulosa) y se introduce agitando, la cantidad necesaria de MnO_4K en solución (1 o|oo) acidificada, con SO_4H_2 .

b) La celulosa se trata repetidas veces por agua, procurando arrastrar las sales de manganeso adheridas a las fibras, (puede completarse la eliminación por tratamientos con SO_4H_2 o por bisulfito de sodio y SO_4H_2).

c) Cuando se considera que todo el óxido de manganeso precipitado sobre las fibras, ha sido separado, se lava la masa con solución de CO_3Na_2 al 1 o|oo, y luego con agua limpia.

III) *Blanqueo del lino por el MnO_4K .*

Exige una larga serie de operaciones que se detallan en el capítulo de "Materias primas - Paja de lino".

Es natural que en el transcurso de todas las operaciones efectuadas para el blanqueo, se pierde una cantidad de substancia que está en relación con el número y duración de las distintas operaciones y con la constitución de la substancia tratada.

Esta pérdida puede llegar a veces a un 10 % cuando se trata de procedimientos enérgicos o prolongados para substancias difíciles de blanquear. Así el tejido de lino blanco pierde un 3 % y el colorado un 4 %; el de algodón blanco un 4 % y el de color un 5 %; el cáñamo un 4 % y las telas ordinarias y cuerdas un 7 %.

Ciertos deterioros que se observan a veces en el papel, son atribuídos al empleo de métodos decolorantes demasiado enérgicos, que oxidan las celulosa transformándola en oxiceulósas, cuerpos de función aldehídica y por lo tanto alterables.

Esta acción se observa muy frecuentemente en la celulosa de la paja y del esparto, que se transforman fácilmente en oxiceulósas, las cuales se gelatinizan por el agua de tal modo que la masa fibrosa que contienen se disgrega fácilmente.

Por lo común, la celulosa normal resiste bien a esta acción oxidante del cloro, pero no debe olvidarse que un exceso de éste o una acción demasiado enérgica puede dar derivados clorados amarillos con los residuos leñosos de las fibras que contengan lignina.

Operaciones especiales y acabada de la pasta.

Refinación.

La pasta que ha sido ya tratada en los desfibradores y pilas de blanqueo, necesita ser sometida a una refinación ulterior con objeto de dar a las fibras mayor homogeneidad al mismo tiempo que las reduce a menores proporciones facilitando la operación subsiguiente del encolado.

La refinación puede efectuarse con dos clases de aparatos:

1) *Holandesas refinadoras.* Son de una construcción análoga a las desfibradoras, diferenciándose sólo en el número de cuchillas del cilindro y de la platina, en la velocidad con que marchan y precisión de los engranajes. El número de los cuchillos que se insertan en el cilindro de las refinadoras varía de 60 a 90, por lo general, pero en todos los casos es mayor que en las desfibradoras, que tienen de 15 a 30 por cilindro.

2) *Refinador cónico.* Este aparato es conocido con los nombres de cone-breaker, refinador de Jordán, refinador de Marshall y consiste en un tronco de cono fijo en cuyo interior se han dispuesto un gran número de láminas cortantes que siguen la dirección del eje del cilindro. En el interior de este cono fijo, se dispone otro móvil, cuya superficie externa está recubierta de láminas cortantes, separadas por una pequeña distancia de las que recubren las paredes internas del cono fijo.

Este cono móvil está animado de un rápido movimiento giratorio y la pasta introducida en el espacio anular es refinada rápidamente, saliendo por la base mayor del cono. Los refinadores cónicos pueden funcionar sin interrupción, suprimiendo la pérdida de tiempo que en las holandesas se consume en la carga y descarga de la pasta. Además, ocupan poco espacio y consumen menos energía que las holandesas.

Por lo que respecta al grado de refinación, puede medirse con el aparato que se indica en el capítulo de análisis de pastas. A falta de éste se practica un ensayo rápido echando un puñado de pasta dentro de un vaso

con agua; si se observa una apariencia lechosa y uniforme, la operación está bien terminada, si por el contrario se ve la presencia de grumos, hay que continuar la refinación

Encoladura.

Tiene por fin hacer parcialmente impermeable el papel al agua y a la tinta, dándole al mismo tiempo una mayor resistencia.

Puede aplicarse la encoladura sobre las hojas de papel ya fabricado, pero se prefiere actualmente efectuar el encolado en el seno mismo de la masa antes de agregarle los colorantes y materias de carga.

Antiguamente se empleaba tan sólo la cola animal, que se aplicaba sobre el papel superficialmente. Illig en 1806 propuso emplear las resinas convenientemente tratadas con soda y alumbre para substituir a la gelatina, y este es el encolado que hoy universalmente se usa, pero conservando aún el encolado animal para los papeles finos o de gran resistencia.

Sin embargo, el encolado vegetal no daba siempre resultados aceptables, lo cual se debía en la generalidad de los casos al modo empírico de preparar la resina libre; operación aparentemente sencilla, pero que exige el conocimiento exacto de los cuerpos reaccionantes.

Los trabajos de Wurster en 1878 arrojaron plena luz sobre la explicación racional de este proceso y su teoría del encolado es hoy universalmente aceptada.

La operación del encolado vegetal a la resina se puede considerar dividida en dos fases:

1) *Solubilización de la resina.* Se efectúa mediante saponificación con carbonato de sodio, siendo el ácido resínico suficientemente fuerte para desalojar el CO_2 de la sal. La fórmula $(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_2)$ propuesta por Wurster posee más visos de veracidad que otras, dado que la colofonia o resina del comercio contiene una mezcla de sustancias diversas aunque con preponderancia del ácido resínico antes citado, que se considera en la práctica para cálculo de las reacciones como el único constituyente de la colofonia.

La saponificación de la colofonia fué explicada por Wurster de acuerdo a la reacción siguiente:



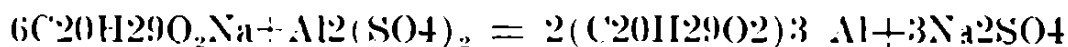
Las experiencias de Klemm han mostrado que la resina no se disuelve en los alcalis, sino que hay formación de un verdadero jabón; estos jabones no se disuelven entre sí pero disuelven resina libre; los ácidos descomponen el resinato de sodio, formándose resina libre y la sal alcalina correspondiente. Por otra parte, el jabón de resina se diferencia de los otros jabones conocidos en que no precipita por el agregado de ClNa .

2) *Separación de la resina libre.* Puede emplearse para esto el SO_4H_2 , aunque actualmente se prefiere el empleo del sulfato de aluminio, que no solamente descompone el jabón, sino que actúa como mordiente ayudando a fijar la resina sobre las fibras.

En el primer caso obra como si fuera SO_4H_2 libre:



por otra parte se forma resinato de aluminio, es decir, que en este caso el sulfato de aluminio obra como sal:



parte de este resinato se descompone en presencia de un exceso de sulfato de aluminio:



Otras substancias empleadas para el encolado.

Además de la resina se han propuesto diversas substancias para substituir al encolado animal; tales como el almidón y sus derivados, la caseína extraída de la leche y solubilizada con lejías alcalinas; la viscosa (derivado de la celulosa), y hasta una resina sintética preparada por Baeyer y Chamician.

Carga.

Consiste esta operación en el agregado de materias minerales, sea con objeto de darle tintes especiales o corregir los que presenta la pasta, sea para aumentar el peso del papel. Estas substancias son de variadísimas clases (Kaolin, creta, SO_4Ba , esteatita, etc.) y su enumeración puede verse en los manuales corrientes.

Coloración.

Los colores minerales empleados actúan a la vez como materias de carga y es por esto que se involucra a veces esta operación con la anterior: (carga).

Todos los colores al cromo, los sulfuros, los ferro y ferricianuros, el ultramar, etc., tienen aplicación en la coloración de la pasta y lo mismo puede decirse del uso de los diversos matices obtenidos con los colores de anilina que son universalmente empleados, sobre todo para papeles finos que no llevan materias de carga.

P A R T E 3^A

FABRICACION DEL PAPEL

- I) Fabricación del papel a mano.
 - II) Fabricación del papel a máquina.
-

FABRICACION DEL PAPEL

1) *Fabricación del papel a mano.*

A pesar de los progresos de la elaboración mecánica del papel, se sigue aun fabricando el llamado papel a mano o a la cuba, que si bien es cierto presenta inconvenientes (dificultad de una gran producción y necesidad de tener operarios muy prácticos), compensa sin embargo estas dificultades con la excelente calidad de los papeles producidos.

Tan es así, que los papeles filigranados, los documentos bancarios, los billetes financieros, los títulos, el papel moneda, las cartas y papeles de lujo, y en general todos los productos similares, son en la actualidad, con raras excepciones, fabricados mediante el antiguo procedimiento a mano; empleando pasta a base de materias primas de óptima calidad, bien refinadas, y procurando agregar lo menos posible las llamadas materias de carga.

No obstante, las máquinas continuas pueden proporcionar papeles de inmejorable calidad, siempre que en su composición entren pastas convenientemente preparadas, pero como el papel que fabrican comunmente tiene un empleo de un tiempo limitado, es elaborado con el cuidado mínimo indispensable para esta corta duración y a base de las pastas más económicas.

La elaboración del papel a mano se halla descripta con meticulosa exactitud y con gran lujo de detalles en los manuales de uso corriente, por lo cual sólo haremos aquí una breve descripción del procedimiento.

El útil principal que sirve para fabricar el papel a mano se llama *forma*; es un cuadro rectangular de madera recubierto con una tela metálica, y el todo armado en una cubierta o bastidor.

La altura de esta cubierta regula el espesor del papel, y su perfecto montage requiere la mano experimentada de un obrero hábil.

Una instalación para fabricar papel a mano tiene además de una serie de formas, varias cubas de madera calentadas a vapor o a bañomaría; agitadores, prensas, etc.

Esta elaboración exige la presencia de tres obreros por cuba:

- 1.º El *ouvreure* (*puisseur, prenditore*)
- 2.º El *coucheur* (*ponitore*)
- 3.º El *levenr* (*levatore*).

El 1.º, sumergiendo la forma en la cuba, fabrica la hoja; el 2.º, extiende dicha hoja sobre un fieltro; el 3.º, después de prensadas extrae las hojas húmedas interpuestas entre los fieltros.

El 1.º, teniendo la forma por los lados menores, la sumerge en la cuba según una inclinación de 60° - 70°, y la saca horizontalmente, imprimiéndole al mismo tiempo un movimiento oscilatorio con objeto de repartir unifor-

niamente la pasta en toda la superficie, habiendo tomado la cantidad necesaria para obtener el espesor de una hoja de papel.

Una vez escurrida la mayor parte del agua, pasa la forma así preparada al 2.º operario; éste pone un fieltro sobre una bandeja de madera provista de dos asas, luego imprime a la forma un cuarto de círculo, haciendo caer la hoja sobre el fieltro y pasando la forma vacía al 1.º.

Durante este tiempo el 1.º ha aplicado la cubierta a una segunda forma y ha fabricado otra hoja, que pasa de nuevo al 2.º, el cual las va colocando alternadas con fieltros hasta formar una pila de un determinado número de hojas que se llama *mano*.

Dos expertos operarios que sepan regular su trabajo de modo que coincidan sus movimientos, pueden hacer por día de 4.000 a 5.000 hojas.

Terminada una mano o carga es llevada a la prensa para ser comprimida cuidadosamente, dependiendo en gran parte de esta operación la resistencia y lisura del papel.

Retirada la mano de la prensa y mientras el 1er. obrero carga la cuba con una cantidad de pasta equivalente al peso del papel que contiene la *mano*, comienza el trabajo del tercer operario, el cual saca una por una las hojas del papel separándolas de los fieltros y colocándolas en una pila aparte, que recibe el nombre de *mano o carga blanca*.

Si el prensado ha sido poco enérgico o mal hecho, la separación de los fieltros y las hojas es difícil, debido a que la pasta sin consistencia se deshace entre los dedos al tirar.

Si, por el contrario, el prensado ha sido demasiado fuerte, la hoja se adhiere fuertemente al fieltro y arrastra parte de los filamentos de la lana.

Las hojas así obtenidas son llevadas generalmente al secador, pero si se desea obtener un papel de calidad superior, es necesario someterlo de nuevo al prensado tres o cuatro veces, cambiando cada vez de disposición las hojas, haciendo que las del medio pasen a los extremos y vice-versa.

La duración del secado depende no sólo de la estación sino también de la orientación de los extendedores, del número de hojas superpuestas, del espesor de los papeles y de la clase de pasta empleada en la fabricación.

Para el encolado se les sumerge en una solución de cola a 30°, variando la concentración del baño con la naturaleza de los papeles. El obrero encargado de este trabajo sumerge en la cuba paquetes de 100 a 150 hojas, retirándolos luego y sometiéndolos a la acción de una prensa que se halla al lado de la cuba.

Estos papeles encolados y húmedos son en seguida llevados a los secadores, colocándolos en series de dos, tres y cuatro hojas.

Esta desecación debe ser bien conducida si se quiere obtener un buen encolado, sin durar demasiado tiempo para que no tenga lugar una descomposición parcial de la gelatina, que suele producirse en el verano.

Si la desecación es demasiado rápida, la cola queda diseminada en todo el espesor del papel; si, al contrario, el secado se efectúa con lentitud conveniente, la humedad contenida en la hoja llega sucesivamente a la superficie, arrastrando la gelatina que forma así una capa superficial impermeable.

Se atribuyen al papel fabricado a mano ciertos defectos (grumos, manchas, gotas de agua, bordes dentellados, manchas de la cola, roturas, etc.) además de necesitar una mano de obra dispendiosa, sin contar los moldes especiales que se necesitan para cada forma de papel a elaborar. En cambio de estos inconvenientes, presenta la ventaja de una mayor resistencia además de que el papel fabricado hoja por hoja permite establecer un riguroso control en el número y clase de papel elaborado.

Las máquinas continuas presentan en su favor, la posibilidad de poder fabricar, encolar, secar y preparar el papel en 24 horas, pero en estos procedimientos rápidos la hoja sufre un esfuerzo continuo y una tensión que debilita el entrelajamiento de sus fibras.

Se ve, pues, como hemos dicho anteriormente, que dadas las aplicaciones distintas de los papeles fabricados a mano y el producido por las máquinas continuas, pueden subsistir ambos procedimientos con entera independencia uno de otro.

II) *Fabricación del papel a máquina.*

Desde que L. Robert ideó en 1797 la primitiva máquina continua, para producir una hoja de tamaño ilimitado, ha venido sufriendo sucesivas modificaciones de acuerdo con el desarrollo industrial y los modernos perfeccionamientos de la mecánica, pero en sus grandes líneas, conserva aún la estructura fundamental del plan imaginado por el genial operario de la papelería de Essonnes.

No creemos propio de la índole de nuestro trabajo el hacer una descripción completa de las máquinas modernas, y no se atribuya a defecto la brevedad con que algunos puntos son tratados, pues una mayor extensión nos llevaría muy lejos de los términos esenciales del desarrollo; máxime hallándose las máquinas continuas detalladamente descriptas en obras que tratan expresamente de lo que a fabricación mecánica se refiere.

Nada más asombroso que el trabajo efectuado por estos maravillosos organismos mecánicos, desde que la pasta informe es dispuesta sobre ellos, hasta que sale al cabo de breves instantes convertida en una hoja de papel, prensado, seco, cortado y listo para ser dispuesto en las bobinas.

Al describir Sartori el nacimiento de la hoja de papel, se expresa en los siguientes términos:

“ La masa se expande uniformemente sobre una tela metálica plana,
 “ animada de un movimiento progresivo y que forma la parte esencial, el
 “ corazón, por decirlo así, de la continua; el núcleo de toda la fabricación;
 “ es allí donde las fibras que vagan en el líquido se sobreponen, se reúnen y

“ se afieltran; es aquí donde la parte más sorprendente se realiza, donde la materia deja de ser tosca e informe y bajo los ojos maravillados del espectador, se convierte de un golpe en una hoja de papel límpida y tersa ”.

Por lo general, una de estas máquinas está formada por un conjunto de aparatos, cuyo funcionamiento es armonizado de tal modo que concuerdan con extraordinaria precisión y se complementan entre sí.

Para la mejor descripción de la continua, dispondremos en varios grupos los aparatos que la componen.

Máquina continua.

I) *Aparato distribuidor de la pasta.*

- a) Tinas de alimentación.
- b) Reguladores.
 - 1) de Dingers y Anders
 - 2) de Cowan
 - 3) de Titcombe

II) *Aparato depurador de la pasta.*

- a) Sablier
- b) Depuradores.
 - 1) planos y verticales
 - 2) horizontales
 - 3) en diagonal
 - 4) cilíndricos.

III) *Tela metálica sin fin.*

- a) Tela propiamente dicha.
- b) Accesorios.
 - 1) cajas de absorción
 - 2) cilindros guías
 - 3) prensas, etc.

IV) *Aparato de compresión* (prensa húmeda).

V) *Aparato secador* (prensa seca).

VI) *Aparatos complementarios.*

- a) humedecedores.
- b) satinadores.
- c) cortadora.
- d) bobinadora.
- e) refrigeradores, etc.

I) *Aparato distribuidor de la pasta.*

Cubas de alimentación.

La pasta, ya preparada y después de haber sido mezclada en las pro-

porciones convenientes, llega a estas cubas o tinas, que pueden ser de diversos sistemas (horizontales o verticales) pero siempre con agitadores mecánicos de varios sistemas, para impedir que la pasta diluída se deposite o aglomere.

Es importante regular la llegada de la pasta y el agua, así como el número de giros de los agitadores, para impedir la formación de espuma que puede perjudicar el papel resultante en las operaciones posteriores.

Reguladores. Una vez que la pasta ha sido diluída y mezclada en las tinas, pasa por los reguladores de funcionamiento automático y cuya función es graduar la distribución de la pasta, según la calidad del papel y la velocidad de la máquina.

De estos reguladores existen varios modelos que son empleados actualmente:

El de Dingler y Anders es simplemente una cuba con dos aberturas de salida, una de ellas graduable a voluntad, deja salir solamente la cantidad necesaria de la pasta, y la otra sirve para evacuar el exceso de ésta que llega de las cubas de alimentación.

El de *Cowan* está constituido por un recipiente, al que llega la pasta de las cubas por un tubo que tiene una válvula, con flotador, para impedir que el tanque se llene demasiado.

Una especie de taza, movida por un dispositivo mecánico, extrae porciones sucesivamente líquido, que vuela en una canaleta, por la que corre hacia la máquina. La velocidad del aparato es graduable a voluntad, según las necesidades de la fabricación.

El regulador de *Titeombe* está formado por un sistema de cámara, cuya salida está provista de una válvula cónica con flotador, cuyo alzamiento es producido por un regulador centrífugo de bolas, análogo al de las máquinas a vapor y movido por poleas que están en relación con el motor de la continua.

II) Aparato depurador de la pasta.

Eliminador de arena (sablier).

Tiene por objeto retener las partículas metálicas, piedras, arena, etc., que puede contener la pasta y que podrían perjudicar la calidad del papel.

Consiste en un largo canal, en cuyo fondo se hallan colocados listones transversales, dispuestos cerca uno de otro, de modo que forman una especie de pequeños diques que retienen la arena, la cual, por su mayor peso, se separa de la pasta suspendida en el líquido.

El largo de los canales depende de la clase de papel a preparar y de la cantidad de sustancias minerales de carga que la pasta contenga; con objeto de ahorrar espacio se les hace adoptar disposiciones convenientes en zig-zag, en espiral, superpuestos, etc.

La inclinación del canal es variable a voluntad por un dispositivo

sencillo, dependiendo también de la calidad de pasta que se emplea y de la mayor o menor velocidad que se le quiere imprimir, pues si la corriente es muy rápida, no se eliminan bien las impurezas y en el caso contrario se deposita gran cantidad de fibras y sustancias minerales de carga.

Depuradores.

Una vez que la pasta ha depositado la arena en el sablier, comienza la depuración propiamente dicha, efectuada mediante aparatos especiales, de los cuales se conocen una gran cantidad de sistemas. Obedecen en general a dos tipos distintos: (planos y cilíndricos), aunque el principio en que se fundan es análogo en todos.

Consisten en una serie de láminas paralelas de sección casi triangular con la base hacia arriba en unos casos: (depuradores por descenso) o al revés en el caso contrario: (depuradores por ascenso).

Estas láminas, dejan entre sí pequeñas hendiduras, cuyo tamaño puede variar de 0.5 a 2 mm. y procurando que la distancia entre estas ramuras no sea mayor de 6 a 7 mm.

Las láminas están sostenidas por una serie de travesaños y el todo se halla contenido en una especie de caja sin fondo, de fundición esmaltada, sostenida por dos soportes horizontales.

Tales soportes están sujetos por un extremo a un perno fijo y se apoyan en el otro sobre una rueda dentada que al girar imprime al sistema un rápido movimiento vibratorio de arriba hacia abajo y vice-versa, con objeto de facilitar el paso de la pasta a través de las hendiduras del depurador.

A continuación indicamos algunos de los aparatos más comunmente usados:

A) *Depuradores planos.*

I) Horizontales descendentes.

- a) Bryan Donkin
- b) Scott y Bertram.

II) Horizontales ascendentes.

- a) Amos.

III) Verticales.

- a) Escher Wyss.

IV) Diagonales.

- a) Kron.

B) *Depuradores cilíndricos.*

I) Bertram.

II) Wandel.

Los depuradores planos se adaptan mejor a la fabricación de papeles finos, aunque consume una energía mayor que los rotativos, rindiendo por lo tanto un menor trabajo útil. En cambio, los cilíndricos, que son convenientes para los papeles de mediana calidad, ocupan poco espacio, no nece-

sitando tanta vigilancia, y con menor mano de obra, hacen un trabajo más activo.

El aparato de Bryan Donkin está formado por un sistema de varillas depuradoras que forman la rejilla sostenida por una especie de caja de madera o de hierro esmaltado, que se apoya en un par de travesaños cuya función es transmitir a todo el sistema un movimiento vibratorio.

Como la caja que sostiene la rejilla depuradora, se halla sumergida en su parte inferior en la solución de pasta ya depurada, claro que al llenarse cada vez el sistema, por efecto de este movimiento vibratorio, formará una especie de vacío que ayuda el pasaje de la pasta a través de las hendiduras del plato depurador.

Las impurezas que deja la pasta en el aparato, deben ser limpiadas por el operario, lo cual representa inconvenientes fáciles de imaginar por el aumento de la mano de obra y poca regularidad en la operación.

Más moderno que el anterior, aunque del mismo tipo, es el aparato de *Scott y Bertram*, en el cual, la aspiración en vez de ser producida como en el caso anterior, es hecha por una bomba situada en la parte inferior del sistema.

Las impurezas que se depositan sobre el plato depurador son arrastradas por chorros de agua insuflados lateralmente, y para completar la limpieza se hacen pasar sobre la rejilla unos rascadores de caucho sujetos a una cadena sin fin movida por el mismo motor de las bombas.

El depurador de *Amos* presenta las características de los anteriores, con la diferencia de que la solución de pasta al depurarse atraviesa el plato depurador en sentido inverso, es decir, es un aparato de los llamados ascendentes. Naturalmente que en este caso las varillas están dispuestas en sentido contrario a los depuradores por descenso.

También se emplea un tipo de aparato imaginado por *Escher Wyss*, que se caracteriza por tener las rejillas depuradoras a los costados, unidas a dos paredes móviles de modo que la pasta que va de adentro hacia afuera, corriendo luego hacia la máquina continua por un canal especial en forma de sifón.

El llamado depurador diagonal de *Kron* es un aparato cuyas rejillas depuradoras presentan la disposición de un techo de dos aguas, es decir, inclinadas, formando un ángulo agudo, de tal modo que la pasta entre por arriba y pasa a través de las varillas mediante la absorción producida por una bomba situada debajo de éstas.

Las impurezas se depositan en el vértice inferior formado por las dos rejillas al juntarse, y pueden retirarse mediante una válvula especial. Este aparato parece dar buenos resultados debido a su buen funcionamiento y al reducido espacio que ocupa.

En cuanto al depurador cilíndrico de *Bertram*, esta formado por un

tambor cuyas paredes son rejillas depuradoras: en su interior está dispuesta una bomba especial, cuyo émbolo da 250 golpes por minuto y al mismo tiempo que aspira la pasta a través de las rejillas, impulsa esta pasta, ya depurada, hacia un conducto lateral de salida. El tambor gira a razón de 5 o 6 vueltas por minuto dentro de una cuba rectangular que contiene la pasta no depurada.

Por lo que respecta al aparato de *Wandel*, muy generalmente usado, consiste en un cilindro cuya superficie está formada por una rejilla depuradora y sumergido hasta la mitad en una cuba semi-cilíndrica que contiene la pasta sin depurar, la cual atraviesa el tambor de afuera hacia adentro.

El sistema se halla sometido a movimientos vibratorios al mismo tiempo que un cepillo dispuesto sobre el cilindro elimina las impurezas fijadas sobre sus superficies y las hace caer a la cuba externa.

El trabajo que pueden efectuar los depuradores, depende de la clase de pasta empleada y de la amplitud de las hendiduras, pero de cualquier sistema que sean, exigen siempre una cuidadosa atención y una prolija limpieza.

Cuando la pasta ha salido del depurador puede pasar a la tela metálica mediante una especie de puentecillo de cuero o de caucho, aunque generalmente se interpone aún entre el depurador y la tela, una caja dividida en dos partes por una pared vertical con abertura regulable a voluntad permitiendo graduar el nivel de la pasta que pasa la tela e impidiendo al mismo tiempo la formación de espuma.

Tela metálica (tela sin fin).

Como hemos dicho anteriormente, es la parte más importante de la continua, y aunque el principio en que está basado su funcionamiento es muy simple, tiene sin embargo un conjunto de accesorios y aparatos auxiliares cuyo objeto es hacer lo más perfecta posible la labor de este delicado órgano de la máquina.

La tela está construída como las comunes con hilos de latón o de bronce de un diámetro uniforme y cuyos extremos están soldados de tal modo que la unión no sea notada al tacto.

Se mantiene estirada mediante una serie de cilindros metálicos de tamaños distintos: al comienzo de la máquina se halla uno de diámetro mayor que los demás, llamado cilindro primario o *de cabeza*, cuyo fin es poner en movimiento la tela; a continuación sigue un gran número de pequeños cilindros que sirven de sostén e impiden el rozamiento. Al final de la tela se encuentra otro análogo al primario, cuya función es comprimir la hoja de papel ya formada, contra el primero de los cilindros de la prensa húmeda.

Hay además en la parte inferior del bastidor otra serie de cilindros llamados *tensores*, cuyo objeto, como su nombre indica, es mantener estirada la tela al retorno.

Todo el sistema está animado de un rápido movimiento transversal de vaivén que imita el trabajo del obrero que maneja la *forma* en la fabricación del papel a mano, pues además de las vibraciones transversales, la tela se halla animada de un rápido movimiento progresivo.

La pasta diluída llega a la tela, por cuyas mallas se escurre el agua, mientras las fibras, ayudadas por las sacudidas de la tela, se disponen de un modo uniforme formando el fieltro, que, comprimido convenientemente, se transforma en la hoja de papel.

Con objeto de hacer más perfecto el escurrimiento del agua que lleva la pasta, se disponen al final de la tela dos o tres cajas de aspiración, que se ajustan en la parte inferior de ésta, produciendo una débil absorción mediante el mismo tubo de desagüe, que hace de sifón aspirador.

El agua que pasa a través de las mallas de la tela es recogida en un canal situado debajo de ésta y como contiene siempre algo de pasta en suspensión, es enviada a recuperadores especiales, como el de *Füllner* o *Warren Curtis*, basados en la sedimentación lenta de la pasta.

En la primera porción de la tela y en su parte superior se dispone un aparato especial, cuyo fin es regular la anchura de la hoja de papel que se va a formar, mediante dos guías de caucho o de algodón engomado, con el fin de impedir que la pasta se extienda demasiado a lo ancho de la tela.

Como a pesar de las cajas de aspiración la pasta contiene aún cierta cantidad de agua, se recurre para eliminarla a una fuerte presión efectuada por dos cilindros sobre la hoja, antes de que ésta salga de la tela metálica.

Aparato de compresión. (Prensa húmeda).

Inmediatamente que la hoja ha dejado la tela metálica es tomada por un fieltro sin fin, que la conduce a través de dos o más series de cilindros que componen la prensa húmeda y cuya presión va aumentando cada vez más.

Es de imaginar que tanto la clase de los cilindros como el número de estos pueden variar grandemente: se construyen de los materiales más variados: (bronce, madera, piedra, aluminio, etc.), los cuales presentan además una serie de modificaciones y aparatos auxiliares: (cubiertas de fieltro, cuchillos rascadores, etc.)

Aparato secador. (Prensa seca).

Como al salir la hoja de la prensa húmeda, contiene aún 70 % de agua, se le hace pasar por una serie de cilindros secadores calentados interiormente por vapor y cuyo número puede variar entre grandes límites, desde 3 (batería *Füllner*) o 5 (sistema *Bertram*), hasta 30 y 40, que tienen las máquinas norteamericanas de gran producción.

Son cubiertos generalmente con paños de algodón o lana y aún en algunos sistemas (*L. Tailfer*) con una tela metálica exterior para impedir

el contacto directo con la superficie de calefacción y hacer la evaporación del agua más regular.

Aparatos accesorios de la continua.

a) *Humedecedor.* Como a veces el papel sale demasiado seco de los cilindros, lo cual dificultaría el satinado y una encoladura posterior, se procura mojarlo muy ligeramente, ya sea mediante aparatos que producen una fina lluvia de agua pulverizada, o por contacto con un cilindro cubierto por un fieltro débilmente humedecido.

b) *Registradores* del espesor del papel. Están formados (Aparatos Schopper) por dos pequeños cilindros o ruedecillas, entre las cuales pasa la hoja de papel.

El cilindro superior es móvil y está en contacto con la aguja de un cuadrante que marca el espesor, según sea la elevación impuesta al cilindro por la hoja que pasa debajo de él, pudiéndose conectar este cuadrante con un indicador eléctrico.

c) *Aparatos satinadores.* Están constituidos en general por una serie de cilindros pesados superpuestos en columnas, de modo que el papel pasa entre ellos efectuando un trayecto de zig-zag y recibiendo durante el recorrido una presión cada vez mayor, que da a cierta clase de papeles un brillo especial característico.

d) *Aparatos cortadores.* Tiene como órgano principal dos ejes paralelos, en los cuales van fijos los cuchillos insertados longitudinalmente y constituidos por discos o láminas anulares de acero, de tal modo que el filo de una de esas toque al borde de la lámina que se halla dispuesta en el eje adyacente, mientras la hoja de papel pasa entre ambas, cortándose en tantas bandas como series de cuchillas haya. Existen además otros sistemas de máquinas para efectuar cortes en sentido transversal y para dividir las bandas en hojas cuadrangulares.

e) *Aparato encolador.* Además de la encoladura en pasta, efectuada antes de agregar la substancia de carga, se practica a veces la encoladura en la hoja con el papel ya fabricado.

En general los sistemas usados consisten en un recipiente calentado al vapor, que contiene la cola y en el que se encuentra sumergido el cilindro por el cual pasa la hoja de papel, que antes de salir del aparato es comprimida por una prensa especial para exprimir el exceso de pasta. Luego la hoja es secada mediante bastidores especiales o bien por cilindros secadores.

f) *Bobinadoras.* No necesitan mayor explicación, tratándose simplemente de una especie de carrete, en el que se enrolla la banda de papel, teniendo un aparato auxiliar que mantiene tenso el papel al enrollarse, y puede a veces estar provista de cuchillas cortadoras.

Máquinas continuas de otros tipos.

1) *Máquinas mono-cilíndricas.*

Llámanse así porque constan de un solo cilindro secador de gran diámetro (2,55 a 3 mts.), cuyo peso reposa casi por completo sobre la prensa. Estas máquinas se emplean especialmente para la fabricación de papeles muy delgados, como los de seda, "pelures", etc. El papel fabricado con estas máquinas se presenta pulido sólo en la superficie que está en contacto con el cilindro secador calentado, permaneciendo áspera en el lado contrario.

En la fábrica "La Argentina", de Zárate, existe una de estas máquinas mono-cilíndricas.

2) *Máquinas de tambor.*

Estas máquinas se caracterizan porque la tela metálica en vez de ser plana, está dispuesta alrededor de un cilindro o tambor, el cual se sumerge hasta cerca de la mitad dentro de la cuba que contiene la pasta.

El agua atraviesa la tela metálica y sale por el eje del tambor, mientras que la pasta se adhiere a ella formando una capa que es rrastrada por el movimiento giratorio de dicho tambor.

Al llegar a la parte superior, esta pasta es comprimida por una especie de fieltro sin fin, al cual se adhiere separándose de la tela metálica. El fieltro sin fin conduce la hoja recién formada a las prensas, siguiendo luego la fabricación, como en el caso de las máquinas continuas de tela metálica plana.

3) *Máquinas norteamericanas de gran producción.*

Se diferencian de las comunes, sea por la multiplicidad de los cilindros, sea por la velocidad con que se hacen marchar, dando algunas normalmente una banda de 4 mts. de ancho que sale a razón de 150 mts por minuto y otras de menor anchura (3 mts) que fabrican a razón de 180 mts. por minuto.

Las telas metálicas tienen un largo aproximado de 20 mts. y los cilindros secadores se cuentan en número de 30 a 40, que funcionan con una transmisión uniforme.

Estas máquinas pueden elaborar hasta 30 toneladas de papel en 24 horas, y su regularidad en el funcionamiento, requiere como condición indispensable, una perfecta uniformidad en la calidad de la pasta suministrada.



PARTE 4^A

METODOS ANALITICOS

APLICABLES AL ENSAYO DE LOS PAPELES

- I) Análisis de las pastas para papel.**
- II) Análisis del papel ya fabricado.**

ANALISIS DE LAS PASTAS PARA PAPEL

Estos ensayos tienen fundamental importancia considerando que se trata de la base primordial sobre la cual va a elaborarse el papel propiamente dicho, añadiendo a dichas pastas, colorantes, colas y materias de carga.

Trátase por lo tanto de establecer métodos que permitan dictaminar sobre la bondad de una pasta, así como de reacciones que sirvan para diferenciar pastas mecánicas de madera de las otras llamadas celulosas químicas.

Los análisis de pasta deben ser de primordial importancia para los compradores del país, dado que la totalidad de pasta química empleada proviene del extranjero y en cuanto a las pastas mecánicas de madera (con excepción de la elaborada en Campana) son también productos de importación, vale decir de una composición que merece ser verificada.

A continuación exponemos las determinaciones necesarias a efectuar en el examen físico y químico de las pastas.

I) *Toma de muestras.*

- 1) Porcentaje de muestras extraídas
- 2) acondicionamiento de las mismas.

II) *Ensayos físicos.*

- 1) Caracteres de apreciación
- 2) Grado de refinación (fineza).

III) *Ensayos químicos.*

- 1) Determinaciones cualitativas.
 - a) Cloro libre
 - b) Acidos libres
 - c) Resina
 - d) Caracterización de las pastas.
- 2) Determinaciones cuantitativas.
 - a) Humedad %
 - b) Cenizas %
 - c) Resina %
 - d) SO₂ libre %
 - e) Celulosa %

IV) *Examen microscópico.*

- 1) Caracteres físicos.
 - a) Aspecto general de la fibra
 - b) Longitud de las fibras
 - c) Su diámetro medio
 - d) Forma de las puntas
 - e) Presencia y aspecto del canal central.

2) Ensayos químicos.

- a) Método de Herzberg
- b) Método de Vetillard
- c) Método del cloriduro de zinc
- d) Método del cloruro o del nitrato de calcio iodado.
- e) Examen de las fibras en sección transversal.

Toma de muestras

Las precauciones tomadas para llevar a cabo una extracción racional de las muestras deben ser minuciosamente establecidas aunque sea a título de métodos convencionales, siempre que se logren así resultados comparables.

A nadie escapará la inutilidad de un análisis minuciosamente efectuado sobre una muestra mal sacada o cuya composición no responde al total de una partida.

Es importante tener en cuenta cuando se trata de materias higroscópicas o húmedas como las pastas de papel, el contenido de agua, que puede variar entre grandes límites de una manera muy irregular, aún en un mismo paquete o block, como se verá al estudiar los métodos para la determinación exacta de la humedad en estos casos.

Método a adoptar.

Se toman las muestras sobre un número variable de los bultos que componen la partida. El número de envases elegidos depende, naturalmente, de la magnitud del cargamento y el *porcentaje* de muestras extraídas disminuye al aumentar el número de bultos.

Los que se han ocupado de este punto recomiendan usar las normas indicadas a continuación para extracción de muestras de las partidas que contengan cantidades variables de balas de papel:

- 10 % sobre partidas inferiores a 200 bultos.
- 5 % sobre partidas comprendidas entre 200 y 1.000.
- 3 % sobre partidas comprendidas entre 1.000 y 2.000.
- 2 % sobre partidas superiores a 3.000.

No creemos que esta serie de porcentajes sea la expresión de un método racional, pues si tratamos de representar gráficamente estas cifras colocando como ordenadas los números totales de bultos de la partida y como abscisas los bultos elegidos para la extracción de muestras, obtenemos el gráfico número uno (N.º 1), es decir, una serie de rectas discontinuas que siguen direcciones variables.

Creemos conveniente establecer una tabla más lógica para la toma de muestras, en la cual el número de muestras *aumente correlativamente* al crecer la importancia de la partida.

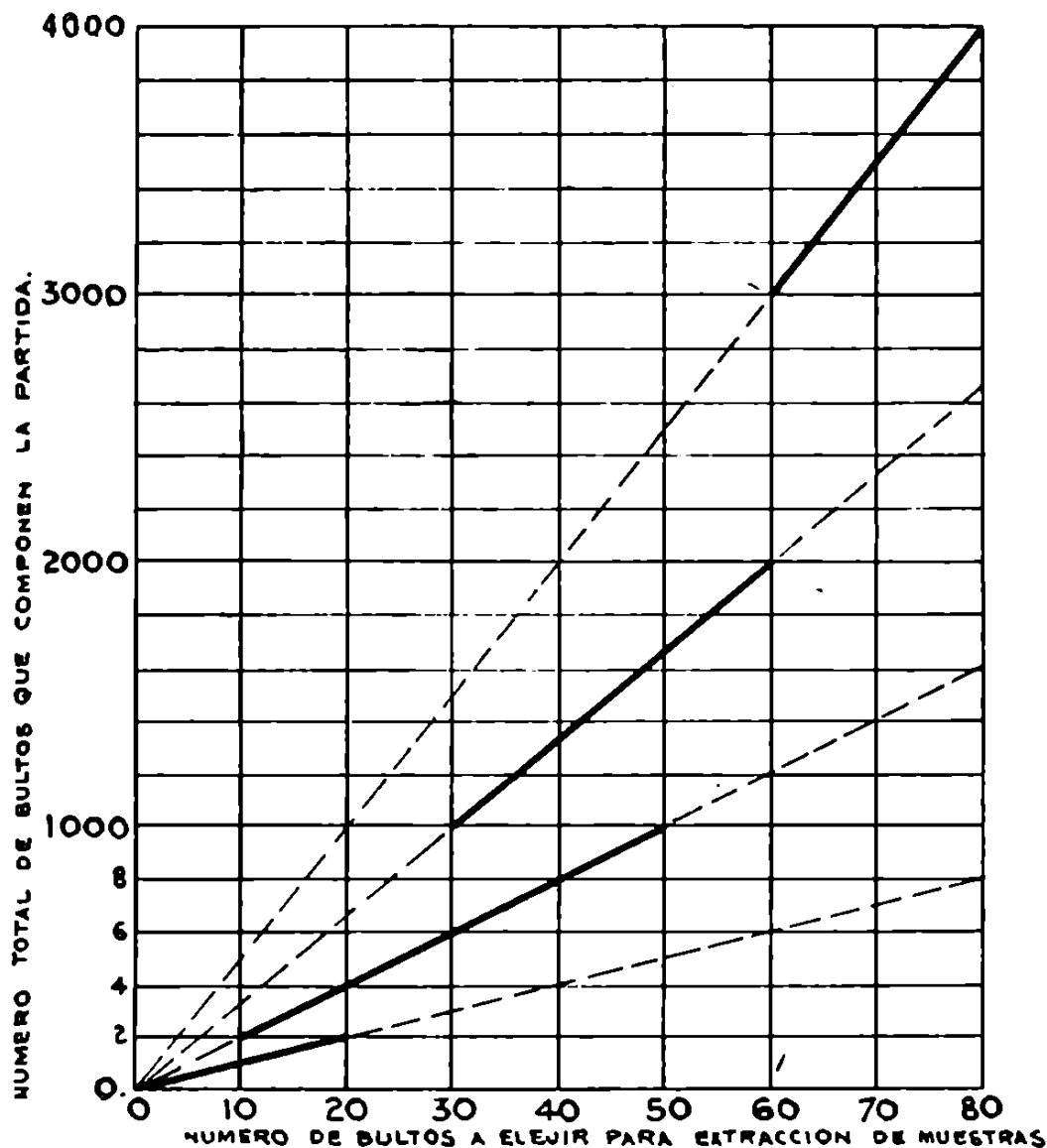
La siguiente serie de cifras está de acuerdo con este principio y como

puede verse, la representación gráfica nos da la *curva* indicada en el gráfico número dos (N. 2).

10 % sobre partidas de 200 bultos.

TOMA DE MUESTRAS.

GRAFICO N.º 1.



5 % sobre partidas de 1.000 bultos.

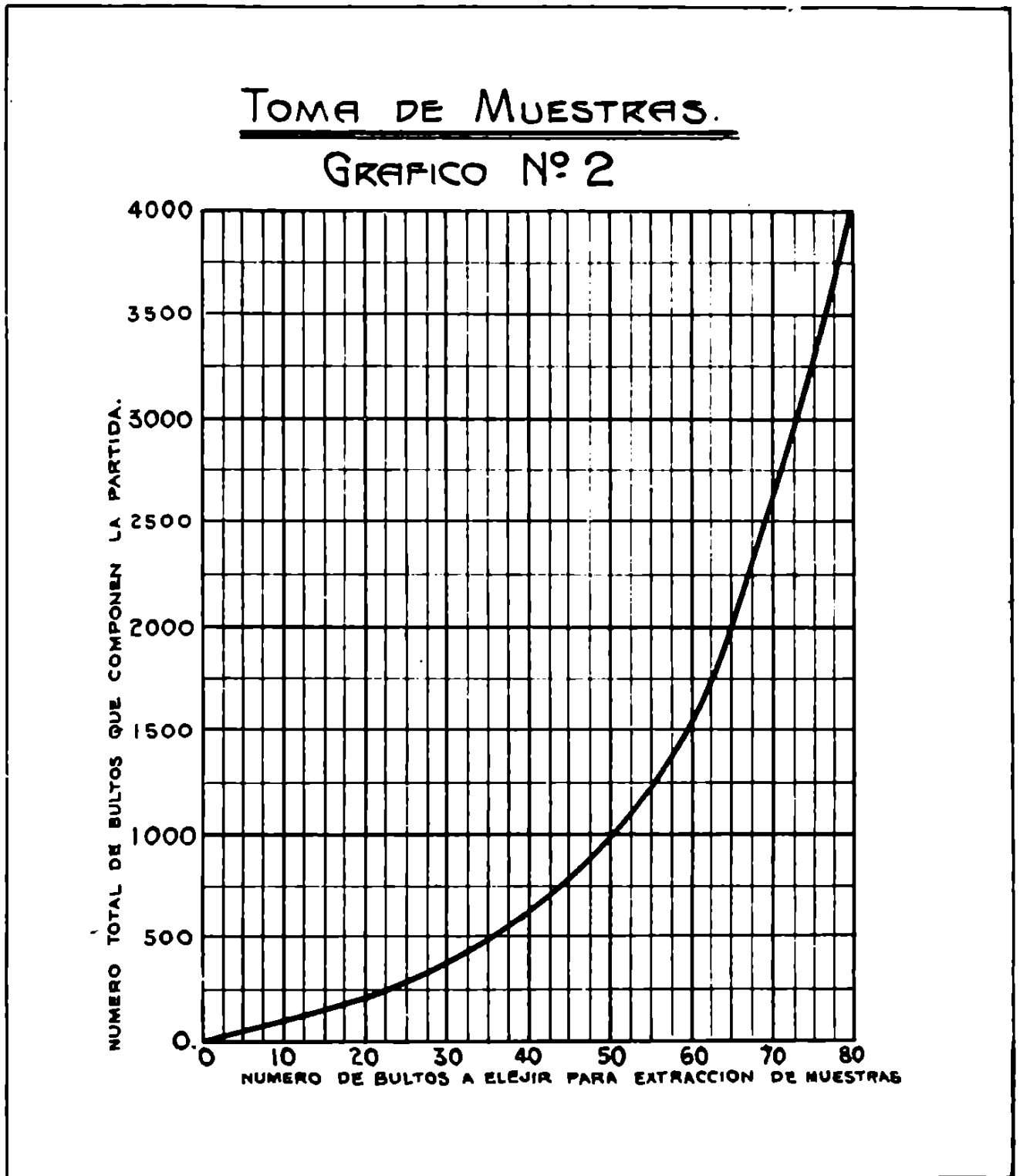
3,2 % sobre partidas de 2.000 bultos.

2,5 % sobre partidas de 3.000 bultos.

2,0 % sobre partidas de 4.000 bultos.

Elegidos y separados los bultos necesarios, de acuerdo con la tabla pre-

cedente, y abierto cada uno de ellos, se procede a retirar unas 10 o 12 hojas, sacadas a intervalos regulares, es decir, de la parte superior media e inferior de cada paquete.

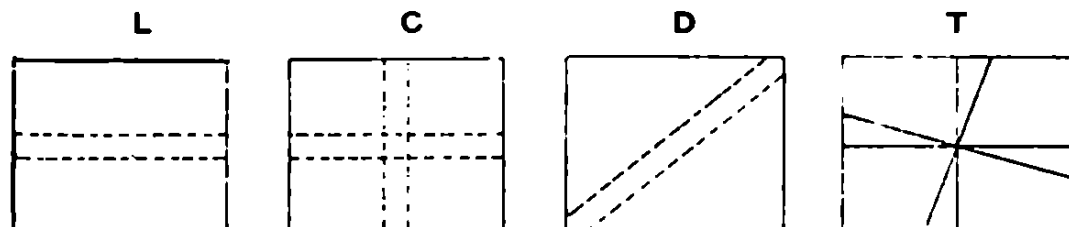


Una vez separadas estas hojas se cortan en ellas bandas de cuatro centímetros de ancho y de un largo uniforme, mediante una regla y un cuchillo o bien por medio de un instrumento especial formado por una especie de mango en horquilla que sostiene dos láminas de acero paralelas que hacen de cuchillos.

Sobre el modo de cortar las bandas en una hoja de pasta hay diversas opiniones y la figura (4) muestra mejor que toda explicación los distintos modos de cortar dichas tiras o bandas; llamamos especialmente la atención respecto al llamado *sistema matemático de los triángulos*, figura (4 T) imaginado por M. W. Sindall, basándose sobre el principio siguiente:

“ Siendo las hojas rectangulares, si se cortan sobre cuatro de ellas (a, b, c, d,) tomadas a intervalos regulares en un paquete, un triángulo de forma determinada en el cual el vértice esté en el centro y la base sucesivamente sobre cada uno de los bordes, se debe tener una superficie representando proporcionalmente las partes interiores y exteriores de una hoja entera ”.

Con objeto de poder determinar cuál de las formas indicadas en la figura (4) era la más conveniente y más aproximada a la realidad, J. Peroz efectuó una serie de experiencias de gran valor ilustrativo, cuyas conclusiones generales exponemos a continuación:



MODO DE TOMAR LAS MUESTRAS

(Fig. 4)

1) Que los mejores resultados se obtienen por el sistema de las bandas;
2) Que si se establece para cada uno de los métodos el promedio de las diferencias, se llega a constatar que el corte de las bandas en diagonal es el que más se acerca a la realidad;

3) Que el sistema de los triángulos, aunque de una concepción muy ingeniosa, tiene el defecto de que en la práctica, los lados opuestos de la misma hoja contienen proporciones de humedad a veces muy diferentes, si bien podría ser empleado con visos de exactitud tomando los triángulos sobre los dos lados opuestos de una misma hoja.

Si la pasta, en vez de venir directamente en hojas superpuestas, viniera en rollos o bobinas, se acuesta uno de los rollos en el suelo y se le corta según una de sus generatrices en toda su longitud y hasta el centro; luego se toman bandas de cuatro centímetros de largo, de trecho en trecho, sobre diferentes espiras.

Una vez cortadas las bandas, *iguales entre sí*, se procede a formar la muestra media total, que debe ser enviada al laboratorio. Formada esta muestra media, se pesa inmediatamente, con una balanza suficientemente sensible, lo cual nos permitirá conocer si la muestra ha perdido humedad durante el tiempo que permanezca envasada antes de ser analizada.

Con objeto de evitar en lo posible estas pérdidas de humedad, se envuelve la muestra en una hoja de papel parafinado, que a su vez se introduce en un recipiente de latón con cierre hermético de tapa a presión o de un sistema análogo, barnizando las juntas de la tapa si fuera necesario.

Como a veces la etiqueta exterior de la muestra se deteriora sobre todo en los largos trayectos, es buena precaución colocar una segunda etiqueta interna, antes de cerrar el recipiente.

Para facilitar la construcción de la bolsa de papel parafinado y evitar las roturas que sufre en la generalidad de los casos al introducirla en el recipiente de latón, conviene hacer previamente la bolsa e introducirla vacía, dentro de la caja, llenándola luego con la muestra analizada. Para facilitar la construcción rápida de estas bolsas, se hace uso de un rodillo de madera provisto de un mango especial.

Grado de refinación (fineza).

Puede hacerse en las fábricas confeccionando una pequeña cantidad de papel y someténdolo a las determinaciones de resistencia, pero más racional es ensayar directamente sobre la pasta el grado de refinación, y es con este criterio que Klemm y Shopper han imaginado el aparato indicado en la figura (5).

Es sabido que el volumen ocupado por el depósito o precipitado de una pasta depende del grado de fineza o del estado de esas materias; es decir, una pasta de fibras largas (gruesa) ocupará un pequeño espacio y por el contrario una de fibras cortas (magra) dará un depósito de gran volumen.

El aparato consta de un cilindro E graduado, construido de vidrio, en cuya parte inferior se ha dispuesto un pequeño tamiz S y una tapa T, que gira alrededor de una charnela al soltar el gancho X.

Se echa en el cilindro E una cantidad determinada de pasta diluída en agua al 1 % y se adapta la cubierta superior L, mediante la rosca correspondiente, cerrando luego el robinete R.

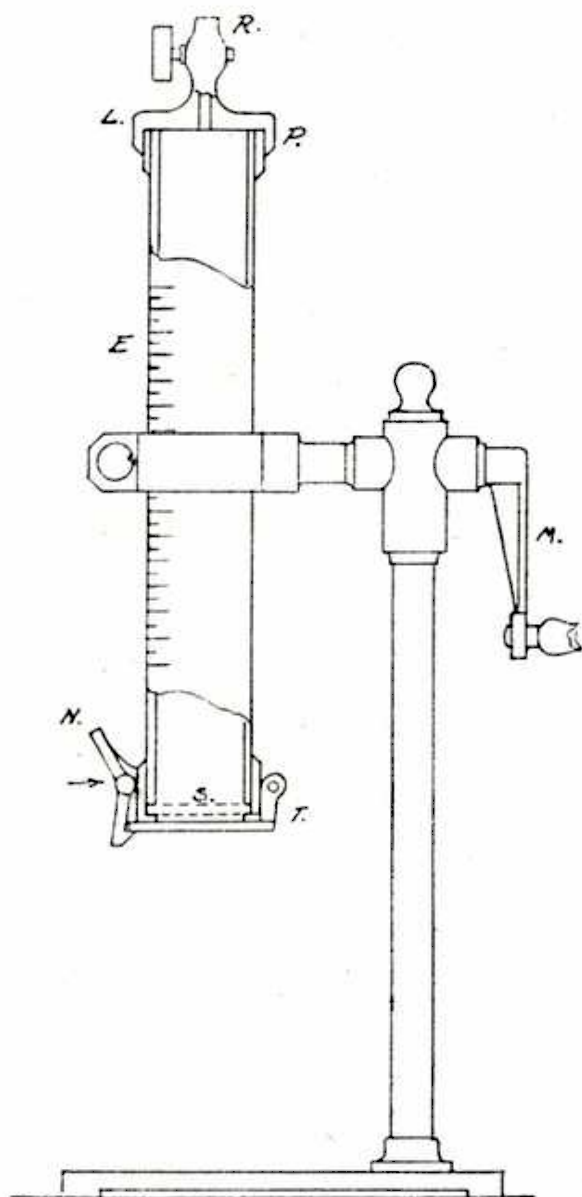
Mediante la manija M se imprime al cilindro un movimiento giratorio para hacer homogénea la masa.

Luego se coloca en posición vertical dicho cilindro, se abre el robinete R y luego la tapa T, dejando colar el líquido lentamente, mientras la pasta es retenida por el tamiz S.

Esta pasta ocupa una altura distinta, según su refinación y naturaleza: esta altura indicada por la escala graduada será el *grado de fineza* de la pasta que se ensaye.

El conocimiento de este dato es de importancia para el fabricante, pues al mismo tiempo que indica el modo cómo funcionan las holandesas refina-

oras, permite prever la clase de papel a que debe destinarse o que va a resultar de la pasta ensayada.



APARATO (FINEZA)

(Fig. 5)

ENSAYOS QUIMICOS

Determinaciones cualitativas.

a) *Cloro libre.*

Puede determinarse fácilmente la presencia de este agente de blanqueo mediante una solución de almidón que contiene ioduro de potasio.

Humedeciendo con algunas gotas de esta solución distintas porciones de una muestra de pasta, tanto en el interior de ésta, como en la superficie; se observará un color azul violáceo en el caso de existir cloro libre.

b) *Acidos libres.*

La presencia de ácidos libres se pone en evidencia haciendo una decoe-

ción de unos 50 grs. de pasta en agua destilada; el líquido resultante se filtra, teniendo cuidado de eliminar las primeras porciones que pasan. El filtrado se ensaya con los reactivos comunes (rojo congo, tornasol, etc).

En el caso particular de las pastas químicas al bisulfito, se investiga la presencia de ácidos sulfurosos o sulfitos residuales mediante alguno de los procedimientos que a continuación se indican.

1) Una porción de 100 grs. de pasta se coloca en un pequeño vaso de Erlenmeyer y se añade agua destilada, dejándola en maceración media hora desmenuzando la pasta mediante una varilla de vidrio.

Se agregan luego unas gotas de ácido sulfúrico diluído y se coloca en la boca del Erlenmeyer un trozo de papel impregnado con engrudo de almidón conteniendo iodato de potasio. Se calienta luego el vaso a bañomaría observando si el papel almidonado toma una coloración azul violácea que indica el desprendimiento de SO_2 .

Esta reacción, recomendada por A. Franck, aunque muy sensible, tiene el inconveniente de que si bien el SO_2 , que primero se desprende, da color azul, si hay un exceso de este SO_2 , decolora el iodo recién liberado.

2) Una modificación puede hacerse en el método anterior, haciendo pasar en el líquido resultante de la maceración, ligeramente acidulado en ácido sulfúrico, una corriente de hidrógeno y recogiendo el gas en una solución muy diluída de iodo y ioduro de potasio.

En el caso de existir SO_2 en cantidad apreciable, se observará una decoloración del iodo.

3) Desmenuzar 100 grs. de pasta y colocarla en un balón a dos tubuladuras con dos centímetros de ácido fosfórico y 150 centímetros de agua destilada. Por una de las tubuladuras se hace entrar una corriente de anhídrido carbónico y se destila el contenido del balón hasta que se haya reducido a la mitad, recibiendo los productos de la destilación en una solución de cloruro de bario iodada o bromada y ligeramente ácida (HCl 20 gotas, H_2O destilada 10 centímetros, H_2O iodada 10 centímetros y Cl_2 Ba).

Si la substancia contiene SO_2 libre o sulfitos, la solución iodada dará un enturbiamiento o precipitado de sulfato de bario.

Cuando el porcentaje de SO_2 o sulfitos fuera elevado, se procederá a un dosage, mediante los procedimientos indicados en el capítulo de las determinaciones cuantitativas.

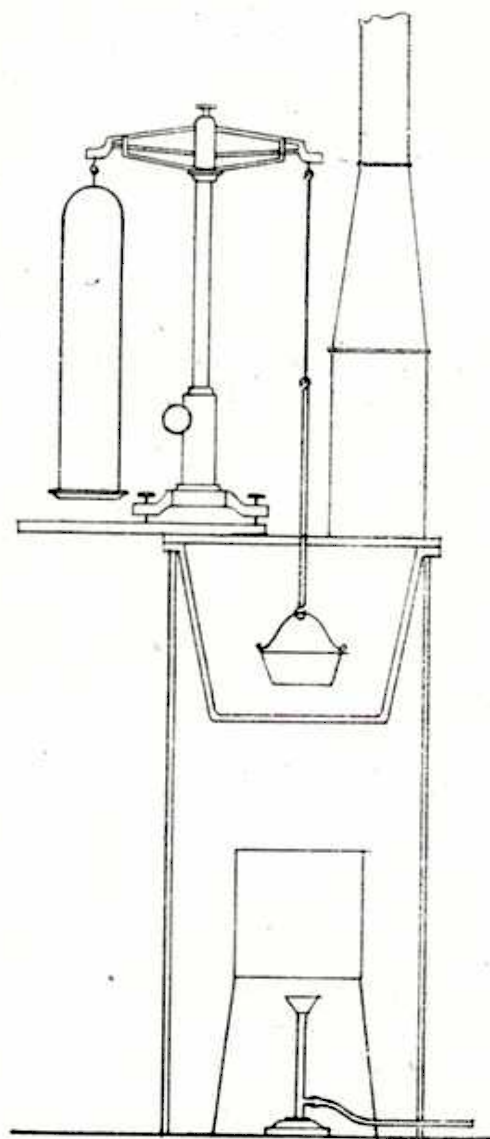
c) *Resina.*

Suele observarse la presencia de resinas en las pastas de madera mecánicas y a veces en las químicamente preparadas, especialmente en las pastas al bisulfito.

Proviene, como se comprende, de las maderas resinosas empleadas a veces para la elaboración. Esta resina contenida en las pastas puede perjudicar el curso de la fabricación adhiriéndose a los órganos delicados de las

máquinas (telas mecánicas, sarandas, depuradores, etc.) causando las obstrucciones consiguientes; además suele aglomerarse en grumos que aparecen como manchas en el papel, perjudicando su calidad y resistencia.

En el capítulo de análisis de papel indicamos los métodos de reconoci-



BALANZA (HUMEDAD)

(Fig. 6)

miento y evaluación de la resina libre. Las reacciones indicadas para los papeles pueden aplicarse asimismo a las pastas.

d) *Caracterización de la pasta.*

Las reacciones que permiten reconocer la naturaleza de la pasta pueden verse asimismo en el capítulo de “Análisis de papel”.

Determinaciones cuantitativas.

a) *Humedad.*

Se determina a 100° C mediante balanzas especiales, como lo indica la figura (6). En estas balanzas uno de los platillos ha sido substituído por

una especie de cesta de tela metálica que se halla dispuesta dentro de la misma estufa.

El peso de la substancia seca se anota al lado de la substancia húmeda y la diferencia es la humedad, que podemos llamar *absoluta o total*. Mediante los datos de substancia seca y humedad total se calcula el porcentaje de *pasta real* contenida en la muestra. Al peso de la pasta real obtenido se le añade convencionalmente $1\frac{1}{9}$ del peso que es el equivalente de una proporción fija de humedad o agua higroscópica considerada como normal en la pasta sacada al aire.

La operación de determinar la humedad en una pasta de papel es delicada y requiere sobre todo haber sido precedida de una cuidadosa extracción de muestras, ateniéndose a las reglas y precauciones indicadas anteriormente, estando comprobado que la humedad varía de un bulto a otro, de una parte a otra en un mismo paquete, y hasta existen diferencias entre las distintas zonas de una misma hoja.

Influyen también las condiciones de almacenaje en los bultos de una misma partida (intemperie, proximidad de vías de agua, proximidad de calderas, etc.)

Los ensayos hechos por Persoz sobre hojas de un mismo bulto tomando hojas desde la superficie al centro, han dado diferencias hasta de 17 % en la humedad, entre las hojas superficiales (con 33 % de humedad) y las hojas del centro (con 50 % de humedad). Experiencias análogas hechas desde la periferia al centro de una misma hoja han dado diferencias que varían entre 3 y 7 % de humedad.

A veces el comerciante indica, ya en la venta la garantía de un porcentaje dado de materias secas, ya sea garantizando el tanto por ciento sobre el total del lote o sobre cada uno de los bultos.

Durante el viaje y almacenamiento de una partida, los bultos pierden parte del agua contenida, de modo que se hace necesario pesar de nuevo los ejemplares elegidos al sacar la muestra para poder referir la humedad hallada al peso real de los bultos en ese momento y no al que se indica en su punto de partida.

b) *Materias minerales.*

La determinación se efectúa por una incineración simple mediante los procedimientos comunes. Se acepta por lo general como contenido normal de cenizas una cantidad no mayor de 1 %. Un residuo que pase de esta cifra es considerado como indicio de la adición de materias extrañas o bien de un lavado insuficiente de la pasta en cuestión.

c) *Resina.*

La evaluación de la resina contenidas en las pastas presenta el inconveniente de que ésta se halla muy desigualmente repartida en la masa total.

Se toman muestras de porciones diversas, sacadas de varias hojas dis-

tintas, mezclándolas todas y desmenuzándolas, para formar la muestra total.

Por lo que respecta al reconocimiento y evaluación de la resina, se verán en el capítulo de "Análisis de papel".

d) *SOⁿ libre.*

En el caso poco frecuente en que la pasta a analizar contenga una cantidad apreciable de SO₂ se procederá al dosage de éste.

1) *Método gravimétrico.* — En un balón de 2 litros se colocan 50 grs. de pasta y 500 centímetros de agua destilada. Este balón está provisto de un tapón de goma con 3 aberturas, la primera conduce una corriente de CO₂ producida en un aparato Kipp, la segunda sostiene una bola de decantación que contiene ácido fosfórico (con objeto de desplazar el SOⁿ contenido en la substancia) y la tercera comunica con un tubo de desprendimiento que va a un tubo de Will el cual contiene una solución iodo-iodurada (5 grs. iodo más 7.5 de ioduro de potasio en 1.000 centímetros de agua).

Se comienza por eliminar el aire del balón mediante una corriente rápida de CO₂, lavado previamente en una solución de SO₄Cu diluido. El balón se coloca sobre un bañomaría hasta llevar el líquido contenido a una temperatura de 70°, haciendo pasar al mismo tiempo una corriente lenta de CO₂.

Por medio del tubo de la bola de decantación, se añade luego 25 centímetros de una solución de ácido fosfórico siruposo al 10 % y se acelera la corriente de CO₂ (4 o 5 burbujas por segundo).

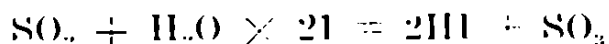
Al cabo de una hora todo el SO₂ es arrastrado y ha pasado a la solución iódica (que no debe decolorarse durante la operación, agregando una nueva cantidad en el caso de que esto sucediera).

El ácido sulfuroso se ha transformado así por oxidación en ácido sulfúrico, el cual se dosa a continuación por el método común del Cl₂ Ba.

El peso del sulfato de bario hallado, multiplicado por 0.275, da el peso de SO₂ correspondiente.

2) *Método volumétrico* (iodometría).

Está basado en la reacción siguiente:



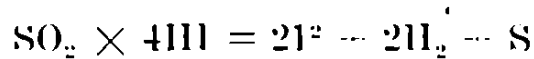
o sea en la oxidación por el iodo del SO₂ que pasa al estado de SO₃. En el tubo de Will del aparato anteriormente descrito se colocan 10 centímetros de solución iodo N 10; se titula el iodo restante por medio del hiposulfito de sodio.

Si llamamos A el volumen de solución de iodo puesta en el tubo de Will, A' el volumen de la solución de hiposulfito gastado, tendremos (A-A') x 1,28 miligramos de SO₂ %.

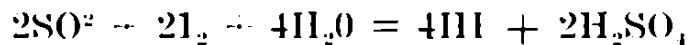
El método es aproximativo solamente, debido a que la reacción pasa

cuantitativamente en la forma arriba indicada, sólo en los casos en que la solución de SO_2 contiene a lo más 0,04 % en peso, siendo poco exacto cuando las concentraciones de SO_2 son más fuertes.

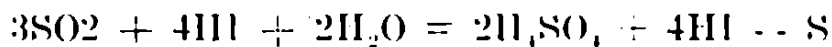
Se creyó que tales errores fueran debidos a la reversibilidad de la reacción, pero J. Volhard probó la inexactitud de esta teoría demostrando que una adición de 20 % de ácido sulfúrico no tenía acción en la exactitud de los resultados y que probablemente la oxidación incompleta del SO_2 podía provenir de la acción reductora ejercida por el HI formado sobre el SO_2 .



De acuerdo con esto, el método que hemos indicado parece ser el más exacto, pues si se hace caer una solución de SO_2 en la solución de I la oxidación del SO_2 es completa.



y por el contrario, si se hace actuar la solución de iodo sobre el SO_2 , las dos reacciones tienen lugar simultáneamente.



Como hemos dicho, prácticamente se obtienen resultados más exactos haciendo actuar el SO_2 sobre la solución de iodo hasta decoloración si es posible y agitando constantemente.

e) *Celulosa.*

Se efectúa la evaluación de la celulosa contenida en las pastas, mediante el procedimiento común de ebullición con ácido clorhídrico e hidrato de sodio, alternativamente, pero exagerando un poco la concentración de los reactivos para los casos en que se trata de pastas de madera mecánica cuya lignina y sustancias pécticas son difíciles de eliminar por completo.

ANALISIS DE PAPEL

I) *Ensayos Físicos.*

- 1) Determinación del espesor
- 2) Peso del metro cuadrado
- 3) Resistencia a la tracción.
 - a) Determinación del sentido de la máquina.
 - b) Peso de ruptura
 - c) Alargamiento de ruptura
 - d) Longitud de ruptura
 - e) Número de fineza.
- 4) Resistencia a la perforación
- 5) Resistencia al plegado
- 6) Grado de opacidad
- 7) Determinaciones higrométricas.

II) *Ensayos Químicos.*

- 1) Cualitativos.
 - a) Cloro libre
 - b) Ácidos libres
 - c) Naturaleza de la cola
 - d) Naturaleza de la pasta
 - e) Naturaleza del color.
- 2) Cuantitativos.
 - a) Humedad
 - b) Materias minerales
 - c) Grado del encolado
 - d) Resina
 - e) Ahumidón
 - f) Evaluación de las pastas.

III) *Examen Microscópico.*

- 1) Caracteres físicos.
 - a) Aspecto general de las fibras
 - b) Longitud de las mismas.
 - c) Su diámetro medio
 - d) La presencia y el aspecto del canal central
 - e) La forma de las puntas.
- 2) Ensayos químicos.
 - a) Método de Herzberg
 - b) Método de Vetillard
 - c) Método del cloruro de zinc
 - d) Método del cloruro o nitrato de calcio iodado
 - e) Examen de las fibras en sección transversal.

1) *Determinación del espesor.*

Esta medida debe efectuarse sobre diversas muestras con objeto de tener la seguridad de que el papel examinado tiene un espesor uniforme.

Los aparatos empleados para esta determinación variarán según la precisión que se quiera dar al ensayo, desde las pinzas graduadas, que acusan milímetros, hasta los delicados palmers, que pueden apreciar espesores de un centésimo de milímetro.

El cuadro siguiente indica algunos de los aparatos más empleados:

Micrómetros.

I) Al decuplo.

- 1) Compás de Weber
- 2) Pinza graduada.

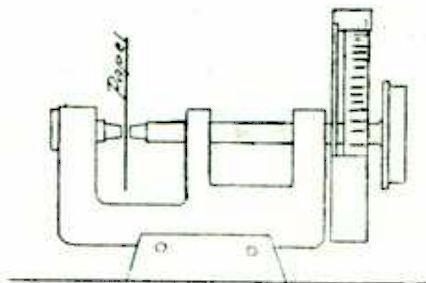
II) Simples.

- 1) A tornillo.
 - a) Aparato Rehse
 - b) Palmer modificado.
- 2) A engranaje.
 - a) Aparato Grossman
 - b) Aparato Fischer
 - c) Aparato Schopper.

Cuando se trata de medir aproximadamente el espesor de un papel se colocan 10 hojas o un múltiple de 10 y se mide el espesor del conjunto mediante el compás de Weber o las pinzas graduadas, de ahí su nombre de medidas al décuplo.

Ambos aparatos son de un sencillo manejo y no necesitan mayor explicación.

El aparato de Rehse no es más que un Palmer especial para papeles, dispuesto sobre un soporte fijo y en un tambor micrométrico, unido a un tornillo, que tiene un paso de 0,mm5.

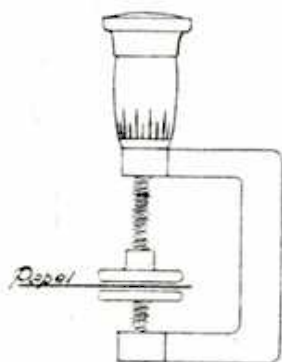


APARATO REHSE
(Fig. 7)

Una vuelta completa del tambor hace avanzar 0,mm5 al tornillo en la dirección de su eje, y como el tambor está dividido en cien partes iguales, para un centésimo de vuelta leída en el tambor, el tope del tornillo ha avan-

zado $0,5 \times 0,01 = 0,mm\ 005$, es decir que hay que multiplicar por 0,005 la cantidad leída en el tambor para obtener el espesor del papel examinado.

A veces los resultados obtenidos no son comparables entre sí con este aparato y se observan diferencias marcadas en determinaciones efectuadas sobre muestras análogas.



PALMER MODIFICADO
(Fig. 8)

Estas diferencias se atribuían a la especial conformación dada a los toques en los extremos del tornillo el cual siendo demasiado agudo (dos milímetros de diámetro) presentaba poco superficie de contacto.

Se sabe, en efecto, que el papel no tiene una superficie lisa, sino que presenta estrías, rugosidades, granos, etc., de modo que usando aparatos cuyos tornillos tengan toques en punta, éstos pueden oprimir ya un relieve o bien un surco del papel, de modo que los resultados no son siempre rigurosamente exactos.

Con el *Palmer* modificado, se ha tratado de subsanar este inconveniente, la innovación consiste en adaptar a los extremos del tornillo micrométrico y del tope fijo dos pequeños platillos circulares de un centímetro de diámetro, de modo que así se puedan obtener los espesores medios del papel examinado.

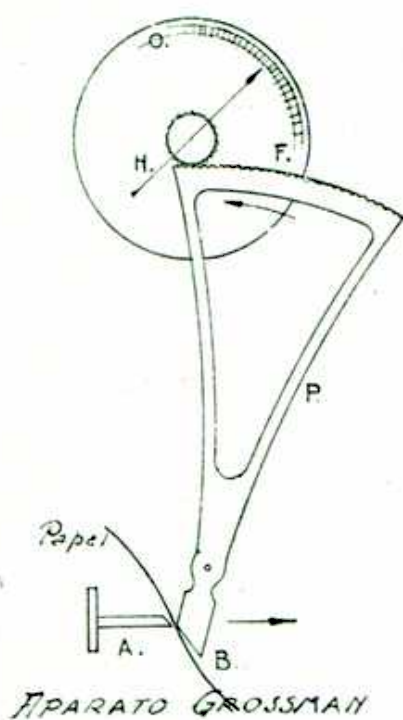
Los aparatos a engranaje son más cómodos y prácticos que los de tornillo, y puede decirse que su funcionamiento es automático.

El aparato de *Grossman* (Fig. 9) se compone de dos pinzas A y B, una de ellas fija (A) y otra móvil (B) en comunicación con un brazo de palanca P, que hace accionar el engranaje horizontal E, el cual imprime un movimiento de rotación a la aguja H, cuya desviación se marca en el cuadrante C.

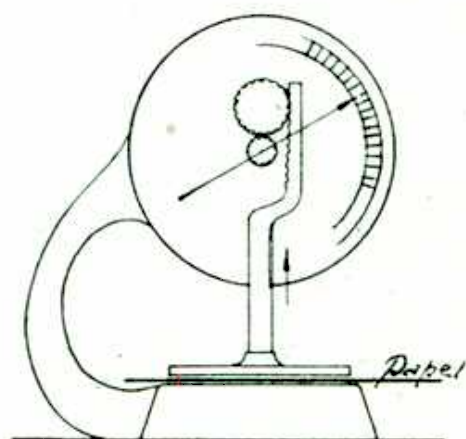
La hoja de papel cuyo espesor se trata de medir, se interpone entre las piezas A y B de modo que según el espesor del papel será la separación de ambas y la correspondiente desviación de la aguja H.

El sistema de *Fischer* (Fig. 10) es análogo al anterior con la diferencia de que la hoja de papel se interpone horizontalmente y en cambio el engranaje o cremallera es vertical y recto.

El aparato de *Schopper* ha sido ya descripto al tratar de las máquinas



APARATO GROSSMAN
-(Fig. 9)



APARATO FISCHER
(Fig. 10)

continuas de fabricación. Es de funcionamiento continuo y puede conectarse con un indicador eléctrico de modo que acusa automáticamente cualquier cambio en el espesor del papel recién elaborado, y en cuanto al principio en que se basa su funcionamiento, es análogo al de los dos anteriores.

2) *Peso del metro cuadrado.*

Es una determinación sencilla de pesada y debe ser efectuada sobre varias muestras de hojas expresando como resultado final la promedia de estas determinaciones.

Se corta una porción cuya superficie ha sido cuidadosamente medida y se pesa. Se refiere luego este peso obtenido a un metro cuadrado.

Existen balanzas especiales a contrapeso para estas determinaciones, las cuales llevan una graduación doble impresa en un arco de círculo. Se corta una porción determinada de papel *que debe ser siempre de la misma dimensión*, y se coloca en un platillo curvo dispuesto al objeto; el peso de esta muestra hace desplazar una aguja o retículo a lo largo del círculo graduado, pudiéndose leer directamente el peso referido al metro cuadrado. Desde luego que a falta de dicha balanza, la determinación puede hacerse con una de las de uso corriente en los laboratorios.

3) Resistencia a la tracción. Véase cuadro de la página 89.

a) *Determinación del sentido de la máquina.*

Debido a los movimientos rítmicos de las telas de que están provistas las máquinas continuas, las fibras de la pasta se disponen en su mayor parte según esa dirección, que se denomina sentido de la máquina.

Es natural que en ese sentido la resistencia del papel será máxima y de aquí la necesidad de determinarlo previamente antes de proceder a las pruebas de resistencia a la tracción, perforación y plegado.

Para determinar este sentido puede cortarse un trozo de papel de forma circular, que tenga aproximadamente 10 centímetros de diámetro. Se sumerge rápidamente en agua y se coloca sobre una superficie pulida o sobre la palma de la mano, teniendo cuidado de evitar la adherencia. Se ve que los bordes del papel se curvan y a veces acaban por cruzarse ambos.

Cuando se trata de un papel no encolado, en vez de humedecerlo con agua, puede tratarse con una solución diluída de colofonia en alcohol, dejando a este último evaporarse, procediendo como en el caso anterior.

Se explica el doblamiento de los bordes en el círculo de papel humedecido por el hinchamiento desigual de las fibras. Antes de comenzar el ensayo se ha marcado el papel con puntos de reparo para poder referir el sentido hallado al resto de la hoja de papel.

Puede emplearse otro método debido a M. Nickel, que presenta condiciones de rapidez y simplicidad, siendo tan exacto como el anterior.

Parte del hecho que el papel ha sido cortado al salir de las máquinas, en sentido normal y paralelo a los cilindros: de donde, tomando dos bandas perpendiculares sobre una misma hoja, se tendrán ambas direcciones del papel.

Se aplican estas dos bandas una contra otra, mientras con una mano se sostienen por una extremidad, con la otra se curva el extremo libre varias veces de derecha a izquierda, procediendo con lentitud y dejándolas luego en libertad.

Pueden quedar las dos curvadas y juntas, en cuyo caso, la de abajo es la que marca el sentido de la máquina, o bien pueden separarse y mientras una queda curvada, la otra se endereza más rápidamente, y en este caso esta última señala el sentido de la máquina.

En el método de Nickel la diferente curvatura se explica por la desigual elasticidad de las fibras en un sentido y en otro.

b) *Peso y alargamiento de ruptura.*

Es, tal vez, la determinación más importante en el ensayo de un papel y requiere el mayor cuidado y prolijidad en su ejecución.

Los resultados pueden variar con el espesor y ancho del papel; con el sentido de las fibras, con la humedad del aire, las materias de carga, con el encolado y hasta con la mayor o menor velocidad que se imprime a los aparatos al hacer la experiencia.

Una vez determinado, como se ha dicho, el sentido de la máquina, la primer dificultad que se presenta es la de elegir el largo y ancho conveniente de la banda de papel a ensayar. Es reconociendo la importancia de esta cuestión que A. Martens, en Alemania, ha publicado un trabajo titulado "De la influencia de la longitud y ancho de las bandas de muestra sobre los resultados de los ensayos de solidez del papel", Berlín 1885, en cuyas conclusiones demuestra que el ancho no tiene mayor influencia sobre el resulta-

do y aconseja el uso de las bandas de 15 mm.

En cuanto a la longitud, se han adoptado bandas de 18 centímetros de largo como longitud normal. Es de recomendar el uso de tiras de estas dimensiones en todos los ensayos con objeto de obtener una mayor homogeneidad, haciendo que los resultados sean comparables.

Como hemos dicho anteriormente, el papel presenta mayor resistencia y menos elasticidad *en el sentido de la máquina*, que en la dirección transversal, debido a que las fibras arrastradas por la corriente del líquido y por los movimientos rítmicos de la tela continua se disponen en su mayor parte siguiendo la dirección de la máquina.

Por este motivo, se mide la resistencia en los dos sentidos haciendo ensayos sobre dos series de cinco muestras cada una.

La operación de cortar las bandas de papel para el ensayo debe ser objeto de cuidadosa atención, pudiendo llevarse a efecto con una regla y un instrumento cortante o mejor aún mediante guillotinas graduadas especiales que vienen junto con los aparatos de medida; estas guillotinas permiten un trabajo más rápido y exacto.

Una vez cortadas las bandas necesarias para el ensayo (5 en el sentido de la máquina y 5 en sentido transversal) se procede al ensayo de tracción mediante los aparatos comunes que responden a diversos tipos de construcción:

Aparatos para la medida de resistencia.

- I) A resorte.
 - 1) Hartig-Reusch
 - 2) Leuner
 - 3) Wendler
 - 4) Frombling.
- II) A presión.
 - 1) Pfühl.
- III) A contrapeso.
 - 1) Sistema primitivo
 - 2) Aparato Schopper.

Los aparatos a resorte están contruidos bajo un plan uniforme y constan de cuatro órganos principales:

- a) Organó del movimiento
- b) Organó de la tensión
- c) Organó de la trasmisión de la fuerza
- d) Organó de la medida de la fuerza.

Aunque en algunos parecen encontrarse confundidos dos órganos en uno solo, son todos análogos y sólo se diferencian en el sistema registrador o en la mayor comodidad de su empleo.

Aparato de Hartig Reuch.

Tensión. — La banda de papel es sujeta por dos pinzas con la parte interior ondulada transversalmente, provistas, además, de un forro de cuero blando para evitar los bordes cortantes y los consiguientes deterioros del papel a ensayar (a b).

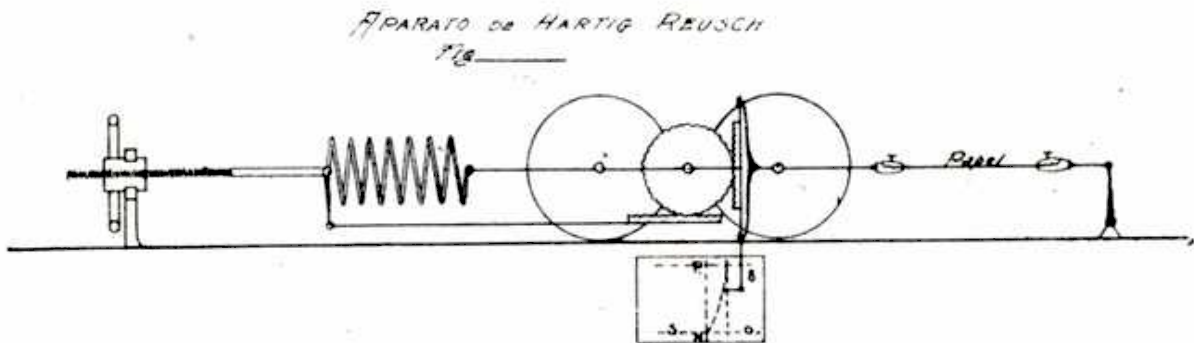
La pinza b está unida al sistema móvil B y por su intermedio al resorte F, que sirve de transmisión de la fuerza. El sistema B sigue el movimiento de extensión de la banda de papel, es decir su *alargamiento* desde que se coloca hasta que se rompe.

Por otra parte, el resorte F se estira tanto más cuanto mayor resistencia opone el papel, estando desde luego determinada de antemano la elasticidad de este resorte.

Los dos movimientos (tensión del resorte F y desplazamiento del sistema B) son marcados *automáticamente* por el lápiz G que inscribe el diagrama del ensayo sobre una hoja de papel fijada en un tablero.

La tabla que lleva el papel de los diagramas puede desplazarse horizontalmente para escribir varios gráficos unos al lado de otros.

Cada aparato lleva tres resortes graduados para resistencias distintas; el primero de una fuerza equivalente a cuatro kgs., el segundo de 9 kgs. y el tercero de 18 kgs.; cada uno acompañado de una escala que indica a cada tensión del resorte la fuerza correspondiente en kilogramos.



(Fig. 11)

La fuerza necesaria para el alargamiento del resorte F es dada por el volante D en comunicación con el tornillo C, cuyo movimiento de retroceso produce la tensión del resorte.

En cada ensayo efectuado, cuando se han roto cinco bandas en el sentido de la máquina y 5 en el sentido transversal, se considera determinada la resistencia y se procede a observar los diagramas.

Estos gráficos presentan la disposición indicada en la figura en la cual las ordenadas (P N) marcan la *carga de ruptura* y las abscisas (S. O.) indican el *alargamiento de ruptura*.

El registrador automático y los diagramas inscriptos que facilitan el cálculo ulterior, hacen de este aparato uno de los más aceptables y prácti-

cos. Estos diagramas, que pueden ser guardados como documentos de control, de la experiencia tienen un valor inapreciable.

Aparato de Leuner. — Es conocido con el nombre de ‘ensayador automático de Leuner’ y responde en su construcción al plan del aparato de Hartig - Reusch, aunque su construcción es más sencilla y más sólida que el anterior.

Se diferencia de éste en que el aparato registrador está formado por un tambor sobre el que se apoya la punta del lápiz marcador, en vez de hacerlo sobre una hoja plana de papel.

El lápiz sigue el movimiento del resorte al estirarse y traza sobre el tambor una línea paralela a su eje, que representa *la carga de ruptura*.

Este tambor está conectado a una de las pinzas del órgano de tensión de tal modo que a cada *alargamiento* de la banda de papel corresponde un movimiento de rotación del tambor. La línea marcada por el lápiz resulta así una curva análoga a la del aparato anterior.

Una vez producida la ruptura, se aplica el lápiz sobre la base de la curva formada y dando un movimiento de rotación al tambor se traza el eje de las abscisas.

Como el trazado de las perpendiculares y la medida de la altura de las curvas era un trabajo largo e incómodo, Leuner ha imaginado una escala grabada sobre una placa de vidrio, que aplicada sobre el tambor da inmediatamente las dimensiones de la curva sobre los dos ejes.

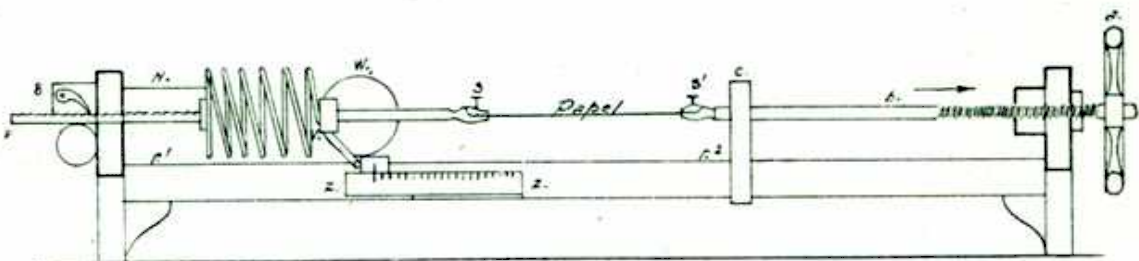
Aparato de Wendler.

Presenta una disposición distinta de los órganos componentes del aparato, es decir, que el órgano de tensión y el registrador están dispuestos entre los de movimiento (volante) y el de fuerza (resorte).

Se diferencia también de los aparatos de Hartig - Reusch y de Leuner en el órgano registrador, que no marca gráficos de la experiencia.

El órgano de movimiento está formado como los otros aparatos por un volante y un tornillo unido este último a una de las pinzas (S) del órgano de tensión.

APARATO WENDLER



(Fig. 12)

La transmisión de la fuerza se efectúa por medio de un resorte espiral,

fijo por un extremo a un soporte (N) y unido por el otro al sistema móvil (W) y a la varilla (V).

El aparato ensayador de Wendler está provisto de dos resortes, de 9 kilos de fuerza el uno y de 20 kilos el otro. La medida de la *fuerza de ruptura* está dada por el movimiento del cursor z a lo largo de una regla graduada fija (rr'), y en cuanto a la medida del *alargamiento* está dada por los movimientos respectivos del cursor z y del sistema móvil e cuyas distancias son acusadas en la escala (rr') dividida proporcionalmente a una banda de papel de 18 cm. de longitud.

Un pestillo g impide el retroceso brusco del resorte y lo inmoviliza en el momento de la ruptura, pudiendo leerse *directamente* en la escala, la carga de ruptura del papel en kilogramos y el alargamiento en *centésimos de longitud* de la banda.

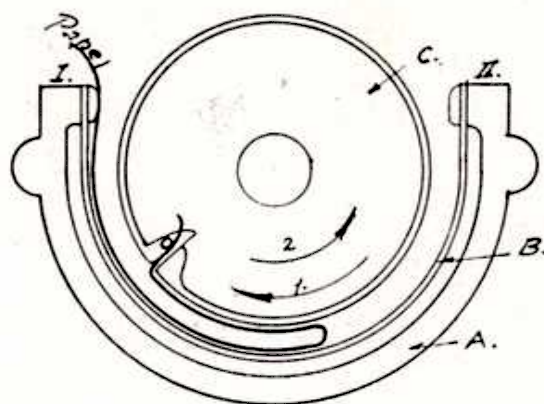
Aparato de Frombling.

Es idéntico al de Hartig - Reuch, con la única diferencia que en vez de registrar la experiencia gráficamente, lo hace por medio de dos cuadrantes separados, cuyas agujas permiten leer directamente la fuerza de ruptura y el alargamiento.

Si bien es de más fácil y rápido manejo, presenta el inconveniente de no dejar constancia gráfica de la experiencia, como lo hace automáticamente el de Hartig - Reusch, que da así un valioso elemento de contralor.

Aparato de Pfühl.

Está basado en un principio muy original y distinto de los aparatos anteriores que acabamos de ver.



APARATO PFÜHL

(Fig. 13)

Lo constituye un cilindro metálico (C), que se apoya sobre una banda de goma b y ésta a su vez está casi en contacto con una concavidad a, en la cual gira el cilindro (Fig. 13); que está provisto de una pequeña muesca, donde se engancha la extremidad de la banda de papel a ensayar, que se introduce por I.

Estando la muesca en 1 y apretando la extremidad del papel, se hace girar el cilindro en el sentido 2 hasta que la muesca llegue a LL.

Luego se insufla aire a presión en el espacio comprendido entre la goma y la concavidad a de modo que la banda de papel queda apretada contra el cilindro tanto más cuando mayor es la presión sufrida.

Luego se hace girar el cilindro en el sentido 1 hasta que la muesca vuelva a su primitiva posición 1. Si el papel no se ha roto, se repite de nuevo toda la operación pero con una presión mayor, hasta lograr la suficiente para causar la rotura del papel.

Pfühl expresa la resistencia de los papeles en centímetros cúbicos de mercurio, y en cuanto a la presión del aparato, fué ensayado en los institutos de Charlottenburg y Lipsia con resultados prácticos satisfactorios.

Sistema primitivo.

En casos excepcionales en que por cualquier circunstancia no sea posible servirse de los aparatos especiales para medir la resistencia de las bandas de papel, Persoz recomienda el uso del primitivo sistema que se usaba antes que se idearan los modernos aparatos de medida.

Se corta en el papel una tira de 5 cm. de ancho por 60 de largo y con ella se forma una especie de anillo, pegando con cola los bordes. Una vez seca la cola se pasan por este anillo dos varillas, una sirve para mantener el sistema y la otra como sostén de un plato de balanza al cual se van agregando pesas sucesivamente hasta obtener la ruptura del papel.

Para hacer el cálculo se suman las pesas empleadas al platillo y la varilla inferior y el total se divide por dos, pues el ensayo de tracción se ha efectuado sobre una banda doble de papel.

En lugar del platillo y las pesas se suele emplear un balde tarado, al cual se hecha arena hasta causar la rotura del papel, pesando luego la arena agregada.

Aparato de Schopper.

Es tal vez el más empleado entre los de su especie, debido en gran parte a la exactitud y precisión de los resultados obtenidos con él, además de la comodidad de su uso. (Fig. 14).

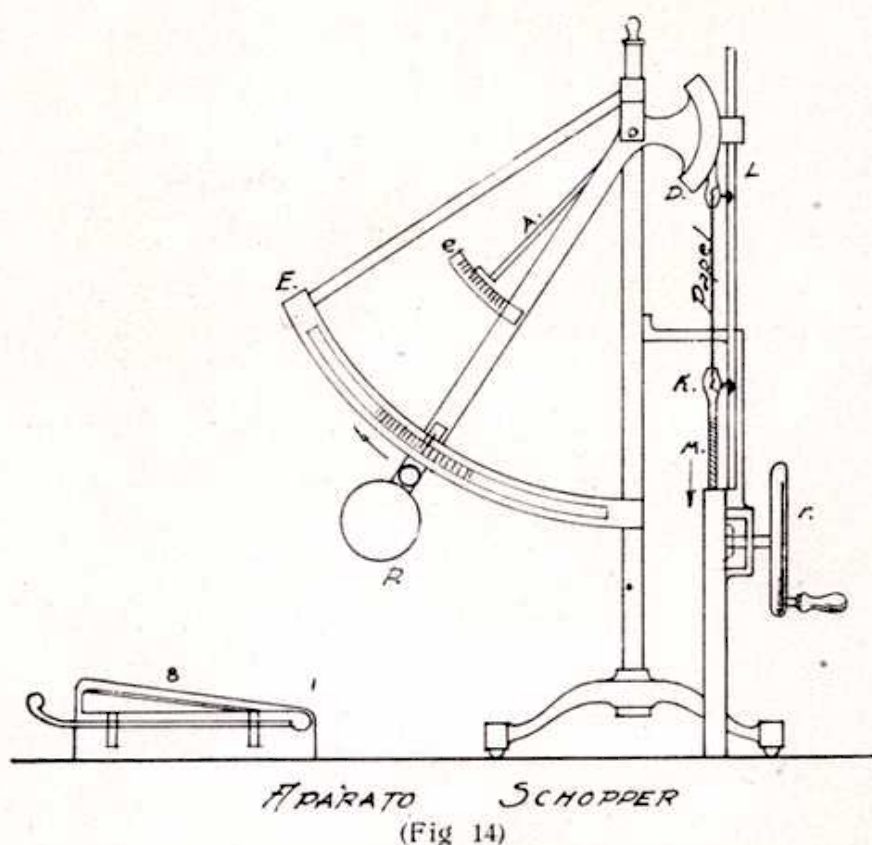
Nuestras fábricas de Zárate y Campana emplean este aparato para sus determinaciones de resistencia.

Entre las pinzas D y K se dispone una banda de papel de longitud normal (18cm x 1.5) cortada mediante la guillotina G, que se observa a la izquierda del aparato.

El movimiento del volante (rr) hace bajar la pinza K ejerciendo la tracción correspondiente sobre la banda de papel, la que a su vez tira de la pinza D haciendo desplazar el contrapeso P en el sentido indicado en la figura, elevándose a medida que la tracción aumenta.

Cuando el papel se rompe, el contrapeso en lugar de caer de nuevo

a su primitiva posición, es detenido automáticamente en el sitio donde se encontraba en el momento de la ruptura mediante un ingenioso sistema de dientes o pestillos dispuestos en su parte posterior, los cuales engranan con una cremallera situada detrás del arco graduado y a lo largo de él.



La pinza K, al mismo tiempo que ejerce una tracción sobre la banda de papel, hace bajar una cremallera vertical unida a ella, cuyos dientes engranan con la base de la aguja A. Como la cremallera es rígida y no sufre alargamiento como el papel, se tiene que dicha aguja A se eleva más que el contrapeso P. La diferencia entre las dos posiciones de A y P da la medida

En cuanto se ha producido la ruptura no queda más que leer en ambas escalas el peso de *ruptura* y el *alargamiento*, respectivamente, dado que las agujas indicadoras permanecen inmobilizadas en el sitio en que se encontraban al romperse la banda de papel.

Acompaña al aparato una pequeña guillotina G, ya indicada, para cortar rápidamente las bandas con las longitudes requeridas en los ensayos.

Los resultados obtenidos, ya sean de peso de ruptura o de alargamiento, se inscriben aisladamente en un cuadro; se suman entre sí y luego se saca el promedio para cada sentido (sentido de la máquina y sentido transversal). Actualmente se acostumbra a agregar también la *longitud de ruptura* en ambos sentidos.

d) *Longitud de ruptura.*

Se llama *longitud de ruptura de un papel* la longitud que debería tener una banda de este papel de un ancho y espesor cualquiera, pero unifor-

mes ambos, para que, suspendida por una de sus extremidades, se rompa bajo su propio peso.

Para el cálculo de la longitud de ruptura se necesita previamente conocer el peso de la banda de papel.

Suponiendo que una banda de 18 cm. pesa 0,260 y presenta en el sentido de la máquina una resistencia a la ruptura de 5 kgs. 32, se dispondrá el cálculo en la forma siguiente:

$$\frac{0,18}{0,260} = \frac{X}{5,32}$$

de donde

$$X = \frac{0,18}{0,260} \times 5,32$$

o sea

$$X = 0,692 \times 5,32 = 3681 \text{ metros.}$$

Es decir, para que dicha banda se rompa bajo su propio peso en el sentido de la máquina, necesita tener una longitud de 3 kilómetros y 681 metros.

De análogo modo se calcula la longitud de ruptura en sentido transversal a la máquina.

En general, para el cálculo de la longitud de ruptura para bandas de 18 cm. de largo (constante), podríamos emplear la fórmula siguiente:

$$L = \frac{C}{P} \times P$$

siendo L = longitud de ruptura

C = constante

p = peso de una banda de 18 cm. de largo y 1,5 de ancho.

P = peso de ruptura.

Una vez hallado el peso de ruptura en el sentido de la máquina y en el transversal, se deduce la *longitud de ruptura media*, que es en definitiva la que se toma en cuenta para la clasificación del papel examinado.

Suponiendo en nuestro caso que la longitud de ruptura en el sentido de la máquina fuera 3.681 y en el sentido transversal hemos obtenido 2.120, tendríamos como peso de ruptura media

$$\frac{3.681 + 2.120}{2} = 2 \text{ Km. } 900$$

e) *Número de fineza.*

Se llama número de fineza a la relación de la longitud al peso de la banda.

En la fórmula anterior $\frac{O}{P}$ representa, pues, el número de fineza. Teniendo en cuenta que para una longitud constante C , el peso de la banda varía por lo general entre ciertos límites, no muy lejanos. Herzberg, con objeto de simplificar las operaciones, ha construido una tabla en la cual, conociendo el peso de la banda, se puede leer directamente el número de fineza.

4) *Determinaciones higrométricas.*

Es de todos conocida la influencia de la humedad en la resistencia de un papel, y las variaciones que experimentan las cifras de la longitud, del alargamiento y peso de ruptura, debidas a estados higrométricos distintos de la atmósfera en que se trabaja.

Es importante conocer el estado de este ambiente, a fin de hacer comparables las verificaciones ulteriores. Según Herzberg, la oficina de ensayo del papel en Charlottenburg hace las experiencias con 65 % de humedad en el aire y a 20° de temperatura. Para esto se disponen los aparatos bajo una caja de vidrio, en la cual se obtiene el grado de humedad deseado, colgando hojas de papel de filtro humedecidas, si es que la humedad del ambiente es inferior a 65 %, y en el caso que pase de esta cifra se aplaza la experiencia.

En cuanto al aparato empleado para la determinación higrométrica, es por lo general un higrómetro de cabello u otro análogo, resultando este sistema sumamente práctico por la comodidad de su empleo.

Hay que tener en cuenta que según sea la constitución de un papel (encolado, refinación) absorbe cantidades diferentes de agua, y las experiencias de Winkler han demostrado que distintas clases de papel mantenidas en un ambiente con 90 % de humedad y a 20° de temperatura, habían absorbido cantidades de agua que variaban de 9,1 % a 13,1 %.

5) *Resistencia a la perforación.*

Esta determinación era tenida en poca importancia y por lo general se la confundía con las determinaciones de resistencia a la tracción.

Sin embargo, experiencias recientes de Persoz han demostrado la importancia de esta prueba considerada antes como secundaria y que revela diferencias notables, en papeles que son de distintos espesores o fabricación y que dan resultados análogos en las determinaciones de resistencia a la tracción y alargamiento.

Opina este mismo autor que se ha atribuido demasiada importancia a la longitud de ruptura, y que las experiencias realizadas hacen considerar al ensayo de perforación como un dato de utilidad verdadera.

Ensayador de Rehse.

Es un pequeño y útil instrumento que se utiliza para ensayo rápido de papel empleándose a veces como probador de resistencia cuando no se dis-

pone de bandas de papel suficientemente largas o se desea simplemente comparar dos clases de papel.

Está formado por un tubo sobre el cual hay trazada una división en milímetros y en uno de cuyos extremos se dispone la hoja de papel como si fuera el parche de un tambor.

En el extremo opuesto gira un tambor micrométrico, cuyo movimiento hace presionar un resorte, que a su vez trasmite la fuerza a un punzón, cuya extremidad se apoya sobre el papel hasta alcanzar la fuerza necesaria para perforarlo.

El aparato tiene, además, un vástago central, provisto de un vernier, que es arrastrado por el movimiento del tambor micrométrico. Este vástago da por su desplazamiento, con relación al tambor, la carga de ruptura, mientras que la lectura sobre el tubo exterior da la suma de ruptura y alargamiento, o elasticidad del papel.

Si el tambor ha marcado sobre el tubo exterior 4,1, por ejemplo, y el vernier del vástago indica 2,9; el alargamiento será igual a 1,2.

Aparato Schopper - Persoz.

Es un dinamómetro común de Schopper análogo al que se emplea para medidas de resistencia, al cual Persoz ha adaptado un ingenioso perforador que ocupa en el aparato el lugar de la banda de papel que se usa en el ensayador de resistencia.

Para colocar el perforador en el aparato se cambia la cremallera recta común por otra especial, doblada dos veces en ángulo recto. Luego se dispone dicho perforador, compuesto de dos secciones móviles y corredizas y provistas de las ranuras correspondientes. La sección superior lleva una abertura redonda de tres y medio cent. de diámetro, dispuesta horizontalmente y en la cual se dispone la hoja de papel, mantenida fija y tensa por un anillo adaptado sobre ella.

La sección inferior está provista de un vástago vertical, cuya extremidad termina en una pequeña esfera, la cual hace presión en el centro de la lámina de papel, determinando la perforación cuando la fuerza aplicada alcanza el grado suficiente.

Antes de comenzar el ensayo se dispone la esfera de tal modo que toque la cara inferior del papel sin presionar sobre él. El momento en que la esfera toca exactamente la lámina del papel puede determinarse con la introducción de una lengüeta móvil de papel fino entre el disco y la esfera o bien empleando como medio más exacto, un original dispositivo (planoscopo) de Persoz, cuya descripción puede verse en el libro de dicho autor. (Essai et analyse des papiers).

Las indicaciones de resistencia a la perforación y a la elasticidad del papel son dados por el aparato en la misma forma que para una simple determinación de resistencia.

6) *Resistencia al plegado, frote y arrugamiento.*

Herzberg en su libro sobre ensayo del papel, escrito en 1894 y que es aún un modelo entre los de su género, comienza el capítulo referente a la prueba de plegado con las siguientes palabras:

“No existe actualmente ningún aparato mecánico para hacer el ensayo del plegado y no se sabe si lo habrá jamás”.

“Es un ensayo puramente subjetivo y depende de las modalidades del operador”.

A pesar de esta incertidumbre y de la dificultad de expresar con cifras los resultados, el mismo autor no vacila en atribuir al ensayo del frotamiento una verdadera utilidad, dado que, además de la resistencia aproximada, permite reconocer con un poco de práctica, el agregado en exceso de materias de carga, como asimismo un blanqueo demasiado enérgico que haya perjudicado la resistencia de las fibras; de tal modo que a pesar del empirismo que parecen tener las denominaciones indicadas más adelante, una persona acostumbrada clasifica siempre en el mismo tipo un mismo papel, y recíprocamente, varias personas prácticas emiten parecidos juicios sobre una misma muestra.

Actualmente no sólo *existen aparatos* para medir la resistencia al plegado, sino que los resultados se expresan numéricamente y son por lo tanto comparables, permitiendo tal vez una apreciación más exacta.

Sin embargo, los ensayos de plegado y frotamiento se efectúan generalmente a mano, procediendo del modo siguiente:

Una hoja cuadrada de papel de 25 a 30 cm. de lado, se extiende sobre una mesa y se pliega en dos paralelamente a uno de sus bordes, luego en otros dos sobre sí misma y así siguiendo hasta reducirla a una banda tan estrecha que no permita un nuevo pliegue.

Se extiende de nuevo el papel y se comienza a plegarlo en sentido perpendicular al primero. Luego se efectúa el mismo trabajo para cada una de las diagonales, sucesivamente.

Cada vez que se extiende el papel hay que observarlo al trasluz, para ver si aparecen pequeños agujeros en la intersección de los pliegues. Si durante uno de los cuatro plegados descriptos, se produjeran estos agujeros, el papel puede *clasificarse como malo*, en cuyo caso es inútil seguir más adelante en el ensayo.

Si ha resistido a las anteriores pruebas, se extiende la hoja y luego se la estruja con las manos de modo a formar una bola que se comprime enérgicamente. Luego se abre con precaución y se observa al trasluz, repitiendo tres o cuatro veces la operación si el papel ha resistido a la primera.

Después de haberla estrujado tres veces, se extiende de nuevo sobre la mesa y tomándola con ambas manos se frota sobre ella misma, como se hace para lavar un trozo de tela, comenzando este frotamiento con moderación y

después fuerte y enérgicamente si ha resistido al principio, terminando con esta última prueba el ensayo.

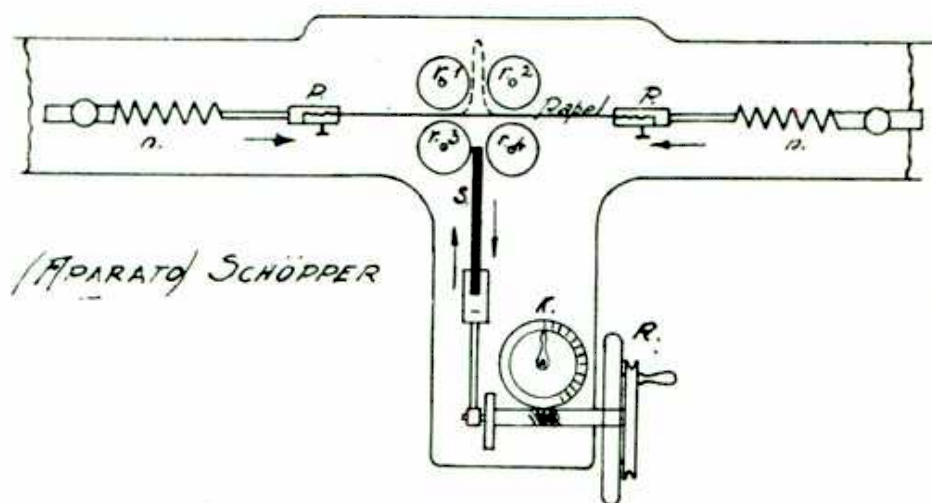
Una vez efectuadas estas pruebas se hace la apreciación del papel mediante las siguientes denominaciones:

- 0 Extraordinariamente débil.
- 1 Muy débil.
- 2 Débil.
- 3 Bastante resistente.
- 4 Resistencia grande.
- 5 „ muy grande.
- 6 „ extraordinariamente grande.

Aparato Schopper.

Este ingenioso aparato indicado en el croquis de la (Fig. 15) se emplea como medidor de resistencia al plegado, y si bien presenta inconvenientes, producidos por los choques y flexiones de la banda de papel, evita en cambio los errores personales de apreciación, y al dar una cifra como expresión de resistencia, hace más exacta y menos empírica la clasificación de la muestra.

Una banda de papel es mantenida horizontalmente por las pinzas a resorte PP' (Fig. 15) pasando entre cuatro cilindros verticales R 1, R 2, R 3, R 4.



(Fig. 15)

El movimiento de la rueda R es transmitido al vástago móvil S y éste, en su movimiento alternativo de vaivén, hace plegar la banda de papel, entre los cilindros que le sirven de sostén y guía.

Las pinzas PP' se disponen a 10 cm. una de otra y al plegarse el papel, su acercamiento mutuo es permitido por los resortes n, n, que tienen en el extremo contrario a las pinzas un regulador de tensión con escala graduada.

El número de movimientos del vástago móvil y por consecuencia el

número de pliegues del papel son indicados por un disco registrador K que se detiene en el momento de romperse la banda de papel.

Las experiencias efectuadas con varias clases de papel han permitido al constructor establecer una escala de siete tipos, adaptándola a la nomenclatura corriente, agregando la denominación *pasable* a la antigua escala, y expresando en *número de pliegues* la resistencia al plegado.

	Pliegues	
1 Extraordinariamente débil	0 a	2
2 Muy débil	2 a	6
3 Débil	6 a	12
4 Pasable	12 a	30
5 Bastante grande	30 a	100
6 Grande	100 a	300
7 Muy grande	300 a	800
8 Extraordinariamente grande	800 a	6.000

Grado de opacidad.

El examen a trasluz puede dar indicaciones muy útiles sobre la calidad de un papel y sobre todo cuando se trata de comparar dos muestras entre sí.

A simple vista pueden notarse las fallas en la masa observada, la discontinuidad de la trama, así como los grumos de pasta apelotonada y las manchas de resina y de fibras agrupadas.

Por lo que se refiere a las medidas de transparencia puede efectuarse mediante el llamado *diafanómetro* de Schopper (Fig. 16).

Este está constituido por un tubo que puede separarse mediante el tornillo T en dos mitades, una fija A y la otra móvil B.

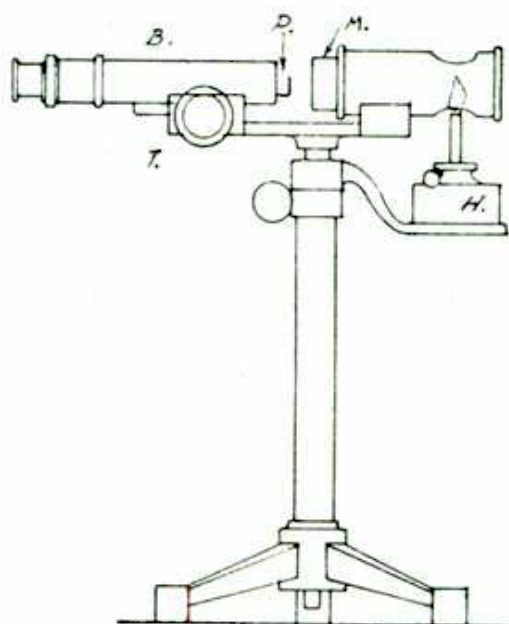
La porción A lleva dos aberturas que permiten la introducción de una lámpara de Hefner, que funciona con acetato de amilo, y cuya llama, regulada durante 10 minutos a 4 cm. de altura, tiene la intensidad equivalente a una bujía normal.

El tubo B lleva en el extremo P un portaobjeto, en el cual se colocan las muestras a ensayar, constituidas por pequeños rectángulos de papel de 25 mm. de largo por 15 mm. de ancho.

Una vez colocado cierto número de hojas y graduada la luz de la lámpara, se hace avanzar el tubo B hasta introducirse en el extremo M del tubo A con el cual ajusta herméticamente, impidiendo toda iluminación lateral de las hojas de papel, y comprimiendo éstas contra una placa de vidrio. El operador puede trabajar con cámara oscura o cubrirse la cabeza con un paño negro.

Si colocando varias hojas se alcanza a ver la luz de la lámpara, se retira el tubo B y se agregan nuevas láminas de papel, hasta obtener la obscuridad completa.

Una vez obtenido esto, se sacan las hojas del tubo y se cuentan. El número de hojas, multiplicadas por el espesor de cada una, dará el grueso total de la lámina de papel necesaria para producir la obscuridad completa.



APPARATO (GRADO DE OPACIDAD)
(Fig. 16)

ENSAYOS QUÍMICOS CUALITATIVOS

Cloro libre.

Se prepara un papel reactivo con papel de filtro impregnado de engrudo de almidón conteniendo I K.

En el fondo de una cápsula se dispone un trozo de este papel reactivo y encima un pedazo de tamaño análogo del papel a ensayar, se humedece en agua destilada y se siguen colocando en capas alternadas trozos sucesivos de papel reactivo y papel a ensayar, comprimiendo luego el conjunto con una varilla de vidrio o espátula de porcelana.

Se dejan en contacto algunas horas, al cabo de las cuales se examinan las hojas de papel ensayado para ver si se han producido manchas azul violáceas, de ioduro de almidón.

Es caso excepcional el encontrar cloro libre en un papel, pues éste desaparece rápidamente, atacando a las celulosas del papel y transformándose en hidrocélulas. Herzberg cita la experiencia de un papel de filtro tratado por el agua de cloro, y secado luego, al cabo de dos días no presentaba ni aun vestigios de cloro libre.

Acidos libres.

El reconocimiento de éstos no es tan sencillo como en el caso de las pas-

tas, en que se trata simplemente de una infusión con agua destilada y una prueba en la solución resultante, con papeles reactivos de tornasol o rojo congo.

El papel contiene en su composición los elementos de múltiples tratamientos sufridos; (SO_3 , Na_2 , agregando como antioloro, alumbre, el encolado, etc.), que pueden hacer aparecer reaccionese ácidas coloreando el papel de tornasol.

El problema de reconocer ácidos libres en presencia de alumbre, podría resolverse por el procedimiento recomendado por Müller (precipitación del alumbre con alcohol absoluto y éter ensayando la solución restante), pero este método es sólo factible en el caso de soluciones concentradas de alumbre, siendo inaplicable para el caso de los papeles en que está en mínimas cantidades, y los ácidos (si los hubiera) serían apenas vestigios de ellos.

La pequeña cantidad de alumbre y ácidos que un papel puede contener hace también inaplicable el procedimiento de Giesecke para reconocer los ácidos libres en presencia de alumbre (cuya sensibilidad llega sólo hasta 0,1 %) y que consiste en agregar a una solución de alumbre, gotas de tintura de campeche y $\frac{1}{10}$ del volumen de alcohol: en el caso de ser alumbre solo da un color violeta, y si se trata de alumbre con ácidos libres se observa una coloración amarillo oscura.

El rojo congo es el reactivo más conveniente para este ensayo; pues además de presentar una extrema sensibilidad para los ácidos libres, empleado convenientemente, sirve como reactivo diferencial entre éstos y el alumbre.

Si se emplea en solución, da con el alumbre un ligero precipitado azul obscuro, lo cual imposibilita el reconocimiento de los ácidos, y lo mismo sucede con los papeles reactivos impregnados de soluciones muy concentradas de colorante, en las cuales el alumbre da también precipitados que hacen incierta la reacción.

En cambio, con papel de rojo congo coloreado débilmente en rosa, las soluciones de alumbre, aun concentradas, no dan ningún cambio de color, mientras que todo vestigio de ácido libre provoca la formación de un color azul celeste.

Por lo que respecta a la práctica del ensayo, es análoga a la que se recomienda en el análisis de las pastas de papel. Una porción aproximada de 30 grs. se desmenuza finamente y se coloca en un vaso de precipitación, agregando luego agua destilada en poca cantidad de modo que cubra apenas la masa del papel; se calienta débilmente durante media hora, removiendo la masa de cuando en cuando. El líquido decantado se ensaya con el papel de rojo congo, como se ha dicho anteriormente.

Se recomiendan también otros reactivos, pero su sensibilidad no puede compararse en modo alguno a los anteriormente citados.

e) *Naturalza de la cola.*

Las materias más comunmente empleadas son por lo general algunas de las cuatro siguientes:

- 1 Resina.
- 2 Gelatina y colas animales.
- 3 Féculas y amiláceos.
- 4 Caseína.

pudiendo hallarse solos o bien combinados en un mismo papel.

Reconocimiento de la resina.

a) *Con el éter.* -- Un trozo de papel se sostenido horizontalmente mediante el arco metálico de un soporte común y sobre él se hace caer gota a gota y a cortos intervalos una pequeña porción de éter contenida en una pipeta o dispositivo especial. El líquido se extiende por la hoja formando un círculo y la resina arrastrada hacia los bordes forma una especie de aureola más o menos acentuada.

b) *Método de Clayton - Beadle.* Se basa en el enturbiamiento producido en una solución alcohólica de resina por adición de agua; 0, 1 grs. de papel desmenuzado finamente se calienta en un tubo de ensayo de 12 mm. de diámetro con dos o tres cm³ de alcohol absoluto.

Después de enfriada la solución, se decanta con precaución sobre otro tubo análogo que contiene agua hasta una pulgada de alto. En la superficie de contacto se observa un anillo opaco o una capa de resina precipitada y según los casos agitando el tubo, un enturbiamiento u opalescencia.

c) *Reacción de Halphen.* Se preparan dos soluciones: la primera compuesta de fenol cristalizado en dos volúmenes de tetracloruro de carbono; la segunda contiene un volumen de bromo en cuatro volúmenes de tetracloruro de carbono.

Con una varilla de vidrio se impregna un trozo pequeño de papel con la solución de fenol y se expone luego a los vapores de bromo, colocándolo encima de una cápsula de fondo plano en la cual se han puesto unos centímetros de la solución de bromo.

Si el papel contiene resina se observa la aparición de una tinta azul apagado o verdoso, de distinta intensidad, según los casos.

Al tratar de los ensayos cuantitativos expondremos algunos procedimientos para la evaluación de la resina.

Reconocimiento de la gelatina.

a) *Con el óxido de mercurio.* Este método no es muy exacto y además de ser larga su ejecución necesita gran cantidad de muestra para ser llevado a buen término.

Se desmenuza el trozo de papel a ensayar y se hace hervir en agua destilada durante un cuarto de hora. Mientras hierve esta solución, se prepara

en recipiente aparte óxido de mercurio precipitado, mediante una solución de cloruro de mercurio a la que se agrega hidrato de sodio en exceso, lo cual da como resultado la formación de un precipitado amarillento.

Una vez que la infusión de papel ha hervido 15 minutos se filtra y a la solución resultante se le añade una pequeña porción del óxido de mercurio recientemente preparado, haciendo hervir de nuevo esta mezcla.

Si la solución no contiene cola animal el color del precipitado permanece inalterado, o bien toma un tinte verdoso en algunos casos; en cambio si existe gelatina en la solución examinada se observa que el precipitado vira al verde sucio y luego al negro con formación de mercurio metálico.

Este precipitado negro o verde obscuro, se recoge sobre un filtro y se lava primeramente con agua y luego con HCl diluido, para disolver el $O\text{Hg}$ no reducido y aislar el Hg metálico.

Al terminar este lavaje, si se observa la presencia de Hg , puede deducirse la presencia de cola en el papel examinado.

b) *Con el tanino.*

Una parte de la infusión obtenida, como se ha dicho en a) y convenientemente filtrada, se concentra al bañomaría y luego se le agrega una solución acuosa de tanino al 5 %. La formación de copos gelatinosos y blancos indica la presencia de cola animal.

c) *Con el reactivo de Millon.*

La aplicación de este reactivo en el análisis de papel es debida a los estudios de Wiesner, el cual tiene en cuenta que la cola del comercio no es químicamente pura y contiene albúminas de especies diversas, encontrándose, según Herzberger, un grupo aromático monohidratado característico de las moléculas albuminoideas y que es puesto de manifiesto por el reactivo antedicho.

La preparación del reactivo se efectúa agregando a una cantidad dada de Hg metálico, un peso igual de ácido nítrico, dejándolos en contacto hasta disolución completa del metal.

Se agrega luego una cantidad de agua equivalente a una o dos veces el volumen de la solución mercurial. Se deja en reposo durante 24 horas y luego puede emplearse directamente; el reactivo así preparado conserva toda su actividad durante un mes aproximadamente.

El papel a ensayar es puesto en un vidrio de reloj y una vez humedecido con una gota del reactivo se somete a un suave calor, observando si aparece una coloración, que en el caso de producirse, puede variar del rosado al rojo ladrillo.

Aunque la reacción puede producirse en frío, es sin embargo favorecida y activada por el calor. Como en general el color rosado se obscurece luego,

es conveniente no perder de vista la muestra a ensayar durante todo el tiempo que dure la experiencia.

Investigación de la fécula y amiláceos.

Se reconocen por el procedimiento común, con una solución muy diluída de iodo en ioduro de potasio. Una solución muy concentrada de iodo, colorea algunas fibras del papel en pardo y en amarillo, impidiendo que la coloración azul violácea del almidón iodurado se observe en toda nitidez.

La aparición de esta mancha azul violácea producida al depositar una gota del reactivo sobre el papel, indica la presencia del almidón. Si se trata de papeles coloreados, se procederá a hervir algunos trozos en una pequeña cantidad de agua destilada; a la solución obtenida, convenientemente decantada, se agregan algunas gotas del reactivo iodurado, observándose la aparición de una tinta azulada en el caso de que el papel ensayado contuviera amiláceos.

Para el reconocimiento de la especie a que pertenecen los granos de almidón sería necesario recurrir al microscopio.

Es conveniente tener en cuenta que ciertos papeles apergaminados, pueden dar la reacción análoga al almidón a pesar de que éste no haya entrado en su composición.

Reconocimiento de la caseína.

Método de Adankiewicz.

Se extrae la caseína del papel mediante una lejía alcalina de potasa o soda muy diluída o bien por una solución de borax. Se precipita acidulando o si se quiere haciendo hervir con ácido acético.

Se filtra y el precipitado recogido una vez secado se coloca sobre un vidrio de reloj. Se agregan luego algunas gotas de un reactivo compuesto de 1 vol. de ácido sulfúrico concentrado y 2 vol. de ácido acético glacial, sometiendo el conjunto a la acción del calor suave observando si aparece un color rojo que puede variar del rosado al rojo ladrillo y violácea.

En el caso de haber muy poca cantidad de caseína, que hace apenas visible su precipitación con ácido acético, es conveniente en vez de filtrar evaporar a sequedad el líquido y sobre el residuo hacer el ensayo como se ha indicado anteriormente.

Otro método para el reconocimiento de la caseína y separación de los otros componentes eventuales del encolado, aunque requiere más tiempo que el anterior, presenta sin embargo la ventaja de poderse emplear, según Pezsoz, como método cuantitativo.

Con objeto de disolver la resina, se trata repetidas veces con alcohol hiviendo, acidulado al principio con unas gotas de ácido acético, para desprender la resina de sus combinaciones con la alumina u otros óxidos metálicos.

Luego se hace otra extracción de la gelatina mediante el empleo del agua caliente. A continuación se somete el papel a la acción de una infusión de cebada germinada (diastasa), con el fin de transformar la fécula en dextrina soluble en agua.

La solución de diastasa se prepara poniendo en contacto la cebada germinada y molida con agua a una temperatura de 60° una o dos horas. La infusión de diastasa, una vez filtrada groseramente, se hace actuar sobre la muestra del papel examinado hasta que ésta no dé reacción con el agua de iodo.

Una vez eliminado el almidón así solubilizado, por lavajes repetidos con agua, se trata la muestra por una lejía débil de potasa al 1 % de amoníaco diluido con objeto de disolver la caseína.

d) *Naturaleza de la pasta.*

El reconocimiento de las clases de pastas que entran en la constitución de un papel, así como la naturaleza de sus fibras, es un problema cuya resolución debe buscarse lógicamente en la microscopía.

Únicamente se acostumbra a investigar químicamente la presencia de pasta de madera en los papeles, dado que presenta caracteres distintivos especiales además de tratarse del constituyente que más a menudo forma parte del papel.

Por otra parte, la pasta mecánica de madera ha sido considerada como causante de la poca duración de los productos elaborados con ella o de otros en cuya fabricación forma parte, y es por esto que presenta gran importancia su determinación en los documentos o en general en papeles destinados a una larga duración.

Las reacciones químicas empleadas para la investigación de la pasta de madera presenta la ventaja de poder indicar rápidamente por medio de coloraciones características la presencia de esta pasta de madera, sin necesitar el auxilio del calor ni de instrumentos especiales, como en el caso del reconocimiento microscópico.

Si bien es cierto que las reacciones diferenciales, de todas las diversas clases de celulosas se cuentan por centenares, el uso ha consagrado para el caso de la pasta de madera, las tres reacciones indicadas por Herzberg como de resultados positivos y de sencilla ejecución.

1°.) *Reacción del clorhidrato de naftilamina.*

El reactivo se prepara calentando durante 10 minutos 5 grs. de naftilamina con 50 cc de agua destilada y 1 cc de ácido clorhídrico. El líquido resultante, de un ligero color violáceo, se filtra: puede emplearse directamente.

Con objeto de facilitar la conservación del reactivo, se aconseja guardarlo en frascos de vidrio azul, provistos de un tapón especial de vidrio esmerilado, que en su parte inferior se continúa con un vástago o varilla de

vidrio, con la cual se extrae, al saear el tapón, unas gotas del líquido, suficientes para impregnar el papel ensayado.

Tratando con este reactivo una muestra que contenga pasta mecánica de madera se observa la aparición de una mancha de color *amarillo-anaranjado*.

2°..) *Reacción del sulfato de anilina.*

Se prepara el reactivo disolviendo 5 grs. de sulfato de anilina en 50 cc de agua destilada; se obtiene un líquido claro que por el tiempo toma una coloración violeta.

Si se ensaya con este reactivo un papel en cuya constitución entre la pasta de madera, se obtiene una coloración *amarillo-claro*.

3°..) *Reacción de la Floroglucina.*

La preparación del reactivo se efectúa disolviendo 2 grs. de floroglucina en 25 cc de alcohol y se agrega a esta solución 5 cc de ácido clorhídrico concentrado.

La solución obtenida es fácilmente descomponible por el aire y la luz por lo cual se aconseja no preparar más que pequeñas porciones, sobre todo teniendo en cuenta que la solución recientemente preparada actúa más rápidamente y de un modo más enérgico.

Este reactivo da con los productos que contienen pasta mecánica de madera, *una coloración roja*.

Esta reacción es más sensible que las dos anteriores, además de presentar un color intenso, y tiene la ventaja de poder emplearse en papeles amarillentos, en los cuales resultan dudosas las reacciones de la naftilamina y el sulfato de anilina. Sin embargo, Herzberg llama la atención sobre el hecho de que algunas materias colorantes amarillas empleadas en algunos papeles, se colorean precisamente en rojo bajo la influencia del ácido libre del reactivo sin que el papel contenga pasta de madera.

En estos casos recomienda observar cuidadosamente al agregar el reactivo, pues la materia colorante adquiere toda su intensidad de un solo golpe, palideciendo algo luego, y en cambio si se trata de papeles conteniendo pasta de madera, la coloración aparece gradualmente, aumentando de intensidad al penetrar el líquido en el papel.

Además de las anteriores, han sido propuestas muchas otras reacciones para el reconocimiento y caracterización de la pasta de madera en los papeles:

Kaiser (Chem. Zeitung XXVI 315 - 1902) recomienda una mezcla de partes iguales de Isobutylcarbinol y ácido sulfúrico, que debe calentarse en bañomaría a 90° hasta que empiece a producirse un ligero desprendimiento gaseoso, enfriándola luego. Con la pasta de madera se obtiene, según las cantidades, un color rojo, violeta o azul índigo.

La reacción se acelera calentando suavemente la mezcla.

Las determinaciones del porcentaje de pasta de madera contenida en un papel, es un caso de interés práctico y se estudiará en el capítulo de ensayos cuantitativos.

e) *Naturaleza del color.*

El reconocimiento del color es un ensayo que puede tener gran importancia en ciertos casos en que se sospecha la presencia de arsénico en los papeles pintados de verde o de colores análogos.

El examen de la clase de colorante contenido, carece en el resto de los casos de interés, y en cuanto a la determinación específica, está regida por las mismas normas analíticas que se emplean para la caracterización de los colorantes comunes.

Como determinación preliminar, puede hacerse una calcinación rápida de una porción de la muestra, lo cual tiene por consecuencia hacer desaparecer el color si se trata de cuerpos orgánicos o derivados de anilina y dejarlos inalterados en el caso de ser compuestos por minerales no volátiles.

Las leyes de higiene y salubridad que rigen el empleo de los colorantes en alimentos y objetos de uso personal, prohíben el uso de colores *conteniendo arsénico* en los papeles para tapizados, caretas, hojas, flores artificiales, frutas, libros y dibujos, estableciendo al mismo tiempo sólo el uso de morientes y fijadores cuyo contenido de As soluble en el agua sea nulo o que como insoluble no pase de dos miligramos por ciento.

El reconocimiento del As en los papeles puede efectuarse mediante las reacciones comunes (Gutz-F. P. Treadwell Análisis cualitativo I-221 París 1902 o bien Marsh-Berzelius ídem I-215).

Por lo que respecta a la determinación cuantitativa, además de los métodos colorimétricos y electrolíticos de los cuales existe un gran número, puede emplearse un procedimiento ideado por Hefti para el caso de los papeles pintados en que se ha reconocido la presencia de As (Análisis cuantitativo F. P. Treadwell II-192 París 1912).

ENSAYOS QUÍMICOS CUANTITATIVOS

a) *Humedad.*

Al tratar de los ensayos de resistencia se indicó la importancia que para estas determinaciones tiene el conocimiento del estado higrométrico en el ambiente, así como la humedad contenida en la muestra a ensayar. Hemos dicho también que las pastas de papel secadas al aire contienen siempre una cantidad de agua que podemos llamar higroscópica y cuyo porcentaje puede variar desde 8 a 12 %.

La determinación de la humedad en un papel no se diferencia del procedimiento común empleado para esta clase de ensayos. Varios trozos de pa-

pel tomados de las diversas hojas que componen la muestra total son desmenuzadas y mezcladas de modo a formar una muestra media lo más homogénea posible.

Una porción de esta muestra es rápidamente pesada y luego sometida en una estufa seca a temperatura de 100° - 105° hasta peso constante. Para llegar a este resultado se requiere un tiempo variable en cada caso, que puede ser desde 4 a 10 horas, según el estado de la muestra, su desmenuzamiento, etc. Es de recomendar el uso de cápsulas de vidrio cubiertas o bien de los llamados pesa-filtros.

Materias minerales. (Cenizas).

Nada más simple a primera vista que la determinación de las materias minerales en un papel, y en efecto aunque su realización práctica es sencilla y se diferencia poco de los métodos comunes, hay que tener en cuenta al interpretar los resultados obtenidos, no solamente la balanza o sistema empleado, sino también el estado higrométrico de la sustancia sin contar las posibles modificaciones químicas que puede experimentar, tales como reducción de carbonatos, volatilización de los cloruros, etc.

Por otra parte, las cenizas de un papel están constituidas casi en su totalidad por las llamadas materias de carga, agregadas durante la fabricación. Las determinaciones hechas sobre las pastas empleadas y en las fibras de las materias primas acusan un porcentaje de cenizas que raramente es superior a 1 %.

Si a esto se agrega el peso del óxido de aluminio que puede quedar en exceso (en el encolado a la resina) o un poco de cal residual fijadas en las fibras (en el blanqueo con el hipoclorito de cal) se obtienen cifras no superiores a 2.5 %, en general.

Hay casos de plantas que por la naturaleza especial del terreno en que se han desarrollado o por otras causas análogas, como ser la dureza de las aguas empleadas en las papelerías, pueden producir papeles que sin contener materias de carga den cifras superiores a las indicadas, pero se trata de raras excepciones.

Varias son las maneras de hacer el ensayo de las cenizas diferenciándose sólo en el modo de efectuar la calcinación o en la clase de balanza empleada.

1) *Calcinación.*

a) *Calcinación en estuche o manguito de hilo de platino.*

Este se construye con una tela metálica de platino de finas mallas y enrollada sobre sí misma, cerrando luego uno de sus extremos, dándole la misma forma de un tubo de ensayo común, de tal modo que la llama y el aire puedan pasar a través de los intersticios que dejan entre sí los hilos, sin que por esto haya pérdidas de sustancias, dado que el residuo calcinado de un papel conserva casi siempre la forma de la lámina primitiva.

Para efectuar la calcinación se dispone el estuche sobre un dispositivo análogo al sostén de alambre y tierra refractaria empleada para las cápsulas de platino o crisoles comunes de porcelana, con la diferencia que en vez de ser triangular está formado por dos alambres paralelos doblados en ángulo recto de tal modo que sostienen las dos extremidades del estuche y dejan pasar la llama entre ambos.

Estos dos alambres recubiertos por cilindros de tierra refractaria son fijados en un trozo de madera o hierro, que a su vez se sostiene en un soporte vertical común, por medio de un tornillo.

La combustión se efectúa por medio de un pico común de Bunsen, o en su defecto por una lámpara de alcohol de gran potencia, tipo Barthel u otra análoga.

Terminada la calcinación, se deja enfriar el estuche en un secador común y se pesa, directamente (pesa-cenizas de Post) o bien dentro de un tubo especial de vidrio (balanza de Reimann).

Como causas probables de error en este sistema, se indican: la combustión incompleta y presencia de partículas carbonosas no calcinadas; la pérdida de pequeñísimas fracciones de sustancias que pueden pasar a través de las mallas del estuche y por fin la pérdida de peso sufrido por el mismo manguito o estuche.

Esta pérdida de peso es favorecida por la gran superficie de incandescencia que presentan los finos alambres que forman el estuche, lo cual da por resultado, según Herzberg, una probable formación de carburo de platino que se volatiliza durante la combustión.

El hecho es que uno de estos estuches sometido en el Bureau Alemán de análisis a una serie de 64 calcinaciones de papel, había perdido 0,grs. 424, es decir cerca de medio gramo sobre su peso total, que era de 16 grs. 566. De aquí la necesidad de tarar frecuentemente este dispositivo para evitar este posible error de apreciación.

Por otra parte, se recomienda, cualquiera que sea el aparato o sistema empleado para pesar (Post, Reimann o balanza común), que una vez determinado el peso, extender las cenizas en una placa de porcelana blanca y desmenuzarlas con una varilla para observar si existen aún partículas carbonosas sin calcinar; es decir, si la incineración ha sido incompleta, en cuyo caso se considera el ensayo como defectuoso y se repite de nuevo.

b) *Calcinación en cápsula de porcelana.*

Estas cápsulas, que pueden también ser de platino, deben tener poca altura como condición favorable para una calcinación rápida y completa.

Una cantidad de tres o cuatro gramos de papel se pone en una de estas cápsulas, previamente tarada, la cual se coloca en una mufla a gas, hasta la

icineración completa; esta cápsula, enfriada en secador, es pesada en una balanza del tipo común de laboratorio.

c) *Cenizas regeneradas y cenizas sulfúricas.*

Durante la calcinación, es evidente que ocurren cambios químicos en algunos compuestos de los que constituyen las materias minerales en un papel, a tal punto que algunos de ellos pueden hasta ser eliminados por completo, (volatilización de cloruros); otros pueden reducirse por el carbón (sulfatos a sulfuros), además del caso común en que el carbonato de calcio, (agregado como materia de carga) se transforma por calcinación en $\text{O}Ca$.

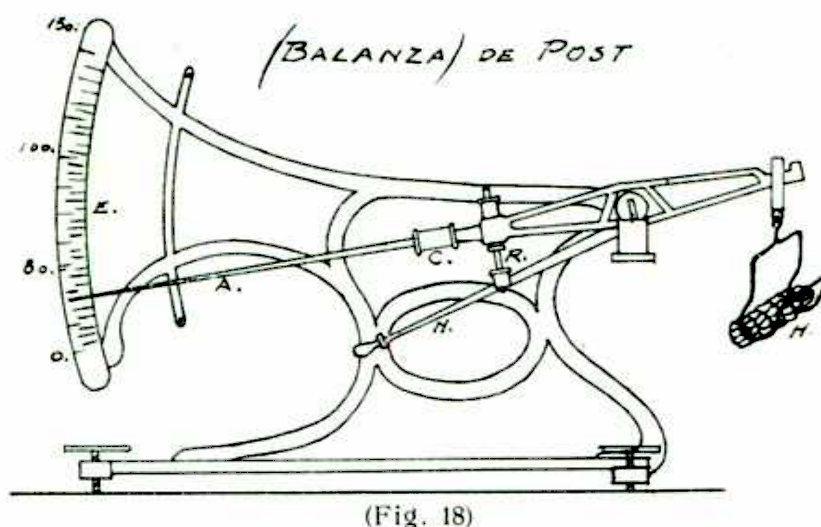
Conviene entonces, una vez pesada la cápsula, efectuar una regeneración de los carbonatos, impregnando las cenizas con una solución de carbonato de amonio, calentando luego moderadamente y repitiendo esta operación 2 o 3 veces hasta la obtención de un peso constante.

Con este mismo objeto de hacer los resultados comparables, se aconseja el método propuesto por H. Fabier de las *cenizas sulfúricas*, que al igual del anterior, consiste en humedecer el residuo calcinado con unas gotas de SO_4H_2 , calentar débilmente hasta sequedad y luego icinerar. Se obtiene así un peso de cenizas más homogéneo para una misma muestra, sin que pueda influir la temperatura demasiado alta o la duración muy larga como en el caso de la calcinación simple.

2) *Determinación del peso de las cenizas.*

a) *Balanza de Post.* (pesa-cenizas de Post).

Es un sencillo dispositivo de balanza a contrapeso, de un uso muy práctico dada la facilidad del manejo, puesto que se trata de un sistema que no necesita empleo de pesas.



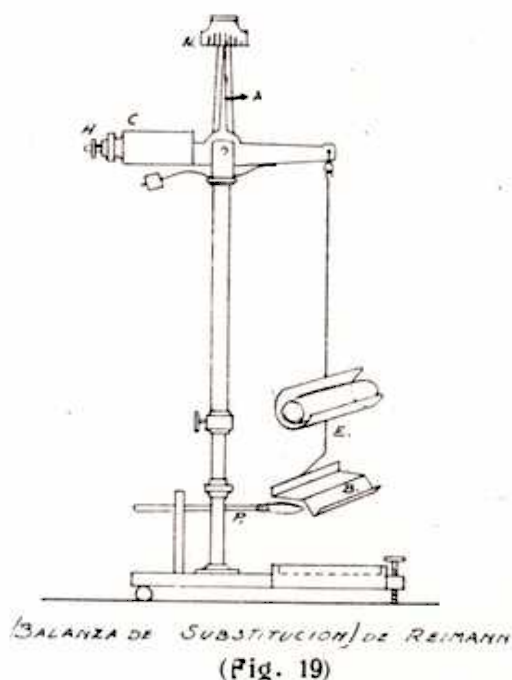
En la Fig. 18 se ve un estribo (H), que sirve para sostener el estuche e manguito de platino tarado. La aguja (A) indica directamente el peso de las cenizas sobre el cuadrante dividido en 150 partes. El tope (R) está destinado a disminuir y anular las oscilaciones violentas de la aguja, y en

cuanto al vástago (N) está colocado debajo de ésta y sirve para abrir y cerrar la balanza.

Las causas de error indicadas al tratar los estuches de hilo de platino han hecho abandonar, en general, el uso de esta balanza, a pesar de ser su manejo sumamente cómodo.

b) *Balanza de sustitución o de Reimann.*

Es también un sistema a contrapeso (Fig. 19) pero con un sistema auxiliar de pesas, lo que hace su empleo menos sencillo que el pesa-cenizas de Post.



La determinación se efectúa del modo siguiente:

Se coloca en el estribo (E) un tubo de vidrio cuyo peso es aproximadamente de unos 19 grs. En el platillo o bandeja (B) que está suspendido de ese estribo se agregan pesas hasta formar 2 gramos (una pesa de un gramo y el resto en pequeñas placas de decigramos y centigramos). El pincel (P) sirve para amortiguar las oscilaciones del platillo.

Una vez colocado el peso total de 21 gramos (19+2), se gradúa el sistema por medio del contrapeso (C) y el tornillo auxiliar (H) hasta que la aguja (A) marque el O de la escala (N).

Obtenido esto, se retira del platillo (B) la pesa de 1 gramo y se le reemplaza por un trozo de papel a ensayar, en cantidad suficiente para que la aguja vuelva otra vez al O.

Este trozo de papel, se coloca dentro del manguito de platino y se incinera del modo indicado anteriormente. Terminada la calcinación se echan las cenizas en el tubo de vidrio, para lo cual basta golpear suavemente el enrejado del estuche de tal modo que su contenido cae al tubo de vidrio sin sufrir pérdida alguna.

Se vuelve a colocar el tubo en el estribo con la pesa de un gramo en el platillo inferior. La aguja, como es natural, se desplaza hacia la derecha de la escala debido a la sobrecarga de las cenizas. Se sacan pequeñas pesas del platillo inferior hasta que el equilibrio se restablezca, es decir hasta que la aguja vuelva al 0.

Las fracciones de los centigramos pueden apreciarse por las oscilaciones de la aguja a uno y otro lado del 0 de la escala.

3) *Análisis de las cenizas.*

Cuando el peso obtenido después de la calcinación es superior a unos 2 o 3 grs. %, se considera por lo general como indicio de que el papel ha sido adicionado de las llamadas materias de carga o cuerpos de relleno.

Al tratar de la fabricación de las pastas de papel y en el capítulo de "Carga y coloración", se han indicado las materias más comúnmente utilizadas para aumentar el peso del papel.

Como el análisis de las cenizas en nada se diferencia de un análisis mineral común: no creemos de interés alguno el indicar las marchas a seguir para el reconocimiento de estas substancias.

c) *Grado del encolado.*

Tiene por objeto determinar la forma en que se comporta el papel ensayado, respecto a su capacidad de absorción para las tintas. Esta determinación tiene importancia cuando se trata de papeles para ciertos usos como registros y documentos bancarios y aun en los papeles comunes de escribir, en los cuales un encolado defectuoso produce los inconvenientes que son de imaginar.

En principio el método empleado no puede ser más simple: consiste en agregar algunas gotas de una solución de Cl_3Fe sobre una cara del papel, dejarlo secar, y luego hacer lo mismo sobre la otra cara con una solución de tanino. Si el encolado es defectuoso se producirá rápidamente el encuentro de las dos soluciones y aparecerá sobre el papel una coloración negra debida a la tinta formada.

Desde la época en que Leonhardi estableció este método, ha sido modificado en sus detalles de ejecución con el objeto de hacerlo más exacto y menos empírico.

Originariamente se practicaba en la forma siguiente:

Sobre una de las caras del papel se trazaban rayas con una solución de Cl_3Fe mediante plumas especiales de caucho o de otra materia análoga, con objeto de evitar raspaduras. Se dejaban secar, y luego dando vuelta la lámina de papel, se hacían caer algunas gotas de una solución de tanino por medio de una pipeta especial, cuya extremidad superior, ensanchada, se cerraba con una membrana de goma de tal manera que, por presión con un dedo pueda producir la caída de la cantidad necesaria de solución, es decir, que funcionaba como un cuenta-gotas. Esta pipeta era calibrada de tal modo que al

presionar, hacía caer una gota de un peso aproximado de 0.03 grs.

Antes de comenzar la experiencia se establecía el peso del metro cuadrado y una vez determinado éste, se agregaba la solución férrica, dejándola secar tantos segundos como gramos pesaba el metro cuadrado del papel; a continuación se daba vuelta éste y se añadía la solución de tanino, manteniendo la pipeta a 10 cc. encima del papel.

Muchas eran las pequeñas causas de error que hacían algo inseguro este ensayo, en primer término, el tanino se usaba en solución etérea de modo que si el encolado era a base de resina, ésta se disolvía en parte por la acción del éter, entonces el Cl_3Fe era adicionada con 1 % de goma arábiga y fenol (este último con objeto de impedir fermentaciones) pero con el tiempo se producían transformaciones en la solución con formación de compuestos clorados que modificaban la eficacia del reactivo.

Todos estos inconvenientes han sido salvados y el ensayo se efectúa actualmente en forma más racional y correcta.

Soluciones necesarias:

I) 1 gr. de Cl_3Fe en 50 cc. de agua.

II) 1 gr. de goma arábiga con 0.2 de fenol en 50 cc. de agua.

Estas dos soluciones se mezclan en el momento de emplearse.

III) Tanino 5 gramos con 0.5 grs. de fenol en 100 cc. de agua.

El papel a ensayar se coloca sobre una especie de trípode o caballete construido con dos tablas unidas por una arista que guardan entre sí una inclinación de 60°. Sobre la arista de unión hay marcada una escala en centímetros (de 0 a 40) y por encima de ésta corre una lámina de metal doblada también en ángulo de 60°.

Esta lámina metálica sostiene una pinza o dispositivo especial en el cual se coloca el tubo, pluma o pipeta que sirve para agregar las soluciones indicadas. Este tubo o pipeta guarda una inclinación normal a la lámina de papel.

La hoja de papel ensayado se coloca sobre una de las planchas de madera que componen el caballete, fijándola de modo que no forme arrugas. A continuación se agregan unas gotas de la solución de Cl_3Fe el cual se escurrir a lo largo de la hoja, siendo el sobrante recogido por una canaleta dispuesta a lo largo en la parte inferior del aparato.

Se corre luego la pipeta o tubo afilado a unos 3 cms. a la derecha y se deja caer otra porción del reactivo, marcando una nueva raya en el papel y continuando así cada tres centímetros hasta haber producido un cierto número de rayas o trazos.

Se deja secar un cuarto de hora y dando vuelta la hoja, se procura que las marcas verticales recién trazadas, queden ahora horizontales. Una vez

efectuado esto, se repite la operación anterior, pero empleando la solución tánica.

La aparición del color negro en la intersección de las rayas al cabo de algunos segundos, indicará un encolado *muy defectuoso*.

Por lo que respecta a las dimensiones de la pipeta empleada, pueden ser variables, aunque Herberg recomienda un tubo de 3mm,5 de diámetro por 25 cm. de largo provisto de una extremidad afilada.

Son interesantes en sumo grado las observaciones de las bandas trazadas sobre la muestra que se ensaya.

En el punto en que cae el reactivo, la banda presenta un ensanchamiento debido a una mayor absorción del reactivo por el papel, y es allí donde las coloraciones son menos intensas debido a la mayor dilución, pero conforme la gota del reactivo va avanzando, se tiene una mayor concentración de la solución, de modo que al final de la banda es donde las reacciones son más nítidas y claras.

Si la coloración negra o gris aparece en el papel a los pocos segundos de agregado el reactivo tánico, se considera el papel como *mal encolado*.

Si recién al cabo de varios minutos o de una hora aparece una tinta negra débil o grisácea en la intersección de los trazos, se considera el papel como *sólidamente encolado*.

Cuando esta tinta grisácea aparece sólo al cabo de algunas horas, se considera lógicamente que la impermeabilidad es mayor que en el caso anterior y se le denomina como *muy sólidamente encolado*.

Si al cabo de 24 horas no se produce coloración alguna, quiere decir que el papel opone a la penetración de las soluciones, una resistencia suficiente para que no puedan encontrarse en los puntos de intersección. Considerando que este papel ha alcanzado el más alto grado de solidez en este sentido, se le clasifica como *extraordinariamente encolado*.

Evaluación de la resina.

1) Método de Schumann.

El papel cortado en pequeños fragmentos, es tratado por una lejía débil de soda cáustica al 1 %, calentando la mezcla a 75° durante unos minutos. Se obtiene así la formación de un jabón de resina soluble en el agua que se filtra, se lava el filtro con agua caliente y sobre el líquido filtrado se precipita la resina por el ácido sulfúrico, obteniéndose un enturbiamiento lechoso.

El precipitado así formado se recoge en filtro tarado, y una vez seco, se pesa el conjunto, de cuya cifra deduciendo el peso del filtro se obtiene el de la resina libre.

II) Método por disolventes.

Una determinada porción del papel se coloca en un aparato de extrac-

ción común, donde se le somete a la acción de un disolvente apropiado (éter, alcohol) o bien el Cl_4C que no presenta como los anteriores, el peligro de ser inflamable. Recomiéndase asimismo el empleo del tricloruro de etileno (C_2HCl_3) cuyo punto de ebullición es 85° .

Cualquiera que sea el disolvente empleado, una vez terminada la extracción, se evapora en cápsulas chatas, dejando como residuo la resina extraída, que se pesa directamente.

III) *Método de Clayton - Beadle.*

Soluciones necesarias:

1) Solución de 1 gr. de colofonia comercial, secada al aire, en 1000 cc. de alcohol absoluto.

2) Solución obtenida por ebullición de 10 cc. de alcohol con 1 gr. de papel ensayado.

Esta solución 2ª, limpia, filtrada o decantada, se calienta hasta reducirla a unos dos cc., se deja enfriar y se echa en un tubo de ensayo lleno hasta sus $\frac{3}{4}$ partes de agua destilada, agitando varias veces y dejando reposar 15 minutos.

En varios tubos del mismo tamaño que el anterior, y llenos con la misma cantidad de agua, se agrega con una bureta graduada distintos volúmenes de la solución titulada de colofonia.

Se agitan estos tubos y se comparan con el de la muestra, continuando estos ensayos hasta haber obtenido una opacidad semejante a la de éste.

El porcentaje contenido se calcula fácilmente sabiendo que 1 cc. de la solución titulada, corresponde a un milígramo de resina.

Evaluación del almidón

1) *Método Wurster.*

Una banda de papel con un peso aproximado de 0,grs.5 a 1,grs.5, se calienta algunos minutos con alcohol absoluto, decantando luego y lavando con nuevas cantidades de alcohol.

Como este tratamiento tiene por objeto extraer la resina, se tiene que, la disminución de peso experimentada (teniendo en cuenta la humedad del papel original) representa la resina contenida.

A continuación, el papel se hace hervir con una mezcla a volúmenes iguales de alcohol y agua acidificada con unas gotas de HCl , calentando hasta que no dé más coloración azul al ser ensayada con el agua de iodo. Se lava con alcohol y una vez secada, se pesa de nuevo.

La diferencia entre esta pesada y la anterior, indica la cantidad de almidón contenida en el papel.

2) *Método Persoz.*

El método anterior adolece de causas de errores, tales como la destruc-

eión parcial del almidón y su arrastre por el alcohol (débilmente acidificado) con que se inicia la operación.

Es por esto que se prefiere seguir el método inverso mediante ciertas modificaciones en la técnica.

El papel cortado como en el caso anterior y de un peso análogo, es tratado por agua de cebada germinada (diastasa) preparada como se indicó al tratar sobre los ensayos cualitativos del encolado (caseína).

Se deja actuar el baño hasta que el papel no dé coloración con el agua de iodo. Obtenido esto, se lava con agua, secando a 100° y pesando.

En cuanto a la resina, se extrae con alcohol o con los otros disolventes indicados.

Determinación Cuantitativa de las Pastas

Cuando se trata de evaluar la cantidad de las distintas pastas cuya presencia se ha comprobado en un papel, se presentan serias dificultades, salvables solamente mediante una larga práctica y la comparación cuidadosa con pastas tipos, preparadas expresamente para servir de comparación en estos casos.

Puede obtenerse un resultado bastante aproximado teniendo un conocimiento exacto de las técnicas microscópicas, usando porta-objetos contadores, parecidos a los cuenta-glóbulos de Zeiss, y empleando reactivos apropiados de coloración.

Por otra parte, tanto los métodos microscópicos como los que se basa en coloraciones producidas por reacciones químicas (métodos de Wurster, Müller, etc.) aspiran sólo a tener una aproximación de 3 a 5 %, suficiente en la práctica para poder clasificar un papel.

Estos procedimientos son indicados más adelante al tratar en especial de los ensayos microscópicos, incluyendo en el presente capítulo sólo lo referente al caso particular de:

Evaluación de la Pasta de Madera Mecánica

1) Método de la floroglucina.

Es simplemente una aplicación más exacta de la reacción indicada anteriormente en los ensayos cualitativos.

La solución del reactivo (floroglucina 4 grs. alcohol 25 grs. y HCl 10 grs.) cuidadosamente preparada con análoga concentración en todos los casos, es renovada de tiempo en tiempo para evitar los posibles errores que pudiera causar una alteración en el reactivo por la influencia del aire o de la luz.

Se preparan en el laboratorio una vez por todas, una serie de pastas

tipos que contienen cantidades crecientes de pasta de madera mecánica, variando desde 2 hasta 80 %.

Con estas pastas se fabrican hojas que luego se cortan en pequeños trozos o tiras, los cuales, cuidadosamente numerados, constituyen una escala comparativa de gran valor.

Para efectuar el ensayo se toma una serie de estos trozos con cantidades crecientes de pasta de madera mecánica y se humedece cada uno de ellos con una gota de reactivo. La coloración obtenida se compara con la muestra y se tiene así un dato bastante aproximado.

2) *Método de Wurster.*

Es un método comparativo análogo al anterior, con la diferencia de que emplea un papel reactivo especialmente preparado (Dipapier), mediante la impregnación de un papel de filtro con una solución de dimetil-para-fenilendiamina de concentración constante para todos los casos.

Para emplearlo, se humedece este dipapier con una o dos gotas de agua débilmente acidulada con ácido acético y se coloca entre dos pequeñas hojas del papel a ensayar durante unos minutos, al cabo de los cuales, se retira.

Si la muestra examinada contiene pasta de madera mecánica, se tiñe de una coloración rojiza, de una intensidad variable. Una vez secado, se le compara con una escala preparada, como en el caso anterior, con papeles cuyos contenidos en pasta mecánica se conocen.

El error atribuido a este método se calcula en un 5 %.

3) *Método de Müller.*

Utiliza la propiedad que tiene la celulosa pura de disolverse en el óxido de cobre amoniacal, mientras que la celulosa de la pasta mecánica de madera está recubierta de una serie de materias orgánicas, lignina, etc., que hacen casi nulo su ataque por el reactivo indicado, quedando como residuo insoluble después de ser tratada como se ha dicho.

Este método no puede dar resultados muy exactos porque siempre se disuelven pequeñas cantidades de pasta mecánica a pesar del cuidado con que se efectúa la operación. A pesar de esto, el autor del método estima el error de éste en un 3 %.

ENSAYOS MICROSCÓPICOS DE LOS PAPELES

Los procedimientos de la técnica microscópica aplicada a esta clase de análisis, aportan un valioso concurso, no solamente para el reconocimiento de las pastas, sino también para dilucidar ciertas dudas que las reacciones químicas son impotentes para aclarar, dada la complejidad que en su textura presentan estos productos fabricados con mezclas de la más diversa índole.

No hay que atribuir sin embargo una importancia y precisión absolutas al reconocimiento microscópico de las fibras, sino que por el contrario, se

debe considerar lógico que no puede este método determinar las clases de fibras de todas las especies empleadas para la papelería, pues, como dice Montessus en su obra, "*ces plantes sont legion sur notre globe*"; sin contar los productos secundarios de otras industrias, como las textiles, que por sí sólo emplean más de 500 especies vegetales distintas.

Antes de proceder al ensayo microscópico propiamente dicho, se prepara la muestra en la forma que a continuación indicamos:

1) *Preparación del papel.*

La muestra es cortada en trozos pequeños, que se hacen hervir 5 minutos con agua acidulada (CH_3COOH). Terminado este tratamiento, se lavan los pedazos de papel con agua sola y se ponen en una cápsula con una solución al 1 % de soda cáustica haciendo hervir durante 1/4 de hora y removiendo con un agitador de vidrio. Mediante este tratamiento, las fibras pierden poco a poco su cohesión y se transforman en una masa gelatinosa.

Esta masa así obtenida se decanta en un balón de paredes gruesas, donde se agita con perlas de vidrio o municiones, a fin de dividirla bien. Si después de este tratamiento aun se observa la presencia de grumos, se desmenuzan en un mortero teniendo cuidado de no deteriorar mucho las fibras.

Cuando se ha logrado tener una masa bien homogénea, se pasa a través de un colador especial o por un embudo revestido de una fina tela metálica, lavando el residuo recogido con agua destilada. Una pequeña porción de éste se coloca en un vidrio de reloj y, diluido con agua, sirve para efectuar las preparaciones microscópicas. El resto, secado cuidadosamente, se guarda como material de reserva, por si hubiera necesidad de efectuar un nuevo análisis o para verificaciones ulteriores.

Para los papeles no encolados suele suprimirse la ebullición con OH Na , empleando en su lugar agua destilada.

2) *Observaciones a efectuar sobre la preparación obtenida.*

El examen químico de las fibras, basado en coloraciones producidas por reactivos especiales, va precedido de una observación de los caracteres físicos, es decir, se procede en el orden que a continuación indicamos:

I) *Caracteres físicos.*

- a) Longitud de las fibras.
- b) Su diámetro medio.
- c) La presencia y el aspecto del canal central.
- d) El aspecto general de la fibra.
- e) La forma de las puntas.

II) *Ensayos químicos.*

- a) Método de Herzberg.
- b) Método de Vetillard.

- c) Método del cloruro de zinc iodado.
- d) Método del nitrato de calcio iodado.
- e) Examen de las fibras en sección transversal.

1) *Caracteres físicos.*

Para poder observar los caracteres físicos de las fibras, se toma por medio de una aguja una pequeña porción de la pasta tratada como se ha indicado anteriormente, que se coloca en un porta-objeto, agregando luego una gota de glicerina y tapando con un cubre-objeto.

Las longitudes, diámetros y representaciones gráficas de las fibras, más comunmente empleadas, así como la forma y aspecto de las puntas están detalladas con tablas especiales en la obra de H. Montessus, citada al final de este trabajo.

Estos caracteres físicos se han estudiado también al tratar de las materias primas para papelería. Por otra parte, W. Herzberg, al hablar del reconocimiento microquímico de las fibras, describe minuciosamente las características diferenciales de estas y los detalles de estructura que hacen factible su separación por microscopía.

En esta clase de estudios, el desideratum está aun lejos de ser alcanzado y en gran parte de los casos, la falta de un método exacto, hace que el observador no tenga una seguridad suficiente para poder afirmar la presencia de tal o cual fibra en la muestra examinada.

II) *Ensayos micro-químicos.*

1) *Método de Herzberg.*

Está basado en el uso de un reactivo iodado, que se hace actuar sobre la pasta preparada como se ha indicado anteriormente.

El reactivo está formado por:

Agua destilada	20	cc.
Ioduro de K	2	grs.
Iodo	1,5	..
Glicerina	1	..

Tratando la muestra por este reactivo se obtienen coloraciones diversas, indicadas en los grupos que a continuación se expresan. Una vez producida la coloración, se llevan al microscopio, donde se observan con un aumento de 300 a 350 diámetros.

Clasificación de Herzberg.

- A) Las fibras se colorean de *amarillos*
 - a) Pasta de madera mecánica.
 - b) Yute.
 - c) Cñamo de Manila.
- B) Las fibras se colorean en *pardo-rojizo*.
 - a) Algodón.

- b) Lino.
- c) Cáñamo común.
- d) Ramio.

C) Las fibras permanecen *incoloras*.

(Celulosas químicas, pastas al bisulfito, etc.)

- a) De madera.
- b) De pajas diversas
- c) De alfa o esparto.
- d) De lino, etc.

2) Método de Vettillard.

Sirve también para la clasificación y reconocimiento de las fibras, mediante el uso de un reactivo especial, cuya preparación se hace del modo siguiente:

Solución A (iodo iodurada).

IK	1 gramo.
H ₂ O	100 cc.
I	en escamas (exceso).

Solución B (SO₃H₂ diluido).

Glicerina	4 volúmenes.
Agua	2 ..
SO ₃ H ₂ a 60°	6 ..

Para proceder al ensayo microscópico, se toma una pequeña porción la pasta ensayada y se impregna con algunas gotas de la solución iodo-iodurada, se tapa con un cubre-objeto y se coloca en uno de los costados de éste una gota de la solución de ácido sulfúrico, poniendo en el lado contrario un pequeño trozo de papel secante o de filtro.

El exceso de solución iodurada es absorbida por el papel de filtro y entonces la solución sulfúrica penetra enteramente por el lado opuesto impregnando las fibras poco a poco.

Luego se observa la coloración tomada por las fibras, y de acuerdo con ésta, se clasifican en alguno de los siguientes grupos:

A) Las fibras se colorean de *amarillo pardo*.

- a) alfa.
- b) Aloes.
- c) Bambú.
- d) lino.

B) Las fibras se colorean de *amarillo canario*.

- a) Cáñamo de Manila.
- b) Eulalia japónica.
- c) Yute.
- d) Formio.

- e) Varech.
- C) Las fibras se colorean de *amarillo oro*.
 - a) Arundo donax.
 - b) Maíz gigante (Servia).
 - c) Paja de avena.
 - d) Paja de trigo.
 - e) Paja de cebada.
 - f) Paja de centeno.
 - g) Papyrus.
- D) Las fibras se colorean de *azulado que vira al rojo*.
 - a) Cñamo.
- E) Las fibras toman coloración *azul o azul verdosa*.
 - a) Cñamo común.
 - b) ramio.
- F) Las fibras se colorean en *pardo*.
 - a) Ortiga.

3) Método del Cloruro de Zinc iodado.

El reactivo empleado se prepara del modo siguiente:

Solución A.

Agua	10	gramos.
Cl ₂ Zn fundido	20	..

Solución B.

IK	2	
I	0,1	
Agua	5	..

La solución A se echa lentamente sobre la B, decantando si hubiera formación de precipitado y utilizando sólo la porción clarificada, a la cual se agregan unas láminas de iodo.

Conviene secar la pulpa de pasta examinada antes de añadirle el reactivo, con el fin de no disminuir su concentración.

De acuerdo con las coloraciones obtenidas, pueden clasificarse las fibras en la forma siguiente:

- A) Fibras que se colorean de *amarillo*.
 - a) Aloes.
 - b) Arundo fesculoides.
 - c) Eulalia japónica.
 - d) Yute.
 - e) Lino.
 - f) Papyrus.
 - g) Formio.
 - h) Varech.

B) Fibras que se colorean en *azul*.

- a) Alfa.
- b) Bambou.
- c) Maíz gigante (Servia)
- d) Paja de avena.
- e) Paja de trigo.
- f) Paja de cebada.
- g) Paja de centeno.
- h) Ramio.
- i) Sorghum vulgare.

C) Fibras que se colorean en *azul violáceo*.

- a) Arundo donax.
- b) Cãñamo común.
- c) Ortiga.

D) Fibras que toman *coloraciones varias*.

- a) pardo-rojo (algodón).
- b) paredes azules y canal amarillo (edworthia papyrifera)

4) *Método del nitrato de calcio iodado*.

El reactivo se forma con las dos soluciones siguientes:

Solución A.

Agua destilada	10	gramos.
NO ₃ Ca cristal.	100	

Solución B.

Agua destilada	90	„
IK	5	„
I	1	„

A la totalidad de la solución A se le agregan 3 o 4 cc. de la solución B y se conserva al abrigo de la luz. Se recomienda también agregar de cuando en cuando un cristal de nitrato de calcio y una partícula de iodo.

Este reactivo presenta sobre el anterior la ventaja de dar coloraciones más estables y persistentes, que pueden examinarse al cabo de uno o dos días sin que haya hinchado las fibras o modificado su contextura.

Según las coloraciones obtenidas con este reactivo, se clasifican las fibras en la forma siguiente:

A) Fibras que se colorean en *rojo pardo*.

- a) Cãñamo.

B) Fibras que se colorean en *rosa débil*.

- a) Celulosa de madera resinosa blanqueada.
- b) Ramio.

C) Fibras que toman coloración *amarilla*.

- a) Pasta de madera mecánica.

- b) Yute.
- c) Celulosa de madera resinosa no blanqueada.
- D) Fibras que toman coloración *azul*.
 - a) Celulosa de álamo.
 - b) Celulosa de paja de alfa.

Examen de las fibras en sección transversal.

Este ensayo no es aplicable a los papeles ya fabricados y sirve solamente para el examen de las materias primas empleadas en la fabricación.

Las fibras necesarias para el examen se reúnen en un pequeño haz, que se ata fuertemente con un hilo delgado de coser.

Luego se sumergen en un baño de inclusión, de los usados comunmente en microscopia. (Parafina, gelatina, goma arábiga, celoidina, albúmina, etc.) o bien en un baño especial preparado en la siguiente forma. (*Cola líquida*).

Agua destilada 50 gramos.

Grenetine 10 „

fundir a bañomaría y agregar en caliente:

Glucosa 10 „

Alcanfor 0,25 „

Se impregnan las fibras con esta preparación y se abandonan 12 horas a la desecación. Al cabo de este tiempo se hacen los cortes al micrómetro y se observan las secciones obtenidas: primero simplemente y luego coloreadas con el reactivo de Vetillard.

A) Corte con coloración *azul*.

- a) Borde amarillo Cádiz
- b) borde no amarillo Algodón
 - I) Canal en media luna Algodón
 - II) Canal irregular y elíptico Ramio
 - II) Canal redondeado Lino

B) Corte con coloración *verdosa*.

- a) Azul verdosa Cádiz

C) Corte con coloración *amarillo claro y anaranjado*.

- a) Canal regular Formio
- b) Canal irregular Yute

En la práctica, las cuestiones a resolver microscópicamente se presentan por lo general bajo alguno de los aspectos siguientes:

- (1) Reconocimiento de la existencia de pasta de madera mecánica.
- (2) Reconocimiento de la celulosa química.
- (3) Diferenciación de las dos anteriores.
- (4) Reconocimiento de la pasta de trapos (lino, cáñamo, algodón).
- (5) Reconocimiento de plantas especiales (alfa, etc.).

Hemos dicho al comenzar el presente capítulo que no debe atribuirse una absoluta seguridad a los procedimientos microscópicos en el reconoci-

miento de las fibras componentes de un papel, lo cual es debido, no a imperfección del método mismo, sino a la diversidad inmensa de materias primas empleadas en esta industria y especialmente a los procedimientos de fabricación, dado que las materias primas son hervidas a presión con lejías alcalinas, luego desmenuzadas y disgregadas en las holandesas, cortadas en pequeños fragmentos por las refinadoras de pasta, atacadas por el cloro en las pilas de blanqueo, y mezcladas con diversas proporciones de celulosas químicas que aumentan aún más la complejidad del reconocimiento.

Sin embargo, con el empleo sistemático de los reactivos indicados, puede hacerse una diferenciación bastante aproximada de las distintas fibras, aunque sólo el empleo comparativo de pastas tipos, especialmente preparadas, y sobre todo, una larga práctica, pueden asegurar la veracidad de los resultados obtenidos.



ANALISIS

Análisis N° I.

Clase del producto Celulosa química blanqueada
Procedencia E.E. U.U. de N. América.
Caracteres Pasta muy blanca en láminas
acartonadas de un mm. de es-
pesor.

Grado de refinación ———

Naturaleza de la pasta:

a) Reacción al sulfato de anilina Nada.
b) „ a la floroglucina Nada.
c) „ al clorh. de naftilamina . . Nada.
Cloro libre No contiene.
Acidos libres No contiene.
Resina No contiene.
SO₂ (libre o combinado) No contiene.
Humedad % 6,30.
Cenizas % 0,180.
Celulosa % 83,6.

Observación microscópica.

Se observan fibras transparentes que no se colorean con el reactivo de Herzberg; al tratar la preparación con el reactivo de Vetillard, se tiñen algunas fibras aisladas en azul violáceo.

Conclusiones.

Se trata de una pasta celulósica seca, que no contiene sustancias minerales de carga agregadas. Las reacciones cromáticas indican asimismo ausencia completa de pasta mecánica.

Análisis N° II.

Clase del producto	Celulosa química no blanqueada.
Procedencia	E.E. U.U. de N. América.
Caracteres	Pasta de color blanco amarillento en láminas de 1 mm. de espesor.
Grado de refinación	
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Amarillo claro.
b) a la floroglucina	Rosado débil.
c) al clorh. de naftilamina	Amarillo débil.
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Resina	Vestigios.
SO ₂ (libre o combinado)	No contiene.
Humedad %	7,1.
Cenizas %	0,300.
Celulosa %	74,80.

Observación microscópica.

Se observa la presencia de gran número de fibras que se colorean de pardo amarillento con el reactivo de Herzberg mezcladas con gran cantidad de otras incoloras y transparentes. Además se observan algunas fibras aisladas que se colorean en azul violáceo por el reactivo de Vetillard y rojo parduzco con el cloruro de zinc iodado.

Conclusiones.

Se trata de una pasta de celulosa impura, en la cual las reacciones cromáticas y el ensayo microscópico indican la presencia de una pequeña cantidad de lignina residual, que se debe seguramente a la falta de blanqueo.



Análisis N° III.

Clase del producto	Pasta mecánica de madera.
Procedencia	Suecia.
Caracteres	Láminas acartonadas de color amarillo claro, con 2 mm. de espesor.
Grado de refinación	
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Amarillo canario.
b) a la floroglucina	Rojo intenso.
c) al clorh. de naftilamina	Amarillo anaranjado.
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Resina	Contiene.
SO ₂ (libre o combinado)	No contiene.
Humedad %	5,80 %.
Cenizas %	0,50
Celulosa %	55,8 %.

Observación microscópica.

Se observa la presencia de fibras chatas y anchas teñidas en color amarillo pardo por el reactivo de Herzberg y el de Vettillard. Estas fibras parecen cargadas con materias incrustantes y en algunas de ellas se observan series de círculos (arcolas).

Conclusiones.

Se trata de una pasta cuyas fibras presentan las características de las coníferas, observándose ausencia de fibras de celulosa química. Por otra parte, las reacciones cromáticas indican que se trata de una pasta de madera mecánica.



Análisis N° IV.

Clase del producto	Pasta mecánica de álamo.
Procedencia	Campana.
Caracteres	Pasta muy blanca en láminas acartonadas de 1 mm. de espesor.
Grado de refinación	————
<i>Naturaleza de la pasta:</i>	
a) Reacción al sulfato de amilina	Amarillo intenso.
b) „ a la floroglucina	Rojo violáceo.
c) „ al clorh. de naftilamfua . . .	Amarillo anaranjado.
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Resina	Vestigios.
SO ₂ (libre o combinado)	No contiene.
Humedad %	9,50.
Cenizas %	1,3.
Celulosa %	48,11.

Observación microscópica.

el reactivo de Herzberg, y amarillo parduzco con el reactivo de Vetillard. Estas fibras, que se presentan cargadas de materias incrustantes, aparecen cruzadas por rayas transversales y longitudinales.

Gran cantidad de fibras que se colorean de amarillo claro con

Conclusiones.

Se trata de una pasta de madera mecánica, como indican las reacciones cromáticas. Su color es más blanco que las pastas de sauce y de pino.

Análisis N° V

Clase del producto	Pasta mecánica de sauce.
Procedencia	Campana.
Caracteres	Pasta de color blanco amarillento en láminas acartonadas de 3 mm. de espesor.
Grado de refinación	—————
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Amarillo intenso.
b) „ a la floroglucina	Rojo violáceo.
c) „ al clorh. de naftilamina	Amarillo intenso.
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Resina	Vestigios.
SO ₂ (libre o combinado)	No contiene.
Humedad %	8,2.
Cenizas %	0,700.
Celulosa %	49,600.

Observación microscópica.

Se observa la presencia de gran cantidad de fibras que se tiñen de amarillo con el reactivo de Herzberg y se colorean de amarillo parduzco con el reactivo de Vetillard. Estas fibras aparecen cargadas de materias incrustantes y cruzadas por rayas transversales, al parecer pertenecientes a vasos espiralados.

Conclusiones.

Se trata de una pasta de madera mecánica, como lo indican las reacciones cromáticas. El color de esta pasta es algo más obscuro que el de álamo.



Análisis N° 1.

Clase del producto	Papel de diseño.
Procedencia	Campana.
<i>Ensayos físicos.</i>	
Espesor	0mm,13.
Peso del metro cuadrado	141grs,30.
Peso de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	11klgs,50.
b) Sentido transversal	5klgs,50.
c) Peso de ruptura medio	8klgs,55.
Alargamiento de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	9,8 %.
b) Sentido transversal	6,0 %.
c) Alargamiento medio de ruptura	7,9 %.
Longitud de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	5.531 metros.
b) Sentido transversal	2.645 ..
c) Longitud media de ruptura	4.088 ..
Número de fineza	0,481.
Resistencia al plegado	N°. 5 (muy grande).
Resistencia a la perforación	————
Grado de refinación	————
<i>Ensayos químicos.</i>	
Cloro libre	No contiene.
Ácidos libres	No contiene.
Naturaleza de la cola	Gelatina.
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Nada.
b) .. a la floroglucina	Nada.
c) .. al clorh. de naftilamina	Nada.
Materia colorante	Blanco natural.
Humedad %	5,8.
Cenizas %	12,9.

Observación microscópica.

Fibras transparentes en gran cantidad mezcladas con regular cantidad de fibras que toman coloración pardo-rojiza con el reactivo de Herzberg y amarillo con el reactivo de Vetillard y el cloruro de zinc iodado.

Conclusiones.

Se trata de un papel muy resistente, con eucolado animal y un 10 % aproximadamente de materias de carga. La observación microscópica revela la presencia de muchas fibras de lino mezcladas con gran cantidad de celulosa química.

Análisis N° 2.

Clase del producto	Cartulina blanca.
Procedencia	Campana.
<i>Ensayos físicos.</i>	
Espesor	0mm,1.
Peso del metro cuadrado	125 grs.
Peso de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	6kgs,600.
b) Sentido transversal	4kgs,300.
c) Peso de ruptura medio	5kgs,400
Alargamiento de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	8, %.
b) Sentido transversal	5,0 %.
c) Alargamiento medio de ruptura	6,5 %.
Longitud de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	3.419 metros.
b) Sentido transversal	2.261 ..
c) Longitud media de ruptura	2.820 ..
Número de fineza	0,526.
Resistencia al plegado	N°. 4 (grande).
Resistencia a la perforación	————
Grado de refinación	————
<i>Ensayos químicos.</i>	
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Naturaleza de la cola	Gelatina.
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Nada.
b) .. a la floroglucina	Nada.
c) .. al clorh. de naftilamina	Nada.
Materia colorante	Blanco natural.
Humedad %	6,8.
Cenizas %	3,2.

Observación microscópica.

Se observa gran cantidad de fibras transparentes e incoloras y algunas fibras aisladas que tiñen de pardo rojizo con el reactivo de Herzberg y de amarillo rojizo con el reactivo de Veillard.

Conclusiones.

Se trata de una cartulina bastante resistente, fabricada a base de celulosa química y en cuya elaboración no han entrado materias de carga ni pasta mecánica de madera.

Análisis N° 3.

Clase del producto	Papel embalage (sin blanquear).
Procedencia	Campana.
<i>Ensayos físicos.</i>	
Peso del metro cuadrado	104grs,1.
Espesor	0mm,15.
Peso de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	2klgs,150.
b) Sentido transversal	1klgs,900.
c) Peso de ruptura medio	2 klgs,025.
Alargamiento de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	4,3 %.
b) Sentido transversal	3,9 %.
c) Alargamiento medio de ruptura	4,1 %.
Longitud de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	1.380 metros.
b) Sentido transversal	1.215 ..
c) Longitud media de ruptura	1.297 ..
Número de fineza	0,643.
Resistencia al plegado	N° 3 (bastante resist).
Resistencia a la perforación	-----
Grado de opacidad	
<i>Ensayos químicos.</i>	
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Naturaleza de la cola	Resina.
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Amarillo rosado.
b) .. a la floroglucina	Rosado.
c) .. al clorh. de naftilamina	Lig. amarillento.
Materia colorante	Amarillo claro nat.
Humedad %	8,2.
Cenizas %	7,1.

Observación microscópica.

Se ven algunas fibras transparentes y otras en gran cantidad, que se colorean en pardo rojizo por el reactivo de Herzberg y en pardo amarillento por el reactivo de Vetillard.

Conclusiones.

Se trata de un papel poco resistente y sin blanquear, al cual se le ha agregado un 5 % aproximadamente de materias de carga. Se halla constituido por fibras cuyos caracteres semejan el lino o el cañamo; además se observa la presencia de algunas fibras de celulosa química y las reacciones cromáticas indican una débil cantidad de pasta de madera mecánica.

Análisis N° 4.

Clase del producto Papel común embalaje.
 Procedencia Campana.

Ensayos físicos.

Espesor 0mm,12.

Peso del metro cuadrado 103grs,8.

Peso de ruptura:

a) Sentido de la máquina 4klgs,200.

b) Sentido transversal 3klgs,100.

c) Peso de ruptura medio 3klgs,650.

Alargamiento de ruptura:

a) Sentido de la máquina 4,3 %.

b) Sentido transversal 3,8 %.

c) Alargamiento medio de ruptura 4,0 %.

Longitud de ruptura:

a) Sentido de la máquina 2.688 metros.

b) Sentido transversal 1.984 „

c) Longitud media de ruptura 2.336 „

Número de fineza 0,640.

Resistencia al plegado N°. 4 (grande).

Resistencia a la perforación ———

Grado de opacidad ———

Ensayos químicos.

Cloro libre No contiene.

Acidos libres No contiene.

Naturaleza de la cola Resina.

Naturaleza de la pasta:

a) Reacción al sulfato de anilina Amarillo débil.

b) „ a la floroglucina Rosado.

c) „ al clorh. de naftilamina Nada.

Materia colorante Amarillo pardo nat.

Humedad % 6,1.

Cenizas % 5,4.

Observación microscópica.

Se observa la presencia de gran número de fibras rayadas transversalmente y con bordes irregulares, que toman coloración amarillo pardo con el reactivo de Herzberg y amarillo con el reactivo de Vetillard. Con este último se observan algunas fibras sueltas teñidas de azul violáceo.

Conclusiones.

Se trata de un papel bastante resistente, fabricado al parecer con fibras de paja. Se observa también la presencia de pasta de madera mecánica, aunque dada la pequeña cantidad en que parece estar y la clase ordinaria del papel de que se trata, hace suponer que se deba tal vez al agregado de recortes o papeles viejos (conteniendo pasta mecánica) e incorporados al fabricar la pasta del papel examinado.

Análisis N° 5.

Clase del producto	Papel fino de escribir.
Procedencia	Campana.
<i>Ensayos físicos.</i>	
Espesor	0mm,08.
Peso del metro cuadrado	55grs,9.
Peso de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	3klgs,800.
b) Sentido transversal	2klgs,900.
c) Peso de ruptura medio	3klgs,350.
Alargamiento de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	4,2 %.
b) Sentido transversal	4,9 %.
c) Alargamiento medio de ruptura	5,0 %.
Longitud de ruptura:	
a) Sentido de la máquina	4.560 metros.
b) Sentido transversal	3.480 ..
c) Longitud media de ruptura	4.020 ..
Número de fineza	1,20.
Resistencia al plegado	N° 4 (grande).
Resistencia a la perforación	-----
Grado de refinación	-----
<i>Ensayos químicos.</i>	
Cloro libre	No contiene.
Acidos libres	No contiene.
Naturaleza de la cola	Resina.
Naturaleza de la pasta:	
a) Reacción al sulfato de anilina	Nada.
b) .. a la floroglucina	Nada.
c) .. al clorh. de naftilamina	Nada.
Materia colorante	Blanco.
Humedad %	4,6.
Cenizas %	5,3.

Observación microscópica.

Se ve gran cantidad de fibras transparentes que no se colorean con el reactivo de Herzberg, y otras que se colorean de amarillo con este mismo reactivo y con el de Vetillard, presentando estas últimas rayas transversales cruzadas, en forma de X.

Conclusiones.

Se trata de un papel poco resistente y con un 4 % aproximadamente de materias de carga. Está compuesto en su mayor parte por celulosa química, mezclada con regular cantidad de fibras de lino.

Análisis N° 6

Clase del producto Papel de diario (ordinario).
 Procedencia Campana.

Ensayos físicos.

Peso del metro cuadrado 48grs,7.
 Espesor 0mm,09.

Peso de ruptura:

a) Sentido de la máquina 1klgs,600.
 b) Sentido transversal 1klgs,100.
 c) Peso de ruptura medio 1klgs,300.

Longitud de ruptura:

a) Sentido de la máquina 2,392 metros.
 b) Sentido transversal 1,507 ..
 c) Longitud media de ruptura 1,949 ..

Alargamiento de ruptura:

a) Sentido de la máquina 4,0 %.
 b) Sentido transversal 3,7 %.
 c) Alargamiento medio de ruptura 3,8 %.

Número de fineza 1,37.

Resistencia al plegado N° 2 (débil).

Resistencia a la perforación ---

Grado de refinación

Ensayos químicos.

Cloro libre No contiene.

Acidos libres No contiene.

Naturaleza de la cola Resina.

Naturaleza de la pasta:

a) Reacción al sulfato de anilina Amarillo intenso.
 b) .. a la floroglucina Rojo violáceo.
 c) .. al clorh. de naftilamina Anaranjado.

Materia colorante Blanco.

Humedad % 5,2.

Cenizas % 3,9.

Observación microscópica.

Gran cantidad de fibras que se colorean de amarillo con los reactivos de Herzberg y de Vetillard. Además, se observan fibras transparentes e incoloras y algunas fibras aisladas que se tiñen de azul violáceo con este último reactivo.

Conclusiones.

Se trata de un papel que no contiene materias de carga y en cuya elaboración entra gran cantidad de pasta mecánica, conteniendo además un poco de celulosa química.

CONCLUSIONES

1) Dada la enorme cantidad de paja de lino quemada anualmente, como producto secundario inútil, y siendo precisamente esta pasta de lino uno de los constituyentes principales de los papeles finos, estimamos de fundamental importancia el aprovechamiento de este producto mediante los procedimientos indicados.

2) Teniendo en consideración las distancias y otros factores de índole económica: es prematuro aún intentar el posible aprovechamiento industrial de las especies vegetales patagónicas aptas para la fabricación de pastas de papel especialmente de la ya citada *Araucaria imbricata*, aunque creemos que será factible en un futuro no muy lejano.

3) Por lo que a los bambúes respecta, tanto los del Norte como los del Sur, representan incalculable valor para el país; aunque en la actualidad estos últimos son de mayor importancia desde el punto de vista ganadero que del forestal. Seguramente cuando las líneas férreas lleguen hasta San Carlos de Bariloche habrá llegado el momento de la explotación industrial de la *Chusquea coleu*. Mientras tanto, las riveras del Paraná muestran propicio campo para el nacimiento de nueva industria.

4) Todas las fábricas del país emplean el cloruro de cal como agente de blanqueo de las pastas a pesar de que en la mayor parte de las papele-rías europeas se ha generalizado el uso de las soluciones de hipoclorito de sodio, producido por baterías electrolíticas; estas soluciones tienen mayor poder blanqueante que las del cloruro de cal aun en igualdad de cloro activo y pueden ser preparadas por las fábricas mismas a un precio casi nulo, dadas las potentes instalaciones eléctricas de que disponen.

5) La pasta de madera mecánica elaborada en Campana, nada tienen que envidiar a las similares europeas y norteamericanas por su calidad y condiciones. La blancura de las maderas empleadas (álamo, sauce) la hacen muy aceptable y aun superior en algunos casos a las pastas de pino importadas.

6) No existe actualmente en el país, un criterio establecido para el empleo de un tipo dado de papel en usos administrativos u oficiales. Al hacer las licitaciones y compras, no se tiene en cuenta los caracteres analíticos del papel, ya sea nacional o extranjero, y sí solamente se consideran como cualidades importantes: el aspecto, color, peso y precio, sin considerar la menor o mayor duración de este papel. Esto hace que nuestras fábricas trabajen según sus propios intereses, sólo para fabricar un papel "más o menos pasable".

Proponemos el establecimiento de una clasificación o legislación a este respecto, pudiéndose tomar como tipo cualquiera de las existentes en Europa y especialmente la creada en Alemania por la comisión del *Normal-Papier* y la Oficina Real de Análisis mecánico-técnicos de Charlottembourg; la cual, además de establecer reglas para la toma de muestras y medidas de los papeles tipos, se indica la clasificación de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla N. 1 - Materias primas (clases I a IV).

Clase primera: Papeles puros de trapos, con un máximo de 3 % de cenizas.

Clase II: Papeles de trapos, con adición máxima de 25 % de celulosa de madera, de paja o de esparto, pero libres de pasta de madera mecánica, con un máximo de 5 % de cenizas.

Clase III: Papeles de una composición variable, pero sin adición de pasta de madera mecánica, y con un máximo de 15 % de cenizas.

Clase IV: Papeles de una composición cualquiera, y de un contenido de cenizas cualquiera. Todos estos papeles deberán ser bien encolados.

Tabla N. 2 — Clases de solidez (de 1 a 6).

	LONGITUD DE RUPTURA MINIMA	ALARGAMIENTO MEDIO MINIMO	RESISTENCIA DEL PLEGADO
1	6.000	4,5	6
2	5.000	4	6
3	4.000	3	5
4	3.000	2,5	4
5	2.000	2	3
6	1.000	1,5	1

BIBLIOGRAFIA

- Housseus C. C.* Las cañas de bambú en las cordilleras del Sud. B. Aires, 1915.
- Navarro B. G.* El cultivo del lino en el país. Buenos Aires, 1916.
- Medina R.* La fabricación de papel. Boletín del Ministerio de Agricultura de la Nación. B. Aires, 1918.
- Montessus de Ballore H.* La fabrication des celluloses de papeterie autres que celle du bois. París, 1913.
- Castro E. E.* Las maderas argentinas. Su importancia industrial. Rosario, 1918.
- Renouard A.* Etudes sur la culture, le rouissage et le teillage du lin dans tous les pais du monde. París.
- Spegazzini C. y Girola C. D.* Catálogo de las maderas argentinas. Buenos Aires.
- Venturi Santiago.* Contribución al estudio de los árboles en la Argentina. Buenos Aires.
- Cross W. E.* Los subproductos de la industria azucarera. (Dpto. de investigaciones de la Universidad de Tucumán).
- Craveri C.* Conifere da rimboschimento. Milano 1913.
- Sartori L.* Industria della carta. Milano 1912.
- Prouteaux A.* Guide pratique de la fabrication du papier et du cartón. París.
- Guareschi I.* Nuova enciclopedia di chimica. Vol. V, pág. 1033. Milano, 1919.
- Chabrié C.* Chimie appliquée. Vol. II. París, 1913.
- Holbling V.* Traité de la fabrication des matieres de blanchiment. París, 1903.
- Escard J.* Les industries electroquimiques. París, 1907.
- Martin Geoffrey.* Bleaching powder and hipoclorites. Londres, 1918. (Industrial and manufacturing chemistry.)
- Maniquet.* Construction des usines au point de vue de l'hygiene. París et Liege, 1906.

- Journal of the Society of Chemical Industry.* Fibras textiles. Celulosa.
" " " " Papel. Celulosa de algodón. — *J. Wallace*. Agosto
to 30, 1919.
Agosto de 1919. Report of the British cellulose In-
quiry Committee.
Agosto de 1919. Action of sodium trisulphate on
hipoclorites. F. Diessert and F. Wanderbuleke.
Agosto de 1919. Indirect cooking of Wood pulp by
forced circulation. The Morterud Sistem.
The best furnishes of rosin and alum in paper-
sizing. Agosto de 1919. P. C. Bray.
Research work on the sizing of paper. F. C. Clarek
and A. G. Durgin. Agosto de 1919.
- Journal of the Society of Chemical Industry.* Sep. y Agosto de 1919. Che-
mical composition of certain species of german
wood. by Schwade and E. Becker.
Chemical constitution of fir wood lignin. (M.
Klasson).
- Charpentier P.* Le papier (Enciclopedia Fremy) Tomo X, París
1890.
- Cour H.* El agua en la industria. París 1907.
- Garuffa E.* Fabricazione della carta. Milano, 1913.
- Herzberg W.* Analyse et essais des papiers. París, 1894.
- Beltzer J. G. y Persoz J.* Les matières cellulosiques. París et Liege, 1911.
- Rostaing L. y M. y Fleury Perche du Sert.* Précis historique, descriptif, ana-
litique et photomicrographique des vegetaux pro-
pres a la fabrication du cellulose et du papier.
París.
- Solaro A.* Studio microscópico e chimico pel riconoscimento
delle fibre vegetali.
- Friedlaender y Martinotti.* La tecnica microscópica applicata. Torino 1885.
- Cross y Bevan.* La cellulose. París, 1900.
- Beythien, C. Harturch y M. Klinner.* Handbuch der Nahrungssintte Ueber-
suchung. I 982-990. Leipzig, 1912.
- F. P. Treadwell.* Analyse quantitative. II. París, 1912.
-
-

INDICE

Introducción	5
Consideraciones generales	7
<i>Parte I Materias primas</i>	11
A) Plantas que crecen espontáneamente	13
B) Productos secundarios de industrias textiles	18
C) Árboles aptos para fabricación de pastas	23
<i>Parte II Fabricación de la pasta</i>	27
a) Pasta mecánica de madera	29
b) .. de trapos	31
c) papeles viejos	33
d) turba	34
f) paja, bambú y otras plantas	35
<i>Parte III Fabricación del papel</i>	61
a) Fabricación del papel a mano	63
b) máquina	65
<i>Parte IV Métodos analíticos.</i>	
Análisis de pastas	77
Toma de muestras	78
Ensayos físicos	82
Ensayos químicos cualitativos	83
Ensayos químicos cuantitativos	85
Análisis de papel	89
Ensayos físicos	90
Ensayos químicos cualitativos	106
Ensayos químicos cuantitativos	113
Ensayos microscópicos	123
Cuadros analíticos (análisis de pastas)	131
.. .. (análisis de papeles)	136
Conclusiones	143
Bibliografía	145