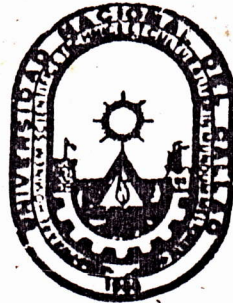


Universidad Nacional del Callao

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA



**“ Estudio Tecnológico de la Fabricación
de papel utilizando restos de trapos
de Algodón a nivel de Laboratorio ”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

PRESENTADO POR:

Laura Nery Daniel Flores

Asesor: Ing. Carlos Ancieta Dextre

CALLAO - PERU

1994

La presente tesis fue sustentada ante el jurado de sustentación conformada por los siguientes profesores:

Ing. Justo Espinoza Aliaga : Presidente

Ing. Gloria Saenz Orrego : Secretaria

Ing. Alberto Panana Gil : Vocal

Ing. Carlos Ancieta Dextre : Asesor

Según figura en el folio Nº 141 asentada en el acta Nº 126 del libro de Actas de fecha abril 15 de 1994 para optar el título profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de titulación con sustentación de Tesis de acuerdo a lo nombrado por el reglamento de grados y títulos aprobado con resolución Nº 047-92-CU de fecha de 18 de junio de 1992.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
Facultad de Ingeniería Química


Ing. Alberto Arroyo Viale
REGANO

Por el invalorable y
dedicado apoyo otorgado
por mis padres, les dedico
este humilde trabajo.

AGRADECIMIENTO:

- Al Ing. Enrique Gonzales Mora jefe del Laboratorio de Pulpa y Papel de la Universidad Agraria - La Molina por el apoyo prestado en la obtención de la Pulpa de papel.

- A la Doctora Guadalupe Olagiven asesora y jefa de control de calidad del Laboratorio de Investigación de Industrial Papelera Atlas, por el apoyo prestado en la obtención y control de calidad del papel.

-A si mismo mi reconocimiento a las oportunas sugerencias por parte de mi asesor y de los miembros del jurado.

CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
I. INTRODUCCION	
1.1 Resumen.....	03
1.2 Generalidades sobre la fabricación del papel ...	05
1.2.1 Naturaleza.....	05
1.2.2 Fabricación.....	07
1.2.3 Preparación de otros tipos de pulpas.....	13
1.2.4 Control de Calidad del papel.....	16
II. CARACTERISTICAS GENERALES Y PROPIEDADES DE LAS FIBRAS VEGETALES EMPLEADAS	
2.1 Características Generales.....	19
2.2 Materias Primas Fibrosas.....	20
2.2.1 Fibras.....	21
2.2.2 Clasificación de Fibras.....	21
2.2.3 Resistencia y filtrabilidad de fibras....	22
2.3 Diferencia de la fibra de algodón de otras fibras textiles.....	23
2.3.1 Por Características Físicas.....	23
2.3.2 Por Reacciones Químicas.....	24
2.4 Características Particulares de la fibra de Algodón.....	26
2.4.1 Caracteres Microscópicos.....	26
2.4.2 Característica Química General.....	26
2.4.3 Composición de la fibra Bruta.....	27

**III. TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LOS RESTOS DE TRAPO DE ALGODON
PARA CONVERTIRLOS EN PULPA**

3.1	Estudio de la materia prima, disponibilidad de restos de trapo de algodón en el mercado.....	28
3.1.1	Características de los restos de trapos de algodón.....	29
3.2	Descripción, clasificación, calidades y cualidad de la materia prima.....	29
3.2.1	El trapo de Algodón para la fabricación del papel.....	29
3.2.2	Clasificación de trapos.....	30
3.2.3	Calidades de Trapos.....	33
3.2.4	Cualidades de Trapos.....	34
3.3	Desempolvado y preparación de los trapos.....	35
3.4	Rasgado y Escogido.....	35
3.5	Desfibrado del Trapo.....	36
3.6	Tratamiento por álcalis.....	37
3.7	Lavado ó deslejiado.....	39
3.8	Blanqueo.....	40
3.9	Tratamiento con ácidos.....	42

**IV. PROCESO DE OBTENCION DE PULPA A PARTIR DE RESTOS
DE TRAPO**

4.1	Diagrama del Proceso de Obtención de Pulpa.....	45
4.2	Proceso de Digestión de la Materia Prima.....	46
4.2.1	Condiciones de Pulpaje de la materia prima.....	50
4.2.2	El Digestor Eléctrico.....	54

4.2.3	Proceso Químico a la Soda.....	55
4.2.4	Evaluación de los Parámetros de digestión.....	56
4.2.4.1	Tiempo de digestión.....	56
4.2.4.2	Temperatura.....	57
4.2.4.3	Factor H.....	57
4.2.5	Balace de Materia en el Digestor.....	59
4.2.6.	Balace de Energía-Cálculo del vapor para calentar el Digestor.....	60
4.2.7	Licor de Digestión.....	61
4.3	Proceso de Desintegración.....	61
4.4	Proceso de Refinación.....	61
4.4.1	La Pila Holandesa.....	62
4.4.2	Grados schopper y tiempo de refinación....	64
V.	HOJAS DE ENSAYO A PARTIR DE LA PULPA Y SU EVALUACION	
5.1	La máquina formadora.....	67
5.2	Evaluación de la pulpa obtenida.....	68
VI.	PROCESO DE FABRICACION DEL PAPEL	
6.1	Descripción del proceso de fabricación del papel.....	72
6.2	Materias primas.....	73
6.2.1	Pulpa.....	73
6.2.2	Cargas.....	73
6.2.3	Agente de Retención.....	74
6.2.4	Encolantes.....	75
6.2.5	Colorantes.....	75

6.3	Formulación de Pastas de Papel.....	76
6.3.1	Normas de ITINTEC.....	77
6.4	Formación de Hojas a nivel de laboratorio.....	78
VII	CONTROL DE CALIDAD DEL PAPEL OBTENIDO	
7.1	Pruebas mediante métodos físicos.....	79
7.1.1	Gramaje.....	80
7.1.2	Calibre.....	80
7.1.3	Resistencia a la Tensión.....	80
7.1.4	Resistencia a la Explosión.....	80
7.1.5	Resistencia al rasgado.....	80
7.1.6	Doble Plegado.....	81
7.1.7	Encolado Cobb.....	81
7.1.8	Porosidad.....	81
7.1.9	Suavidad.....	81
7.1.10	Opacidad.....	82
7.2	Pruebas mediante métodos químicos.....	82
7.2.1	Cenizas.....	82
VIII	RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	84
IX	CONCLUSIONES.....	89
X	RECOMENDACIONES.....	92
	BIBLIOGRAFIA.....	93
	ANEXOS.....	97

I. INTRODUCCION.-

La Industria del papel fue conocido por los chinos y su introducción en Europa Occidental se remonta a mediados del siglo XII en que los árabes españoles establecieron la primera fábrica en Játiva.

La invención de la imprenta (1436) y de la primera máquina continua para la fabricación de papel se remonta a principios del siglo XIX y se debe al francés Nicolás Louis Robert (16), esta máquina que inicialmente tenía una longitud de pocos metros y formaba una hoja de 60 cm. de ancho, experimentó una evolución muy rápida y en la actualidad todo el papel se produce en máquinas continuas algunas de las cuales tienen una longitud de más de 80mt. y pueden producir 400TM de papel al día.

Hasta fines del siglo XIX se utilizaron casi exclusivamente los trapos viejos procedentes de tejidos vegetales de algodón, lino y cáñamo para la fabricación del papel.

Mientras que a partir de este tipo de trapo no se podían producir papeles tan resistentes como se podía hacer a partir de trapo nuevo, para cierto tipo de papel con aplicaciones, como la papelería para damas, en la que se requería suavidad, el trapo viejo era insuperable.

En la actualidad el trapo viejo se utiliza principalmente en fábricas que producen cartones para techos y productos similares en las que se utiliza el 25% de trapo, pero generalmente se recurre a materiales fibrosas de origen vegetal, en especial la madera. En los países industrializados, principalmente los que poseen gran

cantidad de recursos forestales, la Industria Química de la madera tiene gran importancia dentro de sus economías; en el Perú en cambio esta industria se encuentra muy atrasada y su desarrollo debería ser incentivada para obtener recursos forestal a nivel industrial ya que contamos con grandes extensiones boscosas que asegurarían el abastecimiento de materia prima. Analizando todo esto y viendo a la vez que existen muchísimos talleres de confección de ropa del algodón en las cuales los retazos ó restos de confección de prendas de algodón son desechados a los basurales sin darle ninguna utilización y sabiendo que los trapos de algodón se componen casi exclusivamente de celulosa, me he visto en la necesidad de utilizar este recurso para la fabricación del papel y que ha sido el inicio del presente trabajo de tesis.

Los objetivos del presente trabajo son:

- La producción en laboratorio de pulpa con diferentes tipos de restos de trapos de algodón.
- Buscar el proceso tecnológico óptimo a nivel de laboratorio para la obtención de pulpa celulósica a partir de restos de trajo de algodón.
- Utilizar un diseño industrial para jerarquizar los parámetros fundamentales del proceso y fabricar papel utilizando la celulosa de restos de trajo de algodón obtenida a nivel de laboratorio.
- Desarrollar el control de calidad tanto a la pulpa y al papel obtenido y comparar los valores según ITINTEC.

El problema de abastecimiento de celulosa es fundamental en cualquier Empresa de fabricación de papel de allí que se trate de buscar productos que puedan sustituir en parte la demanda de celulosa importada.

Los restos de trapo de algodón sería una alternativa para la producción de pulpa y la fabricación del papel el cual sería de trascendencia para el país ya que sustituiríamos en parte las importaciones mediante la utilización de restos de trapo de algodón de los numerosos talleres de confección que en la actualidad se encuentran como informales y al mismo tiempo permitiría generar mano de obra al implantar una planta industrial y con la ayuda del gobierno, al formalizar los talleres como pequeñas Empresas podríamos obtener datos más exactos de la cantidad de restos de trapo de algodón que contaríamos para obtener la materia prima.

1.1. RESUMEN:

El presente trabajo de tesis es el resultado del trabajo experimental que se realiza a partir de la obtención de la materia prima que son restos de trapo de algodón hasta la obtención del papel y su respectivo control de calidad.

Los primeros capítulos reflejan un estudio de la materia prima desde su parte inicial que es la fibra de algodón y comparándola con otras fibras textiles ya que necesitamos restos de trapo con fibra de algodón y no con otros tipos de fibras. Una vez obtenidos los restos de

trapo de algodón de los talleres de confección se realizó un tratamiento preliminar de los restos de trapo de algodón para convertirlas en pulpa así como: desempolvado y preparación de los trapos, rasgado y escogido, desfibrado, tratamiento por álcalis, lavado y blanqueo. Respecto al proceso de obtención de pulpa a partir de restos de trapo de algodón que se realizó en el Laboratorio de Pulpa y Papel de la Universidad Agraria La Molina, evaluamos los parámetros de Digestión tales como: Temperatura, Tiempo, Hidromódulo, % de Soda; y de acuerdo a esto encontramos el mejor proceso de digestión de nuestra materia prima que es el proceso químico a la soda luego realizamos una muestra preliminar con 50 grs. de materia prima y evaluamos en condiciones standarizadas para que la pulpa pueda comparársela con las pulpas de fibra larga del mercado, el proceso de refinamiento, obtención de hojas de ensayo de pulpa y papel con su respectivo control de calidad se realizó en el laboratorio de Investigaciones de Control de Calidad de la Empresa Industrial Papelera "ATLAS". Para el proceso de Refinación se utilizó la pila Holandeza en el cual la pulpa circula por medio de un rodillo giratorio en el cual están insertadas varias cuchillas de bronce las cuales refinan la pulpa a una consistencia determinada. Se extraen muestras a distintas consistencias y obtenemos varias hojas de ensayo para cada consistencia. Escogemos por lo menos ocho hojas de ensayo de cada consistencia y luego realizamos su respectivo control de

calidad para la fabricación del papel utilizamos nuestra pulpa obtenida a partir de restos de trapo de algodón y las otras materias primas como son: las cargas, agentes de retención, Encolantes y colorantes.

Para la realización del control de calidad tanto para las pruebas físicas como químicas contamos con todo el equipo sofisticado y moderno con que cuenta la Empresa Industrial Papelera "ATLAS". Y realizamos varios ensayos para cada prueba de control de calidad con el fin de obtener resultados fehacientes.

Luego de la obtención y la tabulación de resultados empezamos con papeles standarizados por ITINTEC y comprobamos que se ha obtenido un papel de muy buena calidad respecto a papeles fabricados con celulosa de madera de fibra larga.

1.2. GENERALIDADES SOBRE LA FABRICACIÓN DEL PAPEL

1.2.1. Naturaleza. -

El papel es una hoja delgada formada por fibras de celulosa prensada, a los que se añaden otras sustancias cuya naturaleza y proporción varían según los distintos usos a que se destina. La celulosa es insoluble en agua; el agua fría no ejerce acción química sobre ella, aún cuando aumente su volumen. Sometida a la acción de soluciones diluidas de álcalis caústicos, la celulosa fija el agua y se transforman en hidrocélulosa. El ácido sulfúrico concentrado actúa como deshidratante y la transforma en

productos amiloides. En la madera, los filamentos celulósicos, generalmente cortos se conglomeran bajo la acción de una sustancia leñosa, la lignina, que asegura la solidez de la planta y forma con los álcalis cáusticos, los bisulfitos disueltos, calientes y bajo presión, combinaciones solubles en agua.

El papel puede hacerse con casi todas las sustancias fibrosas. Los árabes solían fabricarlo con lino y trapos o con diversas fibras vegetales. En la actualidad se usan todas esas cosas y muchas otras como: cáñamo y yute, tallo de maíz, cuerdas, viejas, bambú, bagazo de caña, una variedad de hierba que en España llaman esparto y muchas otras materias. El más fino de los papeles para escribir y todo aquel que se hace con el propósito de que duren mucho tiempo está hecho de lino y trapo. Lo malo que tiene el papel de madera es que se vuelve amarillo y se contrae con el tiempo, sobre todo cuando la luz es intensa, pero es imposible obtener suficiente papel de trapo para cubrir las necesidades actuales y solo se recurre a papel de trapo los papeles donde se van a imprimir documentos importantes y que duren mucho tiempo. Aún así hay por lo menos un gran periódico norteamericano que imprime todos los días algunos ejemplares en papel de trapo y los guarda como un testimonio para los historiadores del porvenir. Se ha aprendido mucho sobre la fabricación del papel, obteniéndolo cada vez, de más clases, haciéndolo mejor cuando se necesitaba y más barato cuando era preciso, y sobre todo, produciéndolo más velozmente; hay un papel para

escribir tan delgado que ni siquiera un átomo de tinta podría penetrar en él y papel secante tan sediento que bebe hasta la última gota de tinta que toca.

Hay papel de envolver tan grueso y resistente que costaría mucho romperlo o perforarlo y papel de seda tan débil que se puede hacer una bolita con una gran hoja, papel carbón para la máquina de escribir, papel alquitranado para los tejidos y paredes de las casas, papel aceitado que puede dejarse bajo la lluvia toda la noche y cajas de papel suficientemente fuertes para viajar por todo el mundo, papel fino para escribir cartas y otros más finos aún, sobre el cual se estampan billetes de banco; papel barato en cuadernos, hay papel para los libros importantes y documentos destinados a durar muchos siglos y papel que se vuelve amarillo y se deshace al cabo de un mes, por que está destinado a ser usado y tirado.

1.2.2. Fabricación.-

La mayor parte del papel se hace actualmente en grandes máquinas, de una perfección sorprendente, que los producen con mayor velocidad y a menor costo que si se hiciese a mano.

La más perfecta de las máquinas para hacer papel fué producida en Francia al rededor de 1798 y lleva el nombre de FOURDRINIER; esta ha sido mejorada y agrandada desde que su inventor la llevó a Inglaterra, una máquina para hacer papel puede medir hasta 90 metros de longitud y producir más de cien toneladas de papel por día.

A.- Materias Primas.- Para la fabricación de papel convienen en principio todas las materias primas que contengan proporción de celulosa filamentos y cuyo costo sea bajo hasta fines del siglo XIX se utilizaron casi exclusivamente los trapos viejos procedentes de tejidos, vegetales; pero hacia esa época, el desarrollo de la imprenta con el uso de diarios, carteles, libros, la escasez relativa de la materia prima y su precio elevado obligaron a las papeleras a estudiar el empleo de nuevas fuentes para la obtención de celulosa, siendo el más importante la madera. Se utilizan maderas blandas como álamo, pino, alerce, eucalipto, ó maderas duras como el fresmo, ó el álamo blanco, haya, quejigo, arce, castaño. También se emplean la alfalfa, la paja, el bambú, el moral de papel, el ramio, el bagazo de caña de azúcar etc. Actualmente, la proporción que se usa el papel de trapo referido a la producción total se ha tornado infima.

B.- Preparación de la pasta de trapos.- Los trapos viejos se componen casi exclusivamente de celulosa y preparación de la pasta consiste en seleccionar limpiar y deshilar los trapos para extraer la fibra. La selección se realiza según la naturaleza y el color. Primero se cortan los trapos en cintas y se extraen los cuerpos duros (botones etc).

Los aprestos y las materias grasas se disuelven empleando una lejía alcalina hirviendo en blanqueadores rotativos y bajo presión; luego los trapos entran en una pila

deshiladora; las pilas son especie de pilones alargados de fundición ó cemento armado el cual según sus generatrices de láminas cortantes, pone en movimiento los trapos introducidos sobre el plano inclinado del fondo de la pila de manera que aquellas pasen por el espacio existente entre el cilindro y una platina formada por láminas de acero colocadas paralelamente entre si, entonces las láminas cortantes actúan sobre los trapos a modo de tijeras y los deshilachan.

Una corriente de agua arrastra las impurezas para evacuarlas, junto con el agua servida, por medio de un tambor, filtro que gira en sentido opuesto al cilindro. Esta operación dura tres ó cuatro horas, los trapos son arrastrados por movimiento giratorio de la masa, pasan repetidamente por debajo del cilindro el cuál a su vez va disminuyendo progresivamente la luz que separa de la platina para obtener fragmentos cada vez a más disociados se obtienen así la media pasta producto o menos coloreado que es preciso blanquear. Al deshilado le sigue la refinación, la pila refinadora es análoga en su estructura general a la pila desilachadora, pero la fibra sufre en ella un tratamiento mucho más profundo. En su paso por entre las laminas giratorias y las laminas fijas que se acercan casi hasta rozarse, la fibra sufre un acortamiento, sus extremidades se abren y dividen en fibrillas, listas para aglutinarse o filtrarse sobre la tela de la máquina de papel.

Según se hagan varias las proporciones de fibra y agua,

según sea el tiempo que dure la operación y según el ajuste de las laminas móviles sobre las laminas fijas se da al papel una misma composición de materias primas calidades muy diferentes.

En la refinación se incorporan la cola, la tintura y la carga.

El encolado es necesario para que el papel no absorba los líquidos; se asegura su impermeabilidad incorporando a la pasta sustancias que aglutinen las fibras y tapan los poros. La cola se prepara por reacción de la soda cáustica sobre la colofonia lo que da un jabón de resinato de sodio.

Se le agrega además almidón, fécula, cola de piel y sulfato de aluminio que con el jabón, da un resinato de aluminio.

En la pila refinadora se agregan también los colorantes ya sea minerales como los ocres, los oxidos de hierro, azul de prusia, el amarillo cromo y el negro de humo ó los artificiales llamados anilina.

Las cargas son materias minerales que se incorporan para aumentar la densidad del papel, para hacerlo más blanco y opaco, y para tapar los intersticios. Entre los más comunes figuran el caolín, la tiza, el talco, la barita y el carbonato de calcio.

C.- Transformación de la Pasta en Hojas.-

Existen 2 maneras de fabricación del papel. (12).

a) Papel "de mano" ó de cuba.- Este es un antiguo procedimiento manual, en la actualidad solo se emplea para

obtener papeles de lujo ó papeles con filigrana complicada. Consiste en llenar de pasta muy diluida una especie de tamíz rectangular de las dimensiones de la hoja que se desea obtener cuyo fondo está constituido por una tela metálica muy fina.

Se mantiene horizontalmente el tamíz y se la somete a una serie de sacudidas que producen el escurrimiento del agua y el entretejido progresivo de las fibras. Finalmente se obtiene una hoja húmeda y sin consistencia, que se pone con precaución sobre un fieltro seco y se recubre con otro fieltro.

Apiladas así varias hojas, se las somete a presión para expulsar el agua y se seca. El acabado se obtiene pasando las hojas por una laminadora.

b) Papel Mecánico. - Para este caso es necesario contar con una máquina de papel y necesita un conjunto muy complejo de operaciones para su fabricación.

Se colocan en una mezcladora la pasta de papel que corresponde a la calidad de tipo de papel a fabricar ya preparadas con cola y colorantes en las pilas refinadoras.

La lejiadora que es una tina de lejía provista de agitadores recibe una corriente de agua que diluye la mezcla; después la pasta obtenida pasa a una decantadora, largo canal donde se depositan las impurezas deseadas, y a una depuradora, cilindro de bronce con agujeros muy finos que retienen las partes gruesas y grumos.

La pasta llega ala máquina de papel propiamente dicha y

corre sobre una cinta sin fin ó mesa de fabricación de varios metros de largo, provista de dos movimientos: uno de traslación longitudinal y otro de vibración transversal. La parte superior de la tela se asienta sobre rodillos de cobre que aseguran su horizontalidad, bajo la acción de las vibraciones de los rodillos, una parte del agua se elimina; las fibras se entretajan, previa regulación de la pasta por las barras de bronce colocadas perpendicularmente a la tela y a pequeña distancia por encima de ella.

A este desagüe natural sigue otro neumático provocado por tambores aspirantes fijos sobre la mesa.

La hoja pasa entonces entre dos cilindros y el cilindro inferior puede ser aspirante y comienza en ella la expulsión del agua por presión. La hoja ya suficientemente resistente, puede salir de la tela, sostenida por un tapiz de filtro para pasar entre dos prensas que la laminan y le extraen cierta cantidad de agua.

Algunas fábricas de papel usan máquinas llamadas "de forma redonda" sin mesa de fabricación y consiste en un tambor rotatorio cuya periferia es una tela metálica; este tambor, sumergido casi del todo en la cuba que contiene la pasta, ofrece una depresión interior que permite la formación superficial de una hoja que se extrae de la parte no sumergida.

La última parte de la máquina es la secadora, en esta, la hoja circula sobre una serie de cilindros calentados interiormente por medio de vapor en el cual el agua se elimina bajo la forma de vapor. A la salida de

la máquina, la hoja llega a las calandrias que es una serie de rodillos de Acero de 10-12 y el papel comprimido que forman prensas y entre los cuales la hoja debe circular y entrando por la parte superior y sale por la extremidad inferior y presenta en este instante la superficie brillante que es el satinado del papel finalmente se bobina por medio del una bobinadora el papel puede ser suministrado directamente en esta última forma, o en hojas las cuales se cortan con las guillotinas del tamaño que requiere el comprador.

1.2.3 Preparación de otros tipos de Pulpas (1)

A.- Pulpa Mecánica de Madera. - La separación de las fibras se efectúa por arranque con lo cual se obtiene una especie de harina de madera mas o menos pura. El procedimiento solo resulta bien con las maderas blandas.

La preparación exige las operaciones siguientes:

- 1ero.- Descortezado
- 2do.- Recortado en varillas de 30 a 50 cm de largo y separación de los nudos.
- 3ero.- Desfibrado.- en el desfibrado donde es apretado fuertemente por el pistón de un prensa hidráulica contra la periférica de muela de greda o de pedernal de alrededor de 1.5. mm de diámetro que gira a gran velocidad una corriente de agua, llevada por un inyector el

enfriamiento y arrastre la pulpa disgregada por la muela los aparatos modernos se hallan provistos de dispositivos que aseguran la marcha continua.

4ta.- Tamizado de la "Pulpa gruesa" y separación de las astillas de madera.

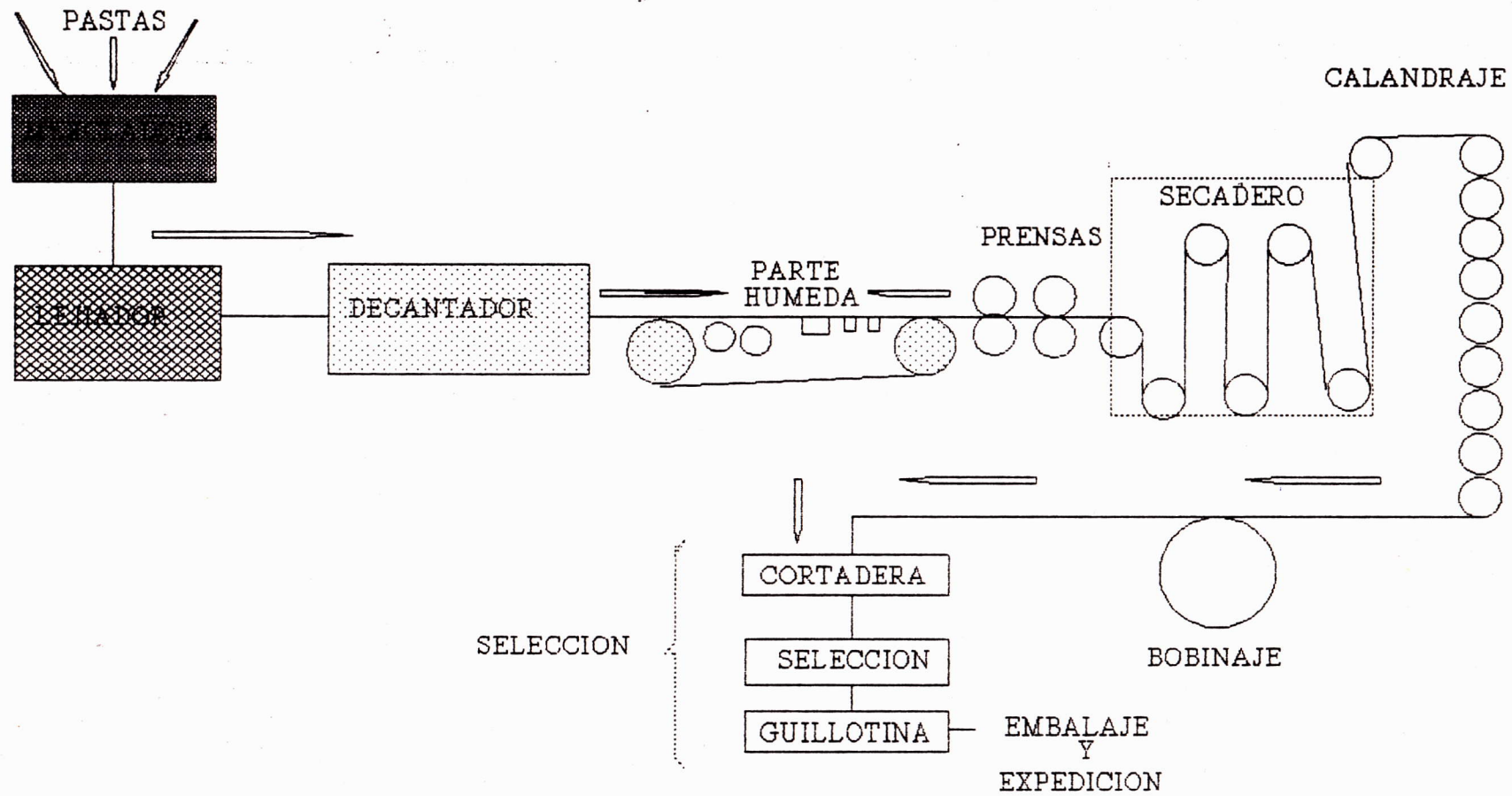
5ta.- Pasaje al abastecimiento que son una serie de tamices cilíndricos rotativos que ejecutan la calificación por grados de fijeza, dejando pasar los productos finos y determinando los gruesos que debe triturarse nuevamente.

6to.- Concentración en espesadoras.- La pasta llega a su fase comercial las cuales se lanzan al comercio en 2 categorías húmeda con rollos húmedos con 50 % de agua y seca con (10 %). Los papeles hechos con pulpa mecánica se amarillan rápidamente a la luz por esta razón se emplea más para hacer cartas ó para documentos que duren poco tiempo.

B.- Pulpas semiquímicas. - Este procedimiento consiste en someter la madera a la acción del vapor de agua a 120 antes de emitirla al desfibrador.

Las fibras obtenidas así más fácilmente, son muchos mas largas de mejor calidad y un poco mas separada pero resultan demasiado coloreadas y de ahí que se destinan a la falsificación de carteras y papeles Kraf.

DIAGRAMA N:1 **DIAGRAMA DE FABRICACION DE PAPEL**



FUENTE : TAPPI JOURNAL .

C. - Pulpas químicas. - Cuando por medios químicos se separan las fibras disolviendo o destruyendo el cemento vegetal que el la lignina que las une.

Este proceso puede considerarse como método de extracción dado que el material vegetal está hecho de fibra de celulosa asociada con otras muchas sustancias que desde el punto de vista de la fabricación del papel son impurezas indeseables, éstas incluyen ligninas, pectinas, resinas, ceras, taninos, materias vegetales, colorantes y compuestos carbohidratados en proporciones que varían considerablemente de acuerdo con el tipo de planta con que se trate .

Existen varios métodos químicos para procesar los materiales vegetales así como los procesos ácidos en el que se usa el ácido nítrico, proceso al sulfito, procesos alcalinos donde se utiliza la soda cáustica, proceso bisulfitico donde el solvente empleado es el bisulfito de calcio.

1.2.4. Control de Calidad del Papel. - En la Industria del papel es muy importante el control de calidad desde la materia prima, el proceso de producción hasta el producto terminado ya que si se produce papel con materias primas que no tengan el rango de calidad entonces el producto terminado no tendrá la calidad ni será del tipo que el fabricante lo desee.

El control de calidad en la fabricación del papel es el proceso de regulación a través del cual medimos la calidad

comparándola con las normas y nos permite actuar sobre la diferencial las pruebas en el papel se han desarrollado para medir alguna propiedad especial del papel por medio de un procedimiento y un instrumento especificado.

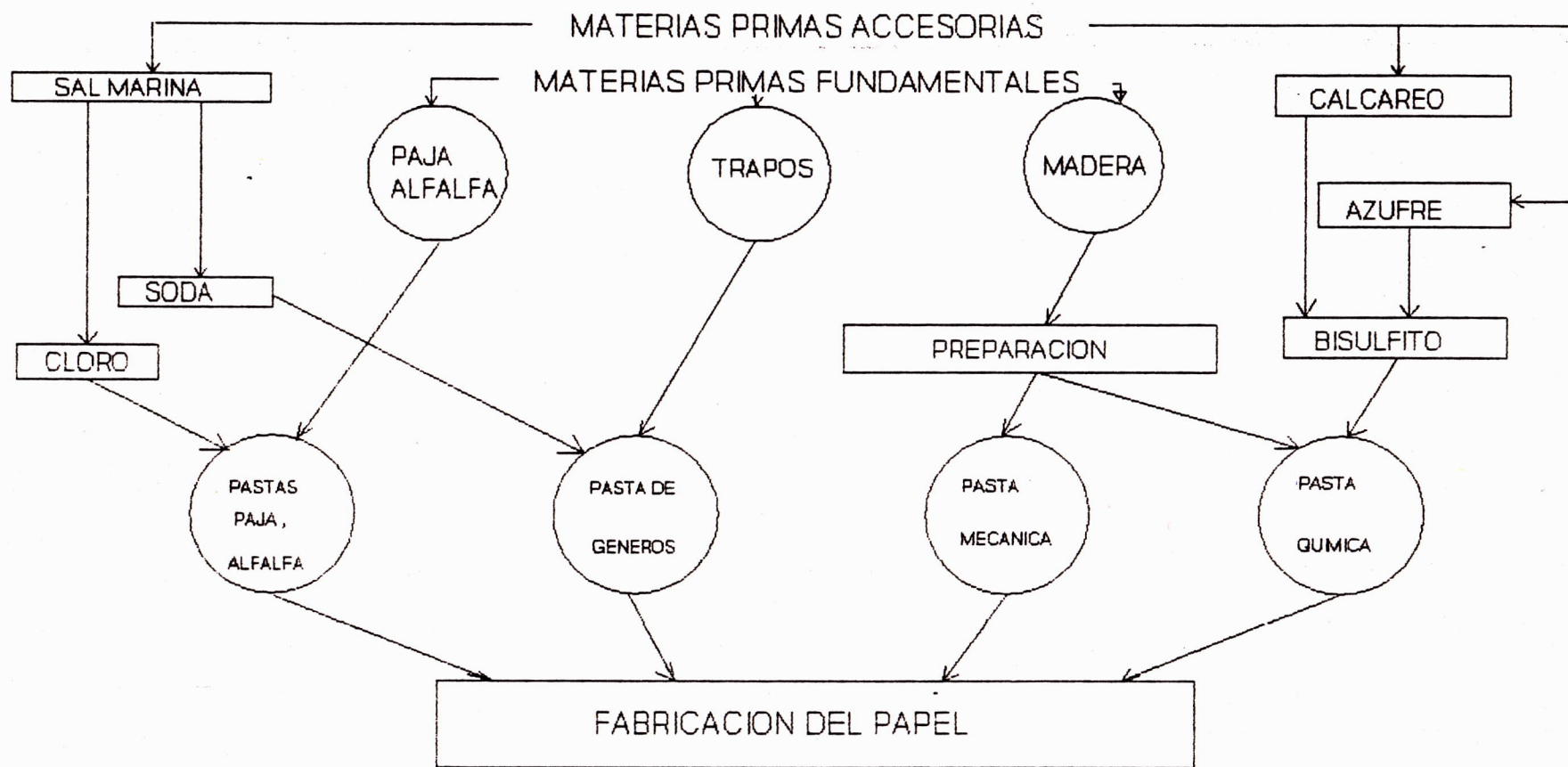
Al papel se le realizan pruebas físicas como: gramaje, calibre, resistencia a la tensión, explosión al rasgado, al dobléz, al plegado.

También pruebas de rigidez, tiesura, suavidad de desgaste y pruebas ópticas como: color, brillo, opacidad, solidez a la luz.

Entre los métodos químicos cabe resaltar el % de cenizas, ácidos y PH.

El microscopio es de mucha utilidad ya que mediante este podemos determinar la naturaleza y cantidades de los constituyentes fibrosas del papel el examen de la estructura y los defectos de su superficie.

DIAGRAMA Nº2 : **ESQUEMA GENERAL DE LAS FABRICACIONES DE UNA PAPELERA**



FUENTE : D. B. QUILLÉN.

II. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y PROPIEDADES DE LAS FIBRAS VEGETALES EMPLEADAS

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las fibras vegetales empleadas en la fabricación del papel pueden tener diferentes procedencias, en la actualidad las que más se utilizan son las procedentes de la madera por lo que existen en grandes proporciones, pero también se emplean una porción muy importante de las fibras procedentes directamente de las plantas o de los desperdicios de la hilatura y de los restos de trapo.

Las que se extraen directamente de las plantas pueden obtenerse del tronco, de las ramas, de la corteza, de las raíces, de las hojas del tallo, de los frutos y de las semillas.

Para que una fibra pueda ser utilizada en la fabricación del papel es necesario que:

- 1° Que la planta ó manantial de donde proceden pueda obtenerse en cantidad suficientes para el uso a que se destine.*
- 2° Las fibras han de poderse extraer sin grandes dificultades.*
- 3° El contenido de fibras de planta ha de dar un buen rendimiento.*
- 4° La estructura morfológica y la química han de ser a propósito para el trabajo ulterior de fabricación.*
- 5° El rendimiento económico de la transformación ha de hacer que su empleo sea remunerador.*

2.2. MATERIAS PRIMAS FIBROSAS

La materia Prima básica para la fabricación del papel, es la celulosa y esta se obtiene por el tratamiento químico y mecánico de algunas sustancias vegetales que la poseen. Todos los procesos utilizados pueden considerarse exclusivamente como métodos de extracción, dado que el material vegetal está hecho de fibras de celulosa asociados con otras muchas sustancias que, desde el punto de vista de la fabricación del papel son impurezas indeseables. Estas concluyen ligninas, pectinas, resinas, y ceras, taninos, materias vegetales colorantes y compuestos carbohidratados, en proporciones que varían considerablemente de acuerdo con el tipo de planta de que se trate.

Existen variaciones considerables en el contenido de celulosa en los diferentes tejidos de las plantas.

La Sustancia seca de la hoja tierna puede tener menos de un 10% de celulosa.

En hojas más desarrolladas pueden alcanzar a un 20%. La paja contiene alrededor de un 35% de celulosa. Los tejidos leñosos de los árboles y arbustos contienen aproximadamente 60% de celulosa.

Las fibras de lino contienen más ó menos 80% mientras que los filamentos de la semilla de algodón pueden tener más de un 90%de celulosa que es el porcentaje mayor que existe en sustancias naturales.

2.2.1. Fibras.-

En la industria del papel lo que interesa es la parte de las paredes de las mismas formando las fibras. En la industria textil el nombre de fibras se extiende a las agrupaciones filamentosas de células, llamadas también algunas veces fibras corticales por su procedencia. Las fibras para la industria del papel son células fusiformes de paredes más ó menos gruesas con sus extremos reducidos que en el papel van acompañadas por otras partes constitutivas, como son las células del parenquima, vasos, pelos, epidermis, células de rayos medulares, etc. los cuales sirven para caracterizar la clase de vegetales de donde proceden.

2.2.2. Clasificación de Fibras (2)

I Fibras Vegetales

A.- Fibras de frutos

- 1.- Pelo de semillas: algodón, linters
- 2.- Vainas: Kapok
- 3.- Cáscaras: coco

B.- Fibras de tallos

- 1.- Fibras de madera: gimnospermas (coníferas) y angiospermas (hojas anchas)
- 2.- Fibras liberianas
 - a.- Plantas moderables: tejido liberiano de la corteza interior de los árboles gimnospermas y angiospermas

b.- *Herbáceas dicotiledóneas: linaza, cáñamo (crotalaria), yute, ramio, Kenaf.*

3.- *Haces vasculares de monocotiledóneas: pajas de cereales, bagazo, bambú, esparto, sabai, carrizos.*

C.- *Fibras de hojas: abacá, sisal, phormium, caroa, piña.*

II Fibras Animales

A.- *Lana*

III Fibras Minerales

A.- *Asbesto*

B.- *Vidrio*

IV Fibras hechas por el hombre (artificiales)

A.- *Celulosa regenerada: rayón*

B.- *Poliamida: nylon*

C.- *Poliacrílico: orlón*

D.- *Poliéster: Dacrón.*

2.2.3. Resistencia y Fieltrabilidad de Fibras.-

La Resistencia Mecánica del papel depende en primer lugar de la clase de fibras de que está compuesta y de su fieltrabilidad; esta depende de diversos factores. En primer lugar está en relación directa con el cociente de la longitud y el diámetro de las fibras originarias.

Si bien ésta varía entre ciertos límites con el trabajo de refino cuyos límites vienen marcados aproximadamente por la longitud de las fibras de las coníferas que para algunas clases de papel pueden emplearse sin acortarlas.

Las fibras de esparto y de paja en la fabricación del papel pueden emplearse en su primitiva longitud, mientras que las fibras textiles nunca pueden serlo en su longitud natural; para la fabricación del papel se les tiene que cortar.

Para muchas clases de fibra su finura puede aumentarse con el desfibrillado en el trabajo de refino.

Las fibras de ramio, cáñamo y lino son en primer lugar las que poseen más destacadamente la propiedad de descomponerse en su dirección longitudinal, la cual en menor escala la posee también la fibra de cáñamo de manila, las fibras de algodón permiten también ser desfibrilladas, si provienen de desperdicios textiles nuevos; en cambio para un refino graso las fibras de madera no experimentan generalmente un verdadero desfibrillado sin no solo una especie de formación de desgarro ó lobulación.

2.3. DIFERENCIAS DE LA FIBRA DE ALGODÓN DE OTRAS FIBRAS TEXTILES

2.3.1. Por características Físicas. -

La fibra de algodón es una tira plana semejante a una cinta, retorcida en forma muy característica.

la fibra de lino es lisa, sin torcedura, cilíndrica, con marcas peculiares transversales, a intervalos en todo lo largo de ellas.

Las fibras de cáñamo son semejantes a las de lino; pero deben distinguirse de estas por la bifurcación de los extremos en forma muy particular, que casi siempre

aparecen, en tanto que las fibras de lino nunca muestran esas características de escamas sobre puestas.

La fibra de seda es delicada, son estructuras transparentes y de diámetro muy uniforme.

2.3.2. Por reacciones químicas.-

Hay muchos modos de distinguir las fibras al observar sus reacciones frente a diversos productos químicos.

A continuación se da un detalle de algunas de las reacciones características.

- Se disuelve en potasa cáustica (lana, seda)
- En solución alcalina de la fibra tratada con acetato de plomo, le da un color negro (lana). Este tratamiento no colora la fibra (seda).
- No se disuelve en Potasa cáustica (algodón, cáñamo, lino)
- Con Yodo y ácido sulfúrico, la fibra se hincha y se pone de color verde (cáñamo)
- Con Yodo y ácido sulfúrico, la fibra se hincha y se torna de color azul (algodón)
- Sumergiendo la fibra en ácido sulfúrico concentrado, por espacio de 2 minutos, lavándola con agua, tratándola con amoníaco diluido y secándola, la fibra formará una masa gelatinosa soluble en agua (algodón)

Otros tipos de características se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 1

DIFERENCIA DE FIBRAS DE ALGODON DE OTRAS FIBRAS TEXTILES

PRUEBA	FIBRAS VEGETALES					FIBRAS ANIMALES		RAYON				NYLON	
	ALGODON	LINO	YUTE	CAÑAMO	RAMID	LANA	SEDA	VICOSA	NITRO	SUPRAMONIC	ACETATO		
Quemado	Se quema rápidamente, olor picante, pocas cenizas.					Se queman lentamente, olor característico, forma perlas suaves.		Se queman rápidamente, olor picante, pocas cenizas.				Se funde formando perlas duras.	Se funde antes de quemarse, se extingue por sí mismo.
Soda Cáustica 40 'BR'	Insoluble		Café Amarillo Insoluble	Amarillo insolub	Insolub	Soluble en frío Soluble en caliente		Insolub	Se desintegra	Insolub.	Se hincha	Insoluble en caliente.	
Acido Sulfúrico 66 Be	Se disuelve rápidamente.		Se disuelven lentamente			Insoluble		Soluble		Se disuelven rápidamente			Insoluble en caliente
Solución amoniacal de sulfato de cobre	Se disuelven		Insolubles			Insoluble en frío		Soluble en frío		Se hinchan, desintegran y se disuelven parcialmente.		Insoluble	Insoluble
Sulfato de anilina	----- Amarillo -----												
Acetona	I n s o l u b l e s					Insolubles		I n s o l u b l e s				Se disuelve rápidamente	Insoluble en caliente.
Yodo y ácido sulfúrico	Azul	Amarillo		Azul									
Difenilamina												Azul	-----
Floroglucinol.													
Acido nítrico	Insoluble		Insoluble Café	Insoluble	Insoluble	Insoluble		Soluble	Insoluble	Soluble amarillo	Insoluble	Soluble Amarillo	-----
Shirlastain	Púrpura	Violeta azul	Café Dorado	Gris	Lavanda	Amarillo dorado	Café a naranja	Rosado	-----	Azul Brillante.	Verde pálido	-----	

FUENTE : (8)

2.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA FIBRA DE ALGODÓN

En la fabricación del papel la fibra de algodón la empleamos en forma de desperdicios fibrosos, de hilos, trapos nuevos y viejos.

ORDEN: Malváceas

LONGITUD DE FIBRA: 20 - 40 mm

DIAMETRO DE FIBRA : 0.012 - 0.037 mm

2.4.1. Caracteres Microscópicos. - (5)

Fibra sencilla, opaca, aplanada, mas o menos retorcida, pared lateral membranosa señalándose en estrías. Una de las extremidades termina en forma cónica, la otra está deshilachada por arrancamiento de la semilla.

SECCIONES : Sencillas, ovales irregulares, cavidad central conteniendo con frecuencia gránulos.

REACCION QUIMICA : con solución de yodo da color azul.

2.4.2. Carácterística Química General. -

Es el tipo de celulosa normal, tiene una pequeñísima porción de sustancias pécticas que pueden extraerse por un lejiado débil. Al estado bruto la fibra de algodón está envuelta por una cutícula delgada de no - celulosa que desaparece después de blanqueada.

2.4.3. Composición De La Fibra Bruta. - (5)

Según Muller la fibra de algodón está compuesta por:

<i>Celulosa</i> -----	91.35
<i>Grasa</i> -----	0.40
<i>Extracto Acuoso</i>	
<i>(con sust.nitrogenadas)</i> -----	0.50
<i>Agua</i> -----	7.00
<i>Cenizas</i> -----	0.12
<i>Sustancia Cuticular</i>	
<i>(por diferencia)</i> -----	0.63

III. TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LOS RESTOS DE TRAPO DE ALGODON PARA CONVERTIRLAS EN PULPA.

3.1. Estudio de la Materia Prima, Disponibilidad de Restos de Trapo de Algodón en el Mercado.

El trapo por lo que se refiere a la fabricación de papel esta constituido por artículos desechados de algodón por ejemplo ropa, cortinas sábanas o recortes blancos o sin blanquear obtenidos durante la manufactura de dichos artículos . Pueden variar considerablemente en tipo, calidad y color de aquí que el proceso escogido es un proceso muy importante además del efectuado por el proveedor para efectos de clasificación , el trapo se somete a un escogido ulterior en la fabrica. Para la elaboración del presente trabajo de tesis se ha visitado distintos talleres de confección de ropa de algodón que generalmente se encuentra en el jirón Gamarra - La Victoria y hemos preferido restos de polos y ropa interior blancos, lo cual nos ha sintetizado el proceso ya que no había necesidad de realizar el proceso de blanqueo. Respecto a la cantidad de restos de trapo de algodón que existe en el mercado no podemos precisar la cantidad de talleres por que la mayoría de ellos son informales y no están registrados como empresas, de las cuales se puede extraer información.

3.1.1. Características de los Restos de Trapo de Algodón.

Los trapos de algodón tiene sustancias pécticas que pueden extraerse por un lejiado débil. En los restos de trapo a parte de los componentes del algodón que son la celulosa, agua , grasa, extracto acuoso que contiene sustancias nitrogenadas, también encontramos la presencia de gomas, resinas, grasas, y materias colorantes. Los retazos o restos de trapo de algodón obtenidos de los talleres de confección vienen en distintos tamaños y de distintos colores ya que son restos de confección de polos, ropas interiores etc, en las cuales encontramos elementos contaminantes ó impurezas así como elásticos , broches, botones e hilos de confección las cuales las tenemos que desechar.

3.2. Descripción, Clasificación, Calidades y Cualidades de la Materia Prima

3.2.1. El Trapo de Algodón Para la Fabricación del Papel.

El término trapo incluye materiales tales como los hilos de lino y algodón , linaza y cáñamo, algodón en rama y otras fibras textiles, linters de algodón, así como el trapo propiamente dicho. La mayoría de trapo utilizado por la industria del papel , con contenido de trapo son retazos nuevos de algodón que provienen de diversas fábricas textiles y talleres de ropa; por lo general, el trapo es

colectado por comerciantes de trapo, quienes pueden manejar la recolección total del desperdicio de muchas grandes fábricas. Ellos clasifican estos materiales en calidad standard, que han sido establecidos por los comerciantes en desechos de trapo y aprobadas por las fábricas con el objeto de obtener una celulosa con un grado conveniente de pureza.

3.2.2. Clasificación de Trapos. (5)

Existen muchas clasificaciones para el trapo y las más importantes, en orden decreciente de calidad son:

- Recortes nuevos, blancos (lino ó algodón) de las fábricas que hacen artículos nuevos de lino ó algodón, por ejemplo camisas y manteles, respectivamente blanqueados durante el tratamiento.
- Recortes nuevos, sin blanquear (lino o algodón) en las que se requieren tratamiento de blanqueo.

Los primeros son trapos usados pero limpios y blancos, en buena condición y no muy deteriorados, en las que se requieren tanto cocción como blanqueo.

- Los estampados cubren un amplio rango de calidad, estampados con colores que se pueden eliminar en los procesos de cocción y de blanqueo. Las mejores calidades son prendas nuevas, y las demás baja calidad son artículos usados.

CUADRO No. 2
CLASIFICACION DE TRAJOS (5)

FIBRA	No.	DESIGNACION	DENOMINACION COMERCIAL	CUALIDADES, DESTINO Y OBSERVACIONES
L I N O	1	Trapo de lino fino	Recorte de	Es el más blanco y se emplea únicamente para clases especiales en los mejores papeles.
	2	Trapo de lino sin ribetes	camisería	
	3	Trapo de lino sin costura	y	
	4	Trapo de lino corriente	lencería	
	5	Ribetes y costura de lino	Lino blanco	No tan limpio como el anterior Para papeles finos, dibujo y fotografía.
	9	Lino azul	Lino azul y rayado de Rusia	Más castigado para lejías caseras.
	10	Lino azul de Camisas	Camisas de	Menos limpio y blanco que los anteriores.
11	Lino azul menos blanco	hilo y velas		
14	Tela Grosera con cañamo	Velas	Menos limpio y blanco que los anteriores.	
14bis	Tela de lino, yute y cañamo, filetes negros		Es muy resistente y se emplea para papeles de registro, escritura apergaminados y fumar.	
C A Ñ A M O	12	Cañamo, lino	Trapacho	Papeles de calidad y fumar.
	12bis	Cañamo y yute	Cañamo merclado	
	15	Cañamo en cuerdas y redes	Cuerdas, estopada	Generalmente alquitranado y embalajes recios.
	16	Cañamo de taloneras	Alpargatas	Papel de calidad y fumar.
18	Cañamo de suelas	Alpargatas	Papel de calidad sin lejías para estrazar.	
ES- PAR- TO	24	Esparto en hierva	Esparto en balas	Papel superior y embalaje.
	25	Esparto trenzado	Cuerda y alpargat de esparto	Papel menos fino y embalaje.
YUTE	26	YUTE	MAIWA	En sacos, cuerdas y alpargatas
ADACÁ	26bis	MANILA	MANILA	Se aplica mucho en papeles de buena
FITA	28	FITA	FITA	Calidad, cables y embalajes.

CUADRO No. 2
CLASIFICACION DE TRAFOS (5) (cont.)

FIBRA	No.	DESIGNACION	DENOMINACION COMERCIAL	CUALIDADES, DESTINO Y OBSERVACIONES
	6	Blanco fino	Recorte camisería y lencería	Para las mejores clases de papel
	7	Blanco fuerte	Recorte camisería y lencería	Para las mejores clases de papel
A	8 8bis	Blanco menos limpio Blanco algo sucio	Trapos blancos Forros, vendajes, costura, ribetes	Para mezclar con las clases anteriores en buenas clases de papel
L	20	Género de punto blanco		No es tan resistente como los anteriores. Se acostumbra a mezclar con otras clases de algodón.
C	13	Panas Blancas		
	19	Corsé e Indianas claras	Lista clara	Se blanquea fácilmente y da un blanco parecido al de la celulosa blanqueada de buena calidad.
O	21	Algodón azul claro		
	21bis	Indianas de color		
D				
O	22	Indianas oscuras	Lista de color u oscura, o trazo revuelto	Comprende los azules fuertes, camisería, lencería y pañolería rayada con colores fuertes, panas y medias negras, género de punto de cola, de difícil blanqueo, de modo que generalmente se deja en el mismo tono de gris de celulosa sin blanquear. Se emplea para papeles que no hayan de ser muy blancos.
N	17	Cuerdas barras y estopadas de algodón		
	27	Indianas rojas	Lista encarnada	De muy difícil blanqueo. Para papeles secantes.
	27bis	Algodón sucio	Basurero	Muy sucio, procedente de la recogida basurera; se emplea casi exclusivamente para estraras.

3.2.3. Calidades De Trapos.

Algunas de las calidades más importantes para la fabricación del papel son :

Muselinas sin blanquear, N 1

Recortes blancos de camisa, N 1

Recortes blanqueados de ropa interior , N 1

Recortes blanqueados de franela de algodón n 1

Recortes blanqueados de forro de calzado N 1

Mezclillas Azules N 1

Percalas N 1

Estampados ligeros N 1

Recortes de caqui color tanino

Recortes de tela fantasía

Existen muchas otras calidades de naturaleza más restringida tales como retazos de corseteria, vendajes y clases de trapos fuertemente teñidos , tales como cinchos de color caqui, telas de asargadas de algodón , lana y mezclillas.

Los algodones suaves , son trapos de algodón , viejos y usados propios para pulpas y absorbentes.

El lino y el algodón son las únicas fibras textiles convenientes para pulpas celulósicas .

La lana es básicamente proteína de naturaleza no celulósica, se disuelve en los licores de cocción .

El rayón y el nylon etc.no son deseables por las mismas razones.

En total existen 80 bien definidas calidades de trapo que se colectan con regularidad, al escoger y empacar este trapo para la industria del papel, el comerciante honesto en trapo trata de eliminar materiales como hule, metales, lanas, y los diversos tipos de materiales sintéticos.

El trapo nuevo se divide principalmente en trapo blanco, sin blanquear y de color; por supuesto el trapo blanco o sin blanquear es mas caro ya que el trapo de color es mas difícil de procesar y no se puede usar en todas las calidades de papel.

En términos generales, a partir de trapo blanco o sin blanquear se puede producir un mejor papel que a partir de uno de color, puesto que las condiciones de cocción y blanqueo son menos drásticas.

3.2.4. Cualidades de Trapos.

Las cualidades del trapo como fuente de pulpa son:

- 1.- La longitud y resistencia natural de la fibra.
- 2.- La relativa facilidad de los procesos con los que se puede habilitar para la pila.
- 3.- La pureza química y permanencia con el tiempo del producto final, que son resultado del moderado proceso de tratamiento.
- 4.- La simplicidad y bajo costo de la planta de pulpa requerida.
- 5.- Las versátiles características de batido de las fibras.

3.3. Desempolvado y Preparación de los Trapos.

Los trapos se desempolvan en unos tambores rotativos llamados tornos, formados por un enrejado y encerrados en una cámara por la cual circula una corriente de aire y en donde va quedando una parte del polvo.

La pérdida que experimentan los trapos en esta operación oscila entre un 3 y 10 % de su peso, o sea que su rendimiento es de 97 a 90 %.

Esta operación algunas veces se suprime, por que en cada operación a que se somete el trapo hay una pérdida de fibras y a las operarias rasgadoras ya no les importa un poco mas ó menos de polvo; sin embargo, opinamos que el desempolvado previo tendría que hacerse obligatorio cuando es cantidad.

En nuestro caso como los restos de trapo son pequeños y es poca cantidad, esta operación se realiza en forma manual o cuando los trapos son nuevos como en este caso, se puede obviar.

3.4. Rasgado y Escogido.

Cuando la operación de trituración de los trapos no se hace a máquina, las operaciones de desempolvado, cortado y escogido se hacen ha mano conjuntamente. Cada operaria rasgadora tiene una mesa situada delante de una ventana de dos hojas que pueden girar hasta ponerse horizontales para graduar convenientemente la ventilación. La mesa está constituida por un cuadrilátero de cajones con el fondo

tapado por una tela metálica fija, no demasiado clara o bien sin fondo, poniendo debajo un cesto donde se recogen los trapos cortados y clasificados.

En la parte delantera de la mesa en su parte central va colocada verticalmente ó un poco inclinada hacia atrás una cuchilla, por lo general procedente de una guadaña, que la operaria afila frecuentemente con dos piedras de esmeril, con esta cuchilla la obrera rompe los trapos en trozos con la palma de la mano y arranca los botones y otros objetos fijados en los trapos, al mismo tiempo que separa las diversas clases de trapos cocidos, poniendo de lado las costuras, ribetes, etc.

Los trapos ya cortados los tira a los cajones que están dispuestos para las clasificaciones establecidas en la fábrica para las diferentes clases de trapo o de sus semipastas que en ella se trata mas convenientemente.

En los talleres bien instalados existen disposiciones, de aspiración del polvo en las mesas y en el techo que contribuyen a la higienización general del departamento.

3.5. Desfibrado del Trapo.

Tiene por objeto desgregar la materia prima para que luego pueda blanquearse y refinarse comodamente.

En esta operación el trapo siempre se lava mientras se empieza a desfibrar. Las fibras del trapo se acortan a un cuarto, a una mitad ó a 3/4 partes de su longitud primitiva.

A nivel industrial se realiza en el desfibrador que son especies de pilones alargados , de fundición ó de cemento armado, que presenta en su parte media un tabique incompleto .

Un cilindro giratorio, armado según sus generatrices de láminas cortantes , pone en movimiento los trapos introducidos sobre el plano inclinado del fondo de la pila, entonces las láminas cortantes actúan sobre los trapos a modo de tijeras y los deshilachan.

Una corriente de agua arrastra las impurezas para evacuarlas junto con el agua servida

Se observa el acortamiento de las fibras metiendo un listón ó barilla de madera en la pasta, levantando con el una porción de ésta y observando a simple vista la longitud de las hilachas. Para el presente trabajo de tesis el desfibrado se realizó en forma manual, utilizando tijeras para el acortamiento de las fibras, en este caso el tamaño de las fibras lo acortamos mas ó menos a 3 mm de longitud, una longitud pequeña para poderla trabajar bien en el proceso de refinado y no se entrelacen entre ellas formando nudos.

3.6. Tratamiento por Alcalis.

Esta operación se efectúa para dejar la celulosa de las fibras con un grado de pureza que sea el mas conveniente para las clases de papel que se quieran fabricar con ella y para preparar la decoloración ó

blanqueo . Con el lejiado de los trapos, se saponifican los cuerpos grasos y se transforman los albuminosos, las materias colorantes y otras como el alquitrán que están impregnadas , de manera que después del lavado queda ya la fibra suficientemente limpia desapareciendo la fécula ó el almidón que llevan los trapos.

Cuando se tratan directamente las materias vegetales , sin haber pasado por la industria textil , el proceso de lejiado es más complejo y difícil que en el caso de los trapos, eliminándose la lignina , pentosanas etc.

las lejías empleadas en estos últimos casos son las alcalinas de cal o de sosa, también soluciones de bisulfitos , monosulfitos, sulfatos, etc.

Cuando se trata de trapos de algodón muy blancos, , limpios, y no llevan apresto como en nuestro caso no ha sido necesario este tratamiento ya que los trapos de algodón en su proceso de manufactura han pasado por este proceso.

En el caso de trapos de algodón de colores de diverso tipo ó trapos viejos , no necesita un tratamiento severo en el caso de que se quiera fabricar papeles no tan finos, si no para papeles de estraza, embalaje ó similares; cuando se emplea la cal es muy corriente poner de 4 a 15 Kg. de cal por 100 Kg. de trapos.(16)

Varían las proporciones de acuerdo a las materias primas y según la clase de papel a que se destine.

3.7. Lavado o Deslejiado.

El proceso de lavado ó deslejiado tiene una importancia considerable.

Es preciso eliminar las lejías residuales y las sustancias que se han formado con la saponificación ó disueltas por las lejías.

Lavado es equivalente a deslejiado, pues al lavarse se elimina siempre la lejía que no se haya separado de la pasta por escurrido .Además es preciso disgregar o desfibrar y depurar la materia hasta que llegue a un estado convenientemente.

Puede procederse a un estado preliminar de la materia lejiada en la misma lejiadora , empleando agua caliente o en cajas ó tinas situadas debajo de este aparato , lo cual resulta siempre muy eficaz.

Para un buen lavado a fondo del trapo es preferible emplear pilas lavadoras y si estas no existen se pueden efectuar en pilas desfibradoras.

Por lo general la materia cocida , a la salida de la lejiadora , se envía simplemente a las cajas de lavado con agua caliente , en las que se somete a 2 ó 3 lavados y escurridos sucesivos ó se lava sencillamente en las pilas.

Las primeras lavadas producen lejías negras que se envían a la recuperación. Para el deslejiado se ha recurrido también a otros procedimientos , como el de las prensas de rosca, con las cuales entre otras ventajas se consigue recuperar una buena parte de las fibras que de otra manera

se pierden en mayor ó menor parte.

Después del segundo prensado la pasta ya se considera suficientemente deslejiada pero en ciertos casos se mezcla con agua clara calentada a 80°C y se envía por medio de una bomba a la sección de depuración y clasificación.

Pilas Lavadoras. -

Para el lavado del trapo cuando no se trata de grandes producciones, el deslejiado y lavado se efectúa en pilas lavadoras, las cuales llevan una rueda de paletas en su parte central para hacer circular la pasta, ó bien están provistas de un propulsor de hélice. El lavado en estas pilas ahorra mucho trabajo y tiempo, para lo cual requiere una cantidad de agua muy importante, que puede llegar a 4 min por 100 Kg. de trapos lavados. El consumo de fuerza para una pila lavadora de unos 14,000 litros de capacidad, conteniendo 500 kg. de pasta es de 5 a 6 HP y el tiempo de lavado en esta pila es de 2 a 4 horas, por lo general, la densidad de la pasta es de 3.5% (3)

3.8. Blanqueo.

El blanqueo de la pulpa se puede realizar con diversos oxidantes: cloro, hipocloritos, peróxidos, permanganatos etc., siendo los dos primeros los más usados, dada su eficiencia y bajo costo.

El blanqueo con cloro afecta notablemente a la celulosa, disminuyendo la viscosidad el cual se debe a la formación

de oxixelulosa, que tiene poder reductor sobre el licor de Fehling. Estas acciones varían con la concentración de la pulpa, la duración del proceso y la temperatura. El aumento de cualquiera de estos factores determina un aumento del efecto blanqueante. El grado de pureza de la celulosa requiere un cuidadoso control de las condiciones de blanqueo, pero debido a la necesidad de calidades especiales de pulpa para cada derivado de celulosa, es imposible dar normas rígidas sobre estas condiciones.

Es aconsejable llevar a cabo el blanqueo en una sola etapa, cuando la capacidad de la planta es pequeña. Cuando se trata de grandes cantidades, se emplean tinas con buena agitación y construidas de acero inoxidable de forma semejante a las holandezas usadas para batir la pulpa en la industria de papel, es decir un depósito de forma anular elíptica que obliga a girar a la pulpa circularmente en este anillo.

La operación de blanqueo se llevará a cabo en la siguiente forma: cargar la pulpa a la tina, manteniendo desde ese momento a la rueda de agitación en movimiento, se deja caer desde el tanque de almacenamiento la cantidad exacta de solución de blanqueo que sea necesaria; esto dará una concentración de 1 gr. de cloro activado por litro, se agita durante dos horas y se refuerza el baño con 0.25 gr. de cloro activado por litro y se sigue agitando durante tres horas más quedando así completo el proceso de blanqueo.

3.9. Tratamiento con Acidos.

El acidulado aumenta el blanqueo y da un mejor color a las fibras, que no seria posible obtener con la misma cantidad de blanqueante sin adición de ácido.

Los ácidos que se utilizan van del sulfúrico al acético, siendo este último el más adecuado. Solo se necesita una pequeña cantidad pues el ácido se regenera constantemente durante el proceso del blanqueo y se debe agregar muy diluido para prevenir un sobreblanqueo y la formación de productos clorados de color amarillo.

IV. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA A PARTIR DE RESTOS DE TRAPO

Luego del tratamiento preliminar de los restos de trapo de algodón, tal como: desempolvado, rasgado, escogido, desfibrado, tratamiento por el álcalis, lavado, blanqueado, y tratamiento de ácidos; remojamos la materia prima en agua por 24 horas y luego lo secamos en la centrífuga por 3 minutos. Tomamos muestras de 2 grs. y obtenemos el contenido de humedad de pulpa ($CH = 6.025\%$) y que es el inicio de los cálculos para hallar los parámetros de digestión tal como la cantidad de Na OH y el agua que formaran el licor blanco. Colocamos la materia prima en el digestor autoclave rotatorio donde es tratada en Na OH por el tiempo determinado hasta que el factor H sea igual 500 esto con el fin de separar las impurezas adheridas físico - químicas dejando la materia celulosa de la viscosidad deseada.

Del digestor la materia prima es depositada en un pozo drenador y luego se transfiere a los batidores y luego lavada, si es necesario blanquearlo con cloro ó hipoclorito de sodio.

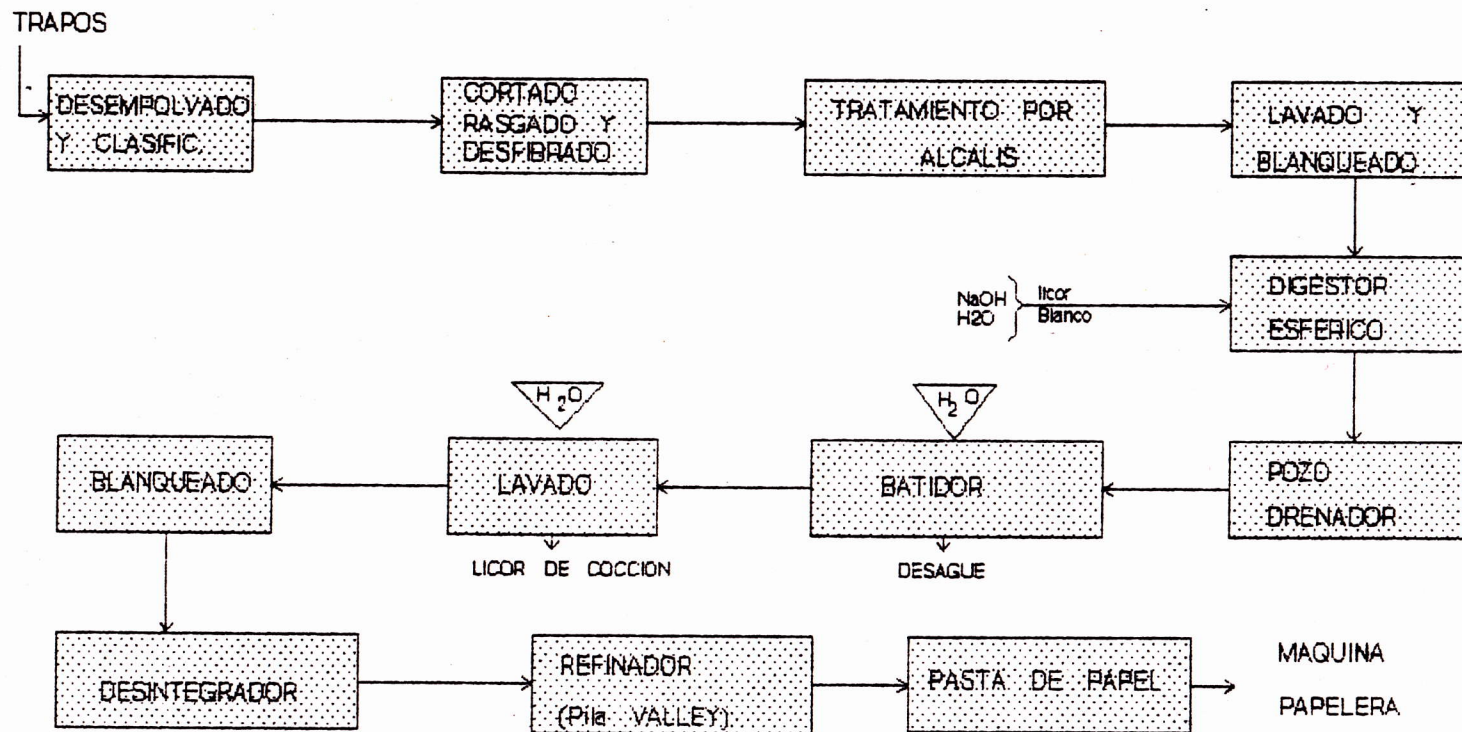
El batido debe ser por un tiempo prolongado de acuerdo al volumen de la pulpa en batidoras de 1,500 libras de capacidad y que permita un buen lavado de materia oscura y del licor de cocción en el caso del presente trabajo el lavado se realizó manualmente utilizando unas canastillas de malla de alambre muy fino el cual deja pasar el agua del

lavado.

Luego la materia prima que es la pulpa química obtenida pasa por el proceso de desintegración y luego el proceso de refinación que se realizó en la pila Valley y que es una operación que le da un toque de acabado al batido y obtenemos la pulpa a una consistencia determinada. a nivel de laboratorio se obtienen hojas de ensayo con esta pulpa en el formador de hojas y luego de secarlas en el secador por 10 minutos procedemos a evaluarla.

En la planta, si se desea producir en cantidad se le adiciona fibra sintética según el grado deseado y las variedades de pasta que corresponde a la calidad de papel deseada, preparadas con colas agentes de retención, cargas y colorantes llega a la máquina de papel para su fabricación.

DIAGRAMA N.º 3 : **DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCION DE PULPA A PARTIR DE TRAPO DE ALGODON**



FUENTE : Adaptado de Tappi (19)

4.2. Proceso de Digestión de la Materia Prima

El objeto de esta fase del tratamiento es solubilizar el máximo de materia prima no celulósica dejando el producto de la Viscosidad deseada.

Químicamente, el efecto de la cocción es saponificar las grasas y ceras, destruir las peptonas y la parcial o completa solubización de la materia extraña y otras impurezas. En la digestión los factores que afectan la purificación de la celulosa y la reducción de la viscosidad son: La concentración del álcali, la temperatura de la digestión y el tiempo de operación. Estos factores lo hacen variar el químico de acuerdo con la materia prima y el producto deseado, pero generalmente en una instalación determinada varían dentro de estrechos límites.

En nuestro trabajo luego que los restos de trapos de algodón pasaran por el tratamiento preliminar y lo cortamos mecánicamente a un tamaño adecuado (3mm) utilizando tijeras domésticas para acondicionar la materia prima, realizamos los cálculos de Na OH y H₂O que formarán el licor blanco.

Acondicionamos el digester de rotatorio, colocando la materia prima junto con el licor blanco en los obuses de reacción, se manipula el termostato a una T° de 160 °C y la velocidad de calentamiento respectivamente.

Al iniciar la marcha del digester controlamos el tiempo de cocción a T° constante y presión evitando una sobre presión y si fuera así se inicia la purga del equipo.

CUADRO Nº 3

Valores de la Constante de Velocidad Relativa
(Para calcular el Factor H)

<u>T (°C)</u>	<u>Vr</u>	<u>T(°C)</u>	<u>Vr</u>
100	-- 1.0	131	-- 27.5
101	-- 1.1	132	-- 30.1
102	-- 1.3	133	-- 33.5
103	-- 1.4	134	-- 36.9
104	-- 1.6	135	-- 40.7
105	-- 1.8	136	-- 44.8
106	-- 2.0	137	-- 49.3
107	-- 2.2	138	-- 54.3
108	-- 2.5	139	-- 59.7
109	-- 2.8	140	-- 65.6
110	-- 3.1	141	-- 72.1
111	-- 3.5	142	-- 79.2
112	-- 3.8	143	-- 86.2
113	-- 4.3	144	-- 95.4
114	-- 4.8	145	-- 104.6
115	-- 5.3	146	-- 114.7
116	-- 5.9	147	-- 125.7
117	-- 6.6	148	-- 137.7
118	-- 7.3	149	-- 150.8
119	-- 8.1	150	-- 165.0
120	-- 9.0	151	-- 180.6
121	-- 10.0	152	-- 197.4
122	-- 11.1	153	-- 215.8
123	-- 12.3	154	-- 235.8
124	-- 13.6	155	-- 257.5
125	-- 15.1	156	-- 281.2
126	-- 16.7	157	-- 306.8
127	-- 18.5	158	-- 334.7
128	-- 20.4	159	-- 365.0
129	-- 22.6	160	-- 397.8
130	-- 24.9		

T° C : Temperatura (Grados Centigrados)

Vr : Velocidad Relativa

FUENTE : Proceso de Digestión - Laboratorio U.N.A.

LA MOLINA

CONTROL DEL DIGESTOR CON OBUSES

MINUTOS	T C	P	Vr	X	T	H	FACTOR H
10	-----	-----					
20	-----	-----					
30	-----	1	0				
40	110	3	3,1	1,55	0,17	0,2635	
50	129	6,5	22,6	12,85	0,17	2,1845	
60	166	13,5	661,5	342,05	0,17	58,1485	
70	160	6	397,8	529,65	0,17	90,0405	150,637
80	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	
90	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	265,889
100	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	
110	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	436,767
120	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	
130	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	
140	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	624,019
150	160	6	397,8	397,8	0,17	67,626	691,645

PRUEBA PRELIMINAR : DIGESTION CON OBUSES . .

T (C) : TEMPERATURA.

P : PRESION.

Vr : VELOCIDAD RELATIVA.

X : DESVIACION STANDART.

T : INTERVALO DE TIEMPO.

H : VARIABLE H.

CUADRO N° 5 : CONTROL DEL DIGESTOR CON CANASTILLA

MINUTOS	T C	P	Vr	X	T	H	FACTOR H
10	-----	-----	0				
20	100	2	1	1	0,17	0,17	
30	150	6	165	83	0,17	14,11	
40	175	10	1382,8	773,9	0,17	131,56	145,84
50	161	6	433,4	908,1	0,17	154,38	300,2
60	158	5	334,7	384,05	0,17	65,28	365,28
70	160	6	397,8	366,25	0,17	62,26	427,54
80	160	6	397,8	397,8	0,17	64,94	489,8
90	160	6	397,8	397,8	0,17	67,62	554,06

PRUEBA DEFINITIVA : DIGESTION CON CANASTILLA.

T (C) : TEMPERATURA.
P : PRESION.
Vr : Velocidad Relativa.

4.2.1. Condiciones de Pulpaje: Pulpa Química a la soda:

Pruebas preliminares : Digestión en OBUSES

Materia Seca : Ms = 50 Grs

Hidromódulo : L/ S = 5/1

(Mseca / Liq. total)

Temperatura Máxima : 160 °C

Factor H : 700

Tiempo de digestión : 2 horas 1/2

CUADRO Nº 6

VARIACION DEL PORCENTAJE DE CONCENTRACION DE SODA
RESPECTO A LOS VALORES DE RESISTENCIA DE LA PULPA

<u>Nº de Prueba</u>	<u>Concent NAOH</u> (%)	<u>Rend</u> (%)	<u>R. a la trace</u>
1	3	63.5	2.6
2	5	64.87	2.6
3	8	65.25	3.4
4	10	65.60	3.8
5	15	65.60	3.6

De acuerdo a los resultados se tubo que elejir la soda con 10 % de concentración ya que daba unos valores de resistencia altos.

La soda con 15% de concentración dierón valores menores a los valores de resistencia de la soda de 10%, lo cual indica que a mayor % de soda se ataca químicamente a la celulosa.

En las sodas de 3,5% y 8% de soda podemos apreciar que la pulpa no llegó a una cocción completa, se notaba fibras de algodón sin cocción.

Pruebas definitivas: Digestión en canastilla

Concentración Na OH (%) = 10 %
Temperatura Máxima = 160 oC
Muestra Seca Ms = 500 grs.
Factor H = 554.06
Tiempo = 90 min.
Hidromódulo L/s = 5/1
(Líquido de soda/materia seca)

CUADRO Nº 7

**RESISTENCIAS FISICAS DE LA PULPA OBTENIDA RESPECTO
AL TIEMPO DE BATIDO**

<u>T. Batido</u>	<u>°SR</u>	<u>Resistencia a</u>	<u>Resist. al</u>	<u>Doble</u>
		<u>la tracción</u>	<u>rasgado</u>	<u>Plegado</u>
20'	38	1.8	2.00	7
25'	43	2.6	3.25	13
28'	50	2.4	2.25	10
30'	56	2.4	2.40	6
31'	57	2.5	2.40	15

T. Batido : Tiempo de Batido

°S R : Grados Schopper

FIGURA Nº 1
DIGESTOR ROTATORIO DE LABORATORIO

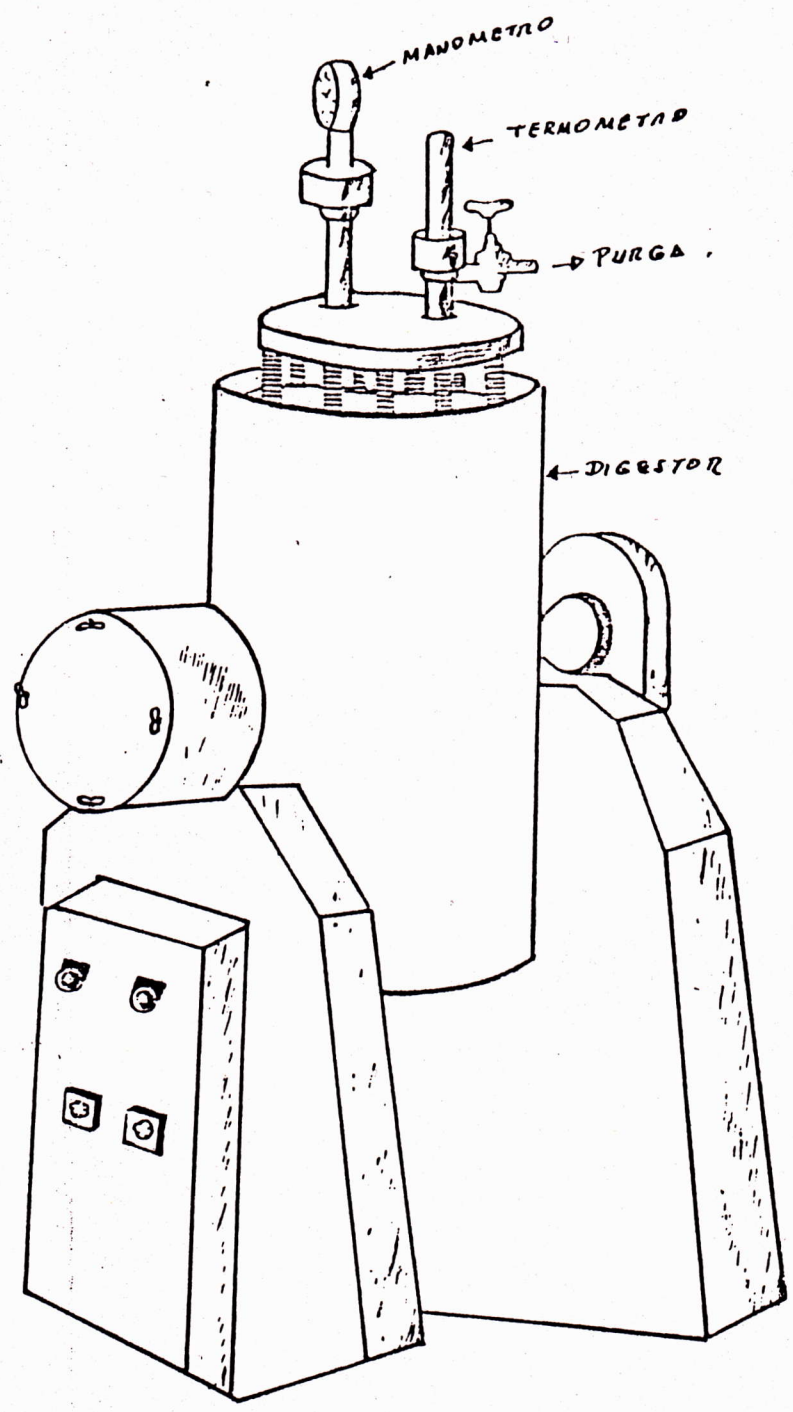
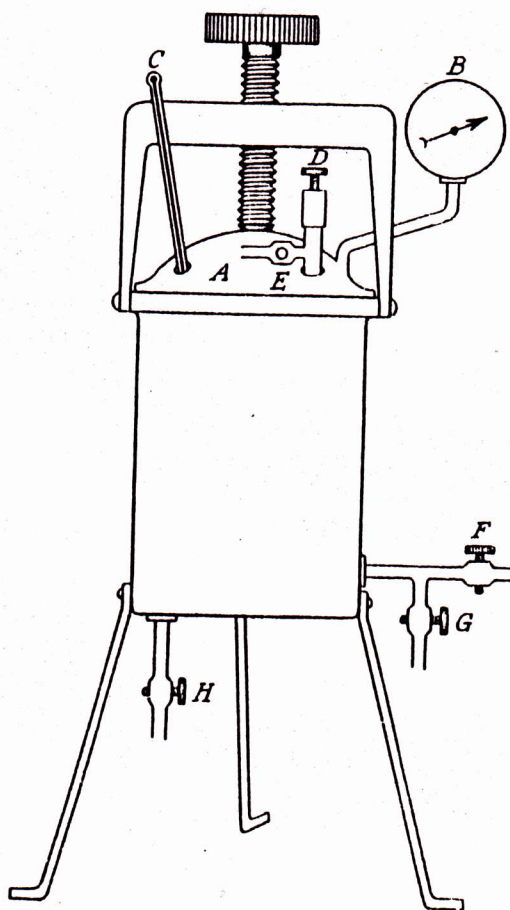


Figura N° 2

DIGESTOR EXPERIMENTAL



- C : Termómetro.
- B : Manómetro.
- D : Válvula ajustable de Seguridad.
- H : Llave de Purga.
- F : Tubo de Vapor.

4.2.2. Digestor Eléctrico. -

Para el proceso de digestión se utilizó el digestor eléctrico rotativo; este se compone de un cilindro de palastro, remachado ó soldado convenientemente enteramente reforzado para soportar las presiones a que ha de ser sometido. En la parte interior tiene un gram serpentín de calefacción por vapor y también las tuberías nesarias para calentamiento por vapor directo.

En la parte superior tiene una abertura de entrada de los restos de trapo ó materia prima y el licor de cocción también una válvula de seguridad, Termómetros y Manómetros.

La forma de digestor es la de un cilindro, con una altura igual a 3 veces el diámetro, rematado en ambos lados por casquetes esféricos, que dejan suficiente espacio para las tuberías de salida de vapor, estando el todo sustentando por una base de concreto.

La cantidad de licor agregado sumada a la cantidad de vapor directo que se ha de condensar constituye la cantidad precisa de líquido que se necesita para el tratamiento.

Cuando ha terminado la carga, se sigue la calefacción y la inyección de vapor directo hasta llegar a la ebullición, permaneciendo así durante unos minutos con el digestor abierto de modo que sea expulsado el aire que de otro modo produce efectos dañinos en la fibra y disminuye la formación de la película, la conductividad del calor.

La cocción dura un tiempo variable ,determinado por la Calidad de restos de algodón y la aplicación posterior que se le va a dar y fluctua entre 1 a 6 horas.En este caso se ha utilizado para la cocción una solución de NaOH al 10 %. Algunas veces se le agregaq un detergente como la sal de sodio de un éster sulfúrico de un alcohol alifático saturado con el objeto de disminuir la tensión superficial del baño , con lo cual la grasa contenida por la fibra pierde su adherencia a ésta y pasa en forma de emulsión a formar parte del baño, a la vez que es saponificada por el álcali presente.

4.2.3. Proceso Químico a la Soda.-

El Proceso químico a la soda es el proceso elegido para la obtención de pulpa ya que este proceso no es tan drástico como en el caso de la madera, puesto que el trapo está constituido por 85 a 95% de celulosa, pero ciertos materiales deben eliminarse, tales como las ceras naturales de las fibras, rellenos, aceites y almidones agregados en la fábricas textiles y grasa e impurezas acumuladas durante el manejo.

Para nuestro trabajo se realizaron varias pruebas de soda a distintas concentraciones: 3%, 5%, 8%, 10% y 15%, eligiendose la soda al 10% por que se obtuvieron mejores resultados en cuanto a las propiedades físicas del papel. La Soda en la digestión es el componente químico que actúa de agente deslignificante y que la hace alcalina.

Esta cocción sirve para reducir el grado de polimerización de la celulosa, para saponificar, solubilizar y separar las ceras y peptinas de las fibras de celulosa.

4.2.4. Evaluación de los Parámetros de Digestión.-

Para esta parte del proceso tenemos en cuenta que se han realizado ensayos preliminares con 50 grs. de materia prima en la cual hemos realizado ensayos por eliminación de parámetros tales como: Hidromódulo, tiempo, temperatura, % de soda, velocidad de calentamiento en reactor Rotatorio de la U.N.A.L.M. y realizamos varias corridas experimentales en Obuses 1 litro, con el fin de encontrar las mejores respuestas en valores de resistencia. Luego de obtener los datos preliminares se obtiene el cocimiento de la pulpa en canastilla del reactor de 15 l. de la U.N.A.L.M. Esta prueba definitiva se realiza para obtener la pulpa de restos de trapo de algodón y sirve para comparar la fibra de algodón con las fibras industriales del mercado.

4.2.4.1 Tiempo de Digestión.-

El Tiempo de Digestión está relacionado con otras variables de la digestión, como son la temperatura, cantidad y concentración de soda efectiva y sulfidas del licor. Un aumento en cualquiera de las variables disminuirá, dentro de ciertos límites el tiempo requerido para cocer una materia prima a un rendimiento y calidad

especificada. De acuerdo a nuestros parámetros de digestión necesitamos para nuestro trabajo un tiempo de 1 hora 30min. para llegar al cocimiento requerido.

4.2.4.2 Temperatura. -

La Temperatura de cocción utilizada en este trabajo varió de 100 C a llegar a una temperatura máxima de T de 160 C en la que se mantuvo constante.

Una ligera variación de este rango de temperatura afectará también el tiempo de cocción.

4.2.4.3 Factor H. -

Es un procedimiento para expresar el tiempo de cocción y la temperatura como una sola variable.

Este factor es el área comprendida bajo la curva de velocidad relativa de rotación Vs tiempo.

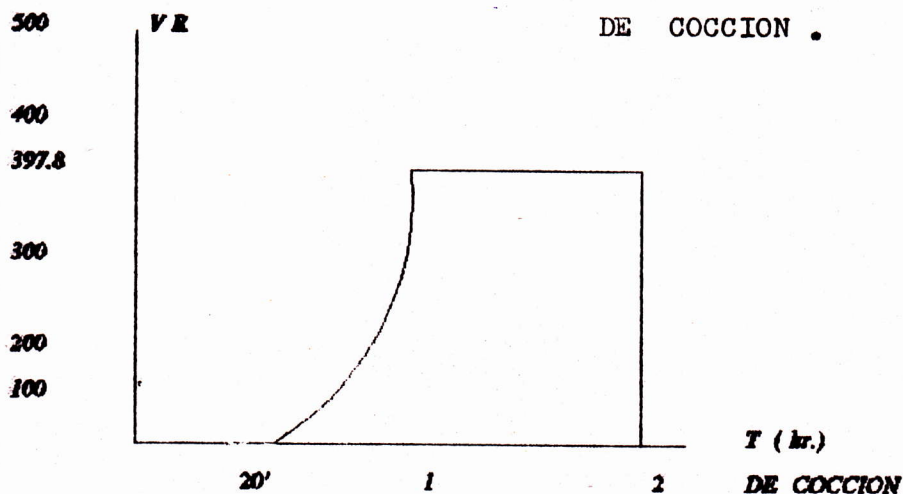
Cualquier combinación de tiempo de cocción y temperatura que de el mismo factor H origina pulpas similares.

El factor H es de utilidad cuando deseamos cambiar el tiempo de cocción en un digestor sin cambiar la pulpa resultante; después de calcular el factor H para la temperatura y tiempos originales se calcula la nueva temperatura para el tiempo deseado que el mismo factor H. Para calcular el factor H en un ciclo dado de cocción se grafica la velocidad relativa de reacción contra su relación con el tiempo de ese ciclo particular.

Para nuestro trabajo el factor H llegó a 554.06

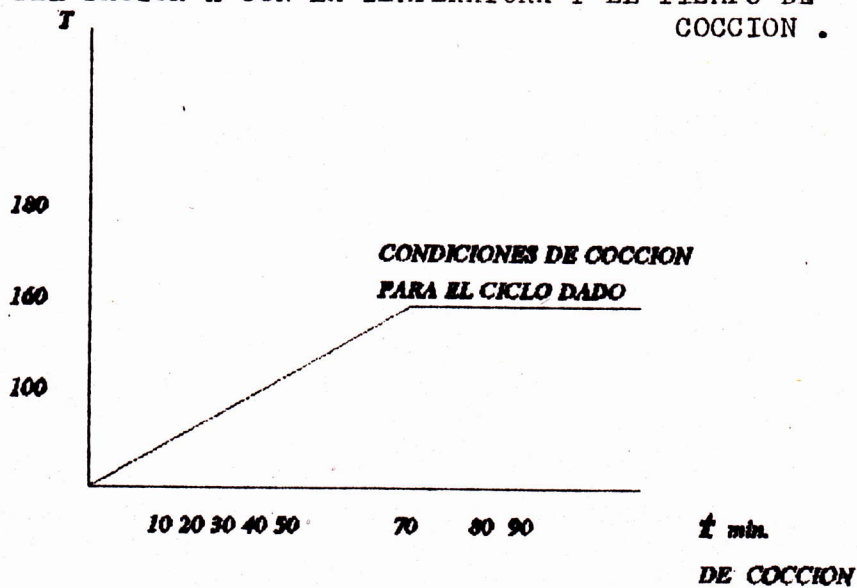
GRAFICA N°3 : **GRAFICAS DEL FACTOR H (13)**

1.-VARIACION DEL FACTOR H CON LA VELOCIDAD RELATIVA Y EL TIEMPO



VR : VELOCIDAD RELATIVA DE ROTACION
T : TIEMPO DE COCCION .

2.-VARIACION DEL FACTOR H CON LA TEMPERATURA Y EL TIEMPO DE COCCION .



T : TEMPERATURA
t ; TIEMPO DE COCCION .

4.2.5. Balance de materia en el Digestor.-

En el Proceso Químico a la Soda, los parámetros seleccionados son los siguientes:

Mat. Prima = 532.34grs. (0.532 Kg.)

L/s = 5/1

T (oC) = 160 Oc

T (min) = 90 min

[NAOH] = 10%

L/S = 5/1 (Ec. Principal)

L = 5(0.532) = 2.661.7 Kgs.

NAOH : % NAOH x M algodón x 1/D NAOH

NAOH : 10/100 x 0.532 x 1/0.78 = 68.2 ml. NAOH

Donde:

T° C : Temperatura en Grados Centígrados

T : Tiempo en minutos

L : Líquido

L/s : (Líquido/Materia sólida)

En el Digestor

MNAOH = VNAOH x DNAOH

NAOH : 68.2 x 1.510 = 102.98grs.

H2O (muestra) = Mhumeda = 755.6 grs.

H2O ml. (Agregar para completar a 2500 = 1641.42ml.)

Por la relación 5/1 = 2,500

Donde:

M NAOH : Masa de la soda

V NAOH : Volumen de la soda

D NAOH : Densidad de la soda

4.2.6. Balance de Energía-Cálculo del Vapor para calentar el Digestor. -

Cálculo del calor específico del licor blanco

$$C_p \text{ licor Blanco} = C_{pH_2O} \cdot X_{H_2O} + C_{pNaOH} \cdot X_{NaOH}$$

$$C_p \text{ licor Blanco} = 4.2(0.98) + 1.91 (4.8 \times 10^{-3})$$

$$C_p \text{ licor Blanco} = 4.13 \text{ KJ/K K}$$

Simulamos que empleamos vapor en la digestión , porque si empleamos la energía calorífica que proviene de la energía eléctrica nos dan valores muy altos de consumo energético, debido a la gran pérdida de energía.

CUADRO Nº 8

CALCULO DEL VAPOR PARA CALENTAR EL DIGESTOR

	Peso	CP	T1	T2	T	Energía Kj.
M.de Alg	0.532	1.55	25	160	135	96
Licor B.	0.102	4.13	25	160	135	2076
Pérdida de Energía(5%)						<u>109</u>
Calor Total requerido						2285

Donde:

T1 : Temperatura inicial del proceso

T2 : Temperatura final del proceso

T : T2 - T1

4.2.7. Licor de Digestión. -

La Velocidad de cocción depende también de la alcalinidad del licor.

Los efectos indeseables de una alta alcalinidad (ataque químico a la celulosa) pueden compensarse usando sulfuro adicional, hasta un límite máximo después del cual ya no se obtiene aumento en la velocidad de cocción o en la alcalinidad de la pulpa.

Para la obtención de la pulpa de trapos de algodón utilizamos como licor de digestión una solución alcalina de NAOH al 10% dando un PH = 10 que es un valor normal para la cocción.

4.3. Proceso de Desintegración

Luego del proceso de digestión diluimos la muestra a 2 L (1.2 % de consistencia) con agua a 20 °C y desintegramos en el desintegrador estándar a 3000 rpm por 5000 revoluciones (2000 en el contador 25:1). Nuestra pulpa de trapos se mostró resistente a la desintegración y notamos que se enredaba en el asta de desintegración por lo que tuvimos que desintegrar por partes.

4.4. Proceso de Refinación. -

Luego del proceso de desintegración la pulpa celulosa de trapos de algodón ya está preparada como material intermedio luego viene el proceso de refinación que es el más importante ya que este tratamiento es el que decide

muchas características del papel final.

Para papeles de alta calidad como papeles de trapo necesitamos refinarlo en la pila valley ya que es una operación que le da un toque de acabado al batido.

En nuestro caso hemos experimentado resistencia al refinamiento ya que las fibras se unían entre ellas y al principio había que tener cuidado para que no se enrede las fibras entre las cuchillas y puedan romperse

4.4.1. La Pila Holandesa.-

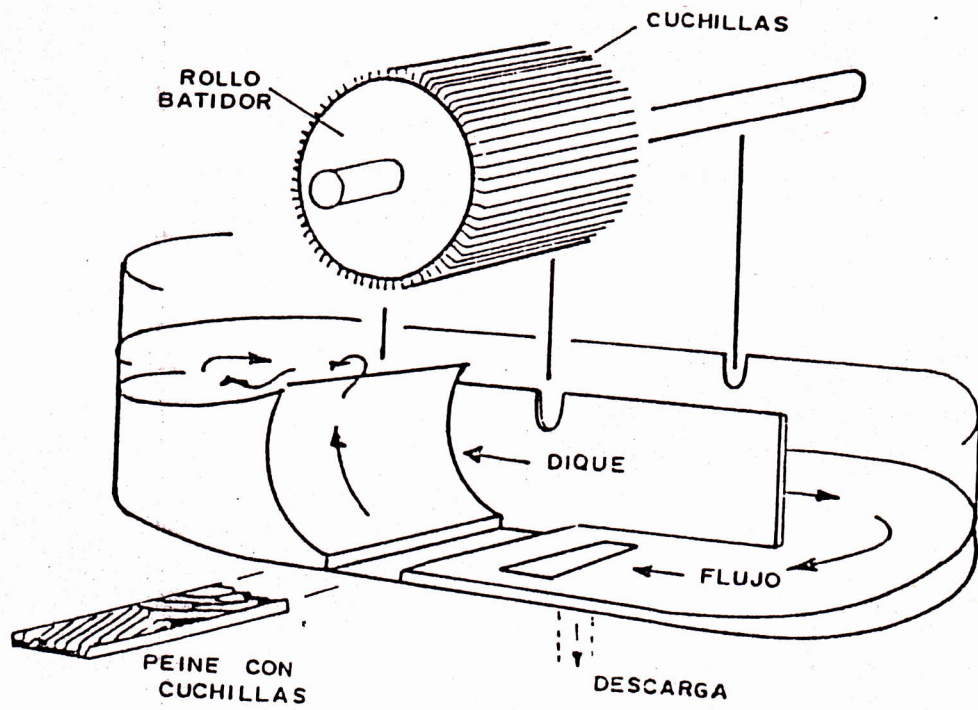
Es un tanque de forma ovalada hecho de hierro o de concreto, en cuyo centro existe una subdivisión ó pared vertical de una altura aproximadamente igual y paralela a la parte recta de los muros de la pila que se conoce como "muro central".

La pulpa circula por medio de un rodillo giratorio colocado entre el muro central y la pared exterior y se ayuda por la naturaleza del pino de la pila. De esta manera, la rotación del rodillo fuerza la pulpa pendiente arriba y la inercia que adquiere en su caída le sirve para rodear el muro central otra vez hacia el rodillo.

Insertadas en el rodillo, en ángulo recto a su superficie están varias cuchillas de bronce, las cuales están agrupadas de tres en tres, a espacios iguales alrededor del rodillo. Sobre el piso de la pila se encuentra dos juegos más de hojas estacionarias cada uno de los cuales consiste de 12 cuchillas que forman un ángulo obtuso de 170 con las

FIGURA Nº 4

BATIDORA VALLEY



cuchillas rectas simulando así un efecto de tijeras las cuales cortan las fibras durante el paso de la pulpa.

4.4.2. Grados Schopper y Tiempo de Refinación. -

El grado Schopper Riegler (oSR) indica la facilidad con que la pulpa retiene el agua, este oSR se mide indirectamente leyendo el drenado en el accesorio de 1 litro, la diferencia entre el drenado y el volumen de 1 litro indica los oSR de la pulpa.

En el caso de la fibra de Trapos de algodón cuando la pulpa se somete al corte mecánico en la pila valley hacemos una modificación en el peso en este caso sería de 4.5 Kg.

El tiempo de refinación es la variable que indica la facilidad con que una pulpa se corta, un mayor tiempo nos indica que la pulpa es dura y nos da un mayor consumo de energía difícil de cortar; mientras que un menor tiempo indica la facilidad con que se llega a otro parámetro llamado oSR (SCHOPPER RIEGLER) y menor consumo de energía.

Condiciones y Parámetros del proceso de Refinación

Peso de Pulpa de Trapos W1	= 532.34 grs. de f.seca
Agua para el refinado H2O	= 17 litros.
Tiempo de Desintegración	= 1 hora
Tiempo de Homogenizado	= 2 horas
Factor de consistencia fc	= 1.05
Peso de Muestra para hallar oSR	= 190 grs.

* El factor de consistencia nos sirve para hallar el peso

de muestra que debemos tomar para hallar los diferentes grado Schopper a diferente intervalo de tiempo.

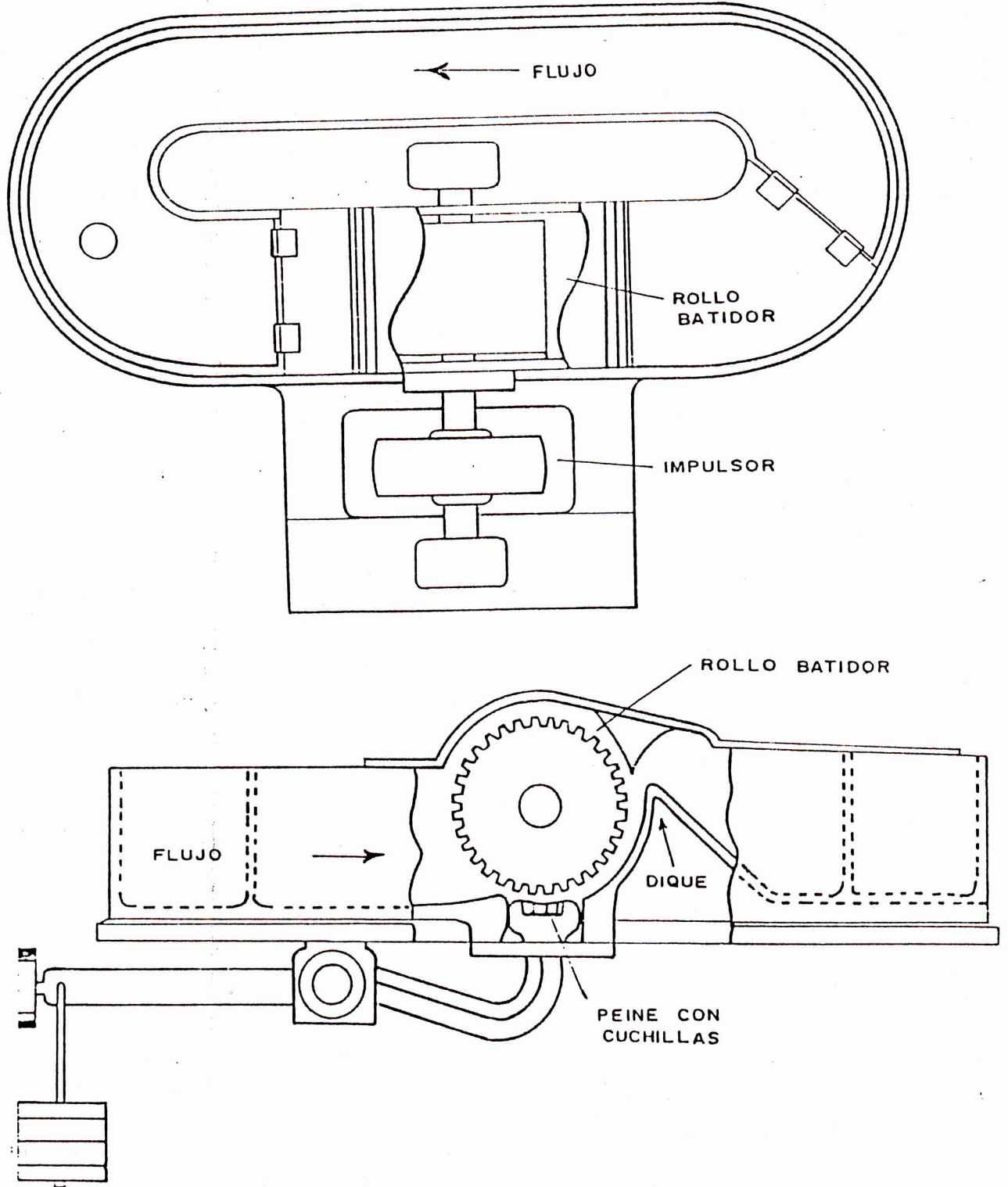
CUADRO Nº 9
VARIACION DE LOS GRADOS SCHOPPER CON EL TIEMPO
DEL REFINADO

Tiempo de Refinado (min.)	GRADOS SCHOPPER °SR
5'	13.8
10'	14
15'	19
20'	38
25'	43
28'	50
30'	56
31'	57
40'	79

Nota: El °SR de 13.8, 14 y 19 falta Refinar para una buena formación de hoja y el de 79 OSR está muy refinado, da una mala formación de hojas, se arrugan.

FIGURA N° 5

PILA HOLANDEZA DE LABORATORIO



**V. HOJAS DE ENSAYO A PARTIR DE LA PULPA Y SU EVALUACIÓN
(A NIVEL DE LABORATORIO)**

Luego de obtener la pulpa de Trapo, procedemos a formar hojas de ensayo de un gramaje determinado, en este caso hojas de 60 gr/m². en la máquina formadora de hojas y luego evaluamos para definir la calidad del papel comparamos con las pulpas obtenidas en las que se ha formulado un procedimiento standart de evaluación según la norma de ITINTEC y a partir de estas hojas de ensayo podemos reproducir hojas para su evaluación total y dando así inicio de la producción en planta.

A nivel de laboratorio para producir hojas de 60 grs/m² es necesario tener el valor de el factor de consistencia $fc=1.05$ y teniendo en cuenta que una hoja de 60 grs/m² pesa 1.2 grs. que es el valor de una hoja standart de formación, entonces necesitaremos 114.2 grs. de pasta de papel para hacer las hojas de 60 grs/m²

5.1. La Máquina Formadora.-

Consiste de un cilindro metálico abierto en ambos extremos que se puede ajustar verticalmente sobre una platina circular con una tela metálica tal que no haya fuga de agua en toda su circunferencia que es una armadura circular y soportada por una tela metálica malla 20 que es donde realmente se forma la hoja de una máxima uniformidad. Debajo de esta existe un tubo de drenado que termina en un sumidero, este tubo tiene una llave de vaciado y una

entrada de agua que llena el cilindro metálico en el cual con agitación se homogeniza la pasta y el agua; una vez vaciado el agua obtenemos la hoja formada que retiramos con un papel filtro que prensamos con un rodillo sólido y disco de latón de acero inoxidable de alto grado de pulido cuyo diámetro es igual al de la tela metálica.

Luego el Papel se prensa colocando las hojas de pulpa entre las placas de latón para extraerles el agua a una presión de 345 Dpa (50Psi) por 5 minutos y finalmente se secan en un secador a 110 oC por 10 minutos.

Accesorios de la Máquina Formadora

- Un agitador, para homogenizar la mezcla
- Un Rodillo prensa de latón sólido
- Placa Standart Soporta Rodillo.
- Discos de latón y acero inoxidable de alto grado de pulido
- Anillos de secado con cobertura de jebe para agarrar las hojas al disco cromado durante el secado.
- Prensa standart con válvula de presión
- Papel secante de 200mm² con peso 250 +-10grs/m² de grosor 0.495 y con un grado de absorvencia de 25 seg. por 10 ml. de agua.

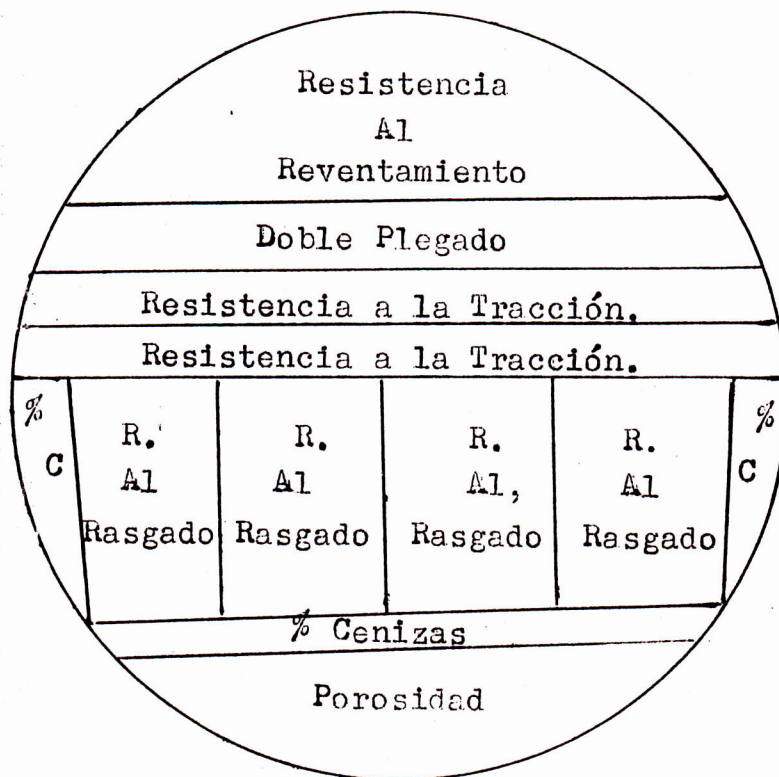
5.2. Evaluación de la Pulpa Obtenida.-

Luego de escoger las 5 mejores hojas de cada consistencia procedemos a evaluar las propiedades ópticas:

Opacidad, blancura, calibre, poracididad; se siguen luego con las pruebas destructivas así como las pruebas de rasgado, resistencia a la tracción, resistencia al reventamiento, doble plegado, encolado Cobb y porcentaje de cenizas.

Estas pruebas se realizan varias veces con el fin de hallar un promedio.

FIGURA Nº6
EVALUACION DE LA PULPA OBTENIDA
FORMAS DE CORTAR LAS HOJAS DE ENSAYO PARA
LAS PRUEBAS FISICAS

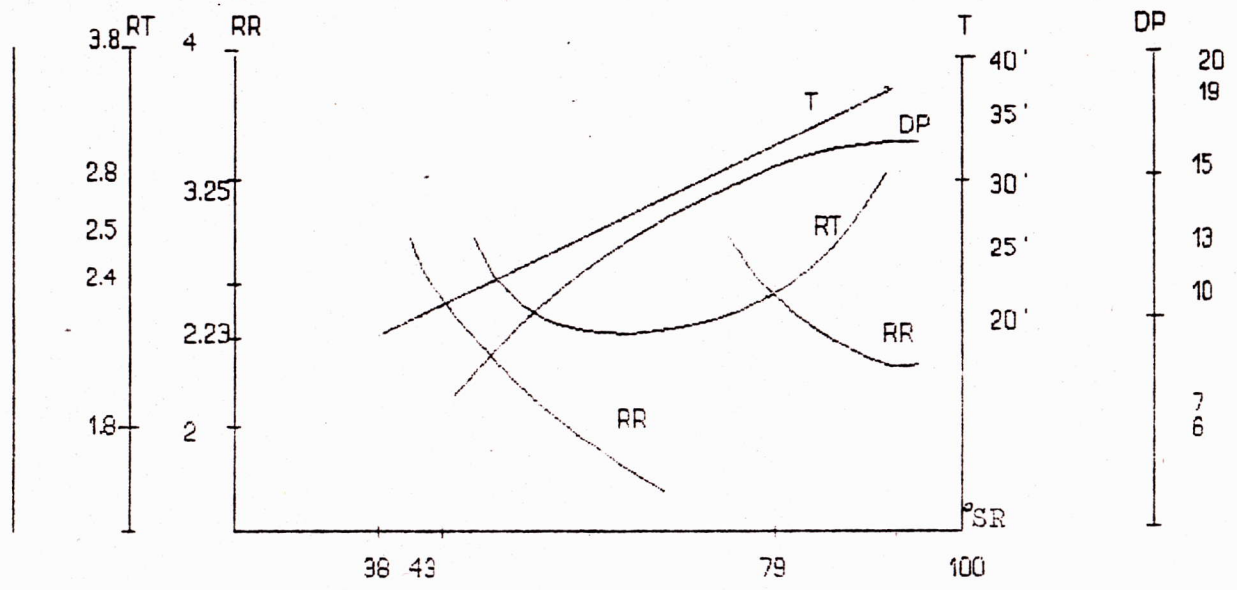


CUADRO N 10 : PROPIEDADES FISICAS DE LA PULPA A DIFERENTES GRADOS DE REFINACION .

PROPIEDADES FISICAS DE LA PULPA	GRADOS DE REFINACION					
° SR	38	43	50	56	57	79
T de Refinacion (min)	20	25	28	30	31	40
Gramaje Prom. (gr/m ²)	61	60	58.6	60	60.5	60.8
Calibre Prom(u)	140	151	143	147	150	115
Humedad (%)	6	8.7	7.4	6.9	7.2	7.8
Blancura	77	75	73.6	66.5	65.1	62.3
R. al rasgado	1	3.25	2.25	2	3.25	2.25
R. a la traccion	1.8	2.8	2.4	2.4	2.5	3.8
Doble Plegado	7	13	10	6	15	19
Porosidad	1600	750	600	190	200	20
Porosidad Gurley	-----	4"	-----	-----	90"	-----
Opacidad	89	90	90	91	87	81
Rigidez Stiffines	2	1.5	1.5	1.5	0.8	2.5
Cenizas (%)	1.2	-----	1.5	-----	1.5	1

FUENTE : TRABAJO EXPERIMENTAL.

DIAGRAMA N° 4 : **PULPA OBTENIDA DE RESTOS DE TRAPO DE ALGODON**



T : TIEMPO
 DP : DOBLE PLEGADO
 RR : RESISTENCIA AL RASGADO
 RT : RESISTENCIA A LA TENSION
 SR : GRADOS SHOPPER .

VI. PROCESO DE FABRICACION DEL PAPEL

6.1. Descripción del Proceso de Fabricación de Papel

La transformación de la pasta en una lámina de papel consiste, esencialmente en provocar un entrecruzamiento de las fibras celulósicas, de forma que por la superposición de varias capas se consiga el espesor de la lámina deseado. Esta operación se lleva a cabo en las llamadas "máquinas de papel" siendo la más corriente la de tipo FOURDRINIER. En ella, la pasta convenientemente purificada, mezclada con aditivos y diluida hasta un 05 x100 en sólidos se suministra en forma continua a una superficie hecha de rejilla metálica con 2 movimientos simultáneos ; uno de avance lento, y otro de vibración transversal para provocar el depósito homogéneo de las fibras. La pérdida normal de agua a través de la rejilla y provocada por la acción de unos aspiradores especiales hacen que la humedad de la hoja se reduzca inicialmente a un 15-20 por 100 en sólido.

Pasos sucesivos por prensas de rodillo hacen que se llegue hasta un 35 por 100 y un secado final con rodillos calentados interiormente con vapor lleva el papel hasta su humedad final del 5 por 100, tras lo cual se satina (por pasos sucesivos entre varios rodillos muy pulidos) y se enrolla, formando bobinas.

Todas estas operaciones suponen consumos importantes de agua especialmente.

Por Tonelada de papel acabado se necesitan aparte la pasta:

100-200 m³ de agua de calidad, 500 Kg. de combustible (Vapor) 250 -1400 KWH según el tipo de papel que se fabrique.

Como las fibras de celulosa no formarían por si solas una vez secas, láminas estables, es preciso añadir a las pastas ciertas sustancias, antes del laminado.

Las más corrientes son resinas o colas para dar consistencia al papel y hacerlo resistente a la humedad y a la tinta, sales de aluminio para fijar estas resinas a la celulosa (mecanismo aún no bien conocido) cargas inertes tales como carbonato cálcico, caolin etc. para dar opacidad y consistencia y colorantes de naturaleza varia, si se desea obtener una totalidad determinada en el papel.

6.2. Materias Primas.-

6.2.1. Pulpa.-

Una vez que la pasta se ha refinado a una consistencia determinada entonces estará listo para la fabricación del papel.

La consistencia es un factor importante en la fabricación del papel.

En nuestro caso hemos obtenido pulpa con buenas propiedades físicas para obtener un papel con una buena calidad.

6.2.2. Cargas (rellenos).-

Son polvos minerales que se agregan a los papeles.

por las siguientes razones:

- *Economía. Es la que determinó el uso de cargas ya que le da peso al papel y los papeles se venden por peso.*
- *Aptitud para Impresión.- Las partículas finas se alojan en los intersticios entre las fibras y de este modo ayudan a allanar las irregularidades de la superficie de la hoja que son inherentes a la forma de la fibra o se deben a las marcas producidas por la malla y el filtro. de la máquina de papel.*
- *La Opacidad se mejora grandemente con las cargas a un grado que depende de la naturaleza y cantidad de carga presente.*
- *El color se mejora por el uso de cargas que son más blancas que las pulpas*
- *La calidad de hoja plana es una ventaja que poseen los papeles que contienen bastante carga y responden a los cambios en las condiciones atmosféricas.*
- *La arena e impurezas deben estar ausentes.*
- *La carga debe ser insoluble y químicamente inerte.*

6.2.3. Agentes de Retención.-

Determinan el porcentaje de carga encontrado en el papel hecho a partir de la pulpa. La retención no es fácil de evaluar porque está controlada por muchos factores, por ejemplo la naturaleza y cantidad de carga usada, el grado de batido y los agentes encolantes.

6.2.4. Encolantes. -

Hace al papel resistente a la penetración del agua u otros líquidos o por sus vapores. Sus principales funciones son:

- Prevenir el extendimiento de la tinta de escribir sobre el papel.
- Hacer el papel más resistente a la penetración por la humedad
- Dar solidez a la hoja y endurecerla
- Aumenta la retención de fibras, cargas y ciertos materiales colorantes agregados a la pila.

La base del encolado interno es el recubrimiento íntimo de las fibras individuales con un material que sea insoluble y repelente al agua.

6.2.5. Colorantes. -

El teñido es muy importante en la fabricación el papel ya que existe demanda por un amplio rango de colores de varios tonos e intensidades.

Las materias colorantes rara vez se agregan a la pila en estado seco, si son solubles se disuelven y si son insolubles se agregan como suspensión o pasta con el objeto de evitar manchas de color en el papel final.

Los tonos de los colores usados son los primarios ya que estos son los más efectivos para hacer ajustes ligeros .

La mayoría de los colores de alto poder tintóreo se suministran al fabricante de papel diluidas con un material

sólido como el almidón ó sal; esto facilita la igualación de colores y tonos y también reduce al mínimo los desperdicios provenientes de errores de medición.

6.3. Formulación de pastas de Papel de 60 grs

- Agentes de Retención : 0.5 Kgm/ Tn. de Fibra
Se utiliza en el momento de formular el tipo de papel.
- Encolantes : 30 kgs x Tn de Fibra
- Carga : 15 % de fibra seca
- Consistencia de pulpa : 4 litros de pulpa mas aditivos en el mezclador.
- Fuente : ITINTEC

CUADRO No. 11

6.3.1 NORMAS DE ITINTEC : REQUISITOS DE PRUEBAS PARA DIFERENTES CLASES DE PAPEL

TIPO DE PAPEL	GRAMAJE gr/m2	POROSIDAD c/100cc aire/seg	LONG. DE ROTURA mt	INDICE DE REVENTAM	No DE DOBLES PL	INDICE DE RASGADO	BLANC. %
Bond 60	60	40	4000	13	13	30	81
Bond 80	80	40	4000	13	15	30	81
Sellado	90	100	4500	25	250	104	78
Manifold(copia)	30	20	3400	10	40	60	70
Toalla	50	-----	1500	10	-----	80	76
Servilleta	28	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cometa(sulfito)	30	-----	2500	13	19	38	-----
Envolver(Sulfito)	40	-----	3150	14	25	45	62
Period(Block E.)	52	25	2500	5	9	40	82
Est. Brillante(80)	80	800	4000	13	12	40	82
Est. Brillante(90)	90	1000	4000	13	14	40	82
Est. Brillante(120)	120	1050	4000	13	14	40	82
Est. Brillante(220)	220	1100	4000	13	16	40	-----
Carat. Liviana(cuad.)	120	40	2200	7	12	72	-----
Carat. Gruesa(cuad.)	180	70	2200	7	15	72	-----
Period. Sat(T. Esc.)	60	120	2500	10	11	50	70

Fuente : ITINTEC.

6.4. Formación de hojas a nivel de laboratorio:

Una vez obtenida la pulpa de celulosas a partir de los restos de trapos de algodón y de acuerdo a la formación de pastas de papel de 60 grs. en el formador de hojas procedemos a obtener las hojas de papel.

Por los cálculos obtenidos anteriormente para cada hoja de papel necesitamos 114.2 grs. de pasta de celulosa y los aditivos que son los encolantes agentes de retención, carga y colorantes.

VII. CONTROL DE CALIDAD DEL PAPEL OBTENIDO

Luego de obtener papel con restos de trapo de algodón procedemos a obtener unas muestras de las mejores hojas o sea que deben ser totalmente planas, libres de y arrugas y dobleces que a veces se originan el momento de secarlos.

Para el control de calidad procedemos primero con las pruebas en las que el papel no se destruye como son: gramajes y calibre, porosidad, suavidad, opacidad, etc. Luego con las pruebas destructiva así como el encolado Cobb, cenizas, resistencias etc.

7.1. Pruebas en el Papel- Métodos Físicos

Este tipo de pruebas en el papel se desarrollan para medir alguna propiedad especial del papel por medio de un procedimiento especificado.

En los últimos años se han tratado de establecer el orden dentro de estos métodos, así organismos autorizados tales como la sección técnica del asociación Británica de Fabricantes de papel y cartón, la Asociación Técnica de la industrial de la pulpa papel de los Estados Unidos y los correspondientes organismos de otros países han organizado investigaciones sobre la standarización de métodos y aparatos que proporcionan datos más exactos verdaderos a una propiedad de un papel entre la pruebas físicas que han

efectuado tenemos:

7.1.1. Gramaje. - [Gr/M²] es el proceso por unidad de area del papel y se determina pesando una hoja de dimeriones conocidas en nuestro caso se obtuvieron papeles de 60 grs. /m² y las muestras que se tomaron tenian una variación de 58 a 61.5.

7.1.2. Calibre. - Es el espesor de una sola hoja de papel se mide con el micrómetro de mesa y el resultado se expresa en micras (0.001 m.m.). en nuestro caso hubo una variación de 114-118 u.

7.1.3. Resistencia a la Tensión. - Mide la fuerza de tensión necesaria para romper una tira de papel se mide con el instrumento SHOPPER-LEUNING. Los resultados se expresan en libras ó Kilogramso . En nuestros papeles se obtuvieron valores entre 1.8 hasta 3.8 Kgr. fuerza.

7.1.4. Resistencia a la Explosión. - Se mide por la presión desarrollada en la parte inferior de un diafragma circular de hule cuando ésta se fuerza contra el papel hasta hacerlo reventar. El instrumento que se utiliza es el mullen hidráulico TESTER PERKINS y nuestros resultados fueron de 0.750 Kg/cm² a 2 Kg/cm².

7.1.5. Resistencia al Rasgado. - Esta prueba depende

primordialmente de la longitud de la fibra y generalmente varía en sentido inverso de las resistencias a la explosión y a la Tensión.

Para su medición se utiliza el aparato Elmendorf y los resultados se expresan en grs.

En nuestro papel la resistencia al rasgado es 4.5 grs.

7.1.6. Doble Plegado.- Es una medida de los efectos combinados de formación longitud de fibras consiste en el dobléz continuo de una tina de papel hasta que se rompe. Se mide en el aparato FOLDING ENDURANCE TESTER del instituto Tecnológico de Massachusetts M.I.T. y se obtuvo valores promedio de 7.0 Kg.

7.1.7. Encolado Cobb.- Mide la resistencia de la superficie al agua. Se utiliza el aparato Cobb que mide la absorción de un líquido en la superficie de una hoja. En nuestro papel dió un encolado de 51 gr/m² absorbidos en 1 min.

7.1.8. Porosidad.- Mide la velocidad de paso de aire a través del papel, bajo la influencia de una diferencia de presión, esta prueba indica las características estructurales del papel.

Se utiliza el densómetro GURLEY y se obtuvieron valores promedio de 56 seg.

7.1.9. Suavidad.- Se mide en el aparato GURLEY y los

valores se dan en seg. nuestro papel no tenía valores de suavidad.

7.1.10. Opacidad. - Cuando se experimenta cierta dificultad para "ver a través" de el papel se mide con el PHOTO VOLT; en nuestro papel dieron valores promedio de 90%.

7.2. Pruebas mediante métodos químicos

Las propiedades químicas del papel dependen de la naturaleza y cantidad de los constituyentes presentes.

7.2.1. Cenizas. - Un gramo de muestra se pone en la mufla en un crisol abierto hasta que el residuo esté blanco, luego se deja enfriar en el desecador y se pesa. El resultado se expresa como porcentaje sobre peso seco al aire del papel. La cifra obtenida incluye las cenizas naturales del papel así como las cenizas provenientes del encolado y de las cargas agregadas y de los procesos químicos de la fabricación de pulpa. en nuestro papel dió un porcentaje de cenizas de 1.3%.

CUADRO N°12

*Propiedades Físicas de Papeles Obtenidas de 60gr/m²
CON PULPA DE RESTOS DE TRAPO DE
ALGODÓN .*

<i>Propiedades Físicas Promedios)</i>	<i>Grados de Refinación</i>			
	<i>38</i>	<i>43</i>	<i>50</i>	<i>56</i>
<i>Gramaje (gr/m²)</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
<i>Calibre(u)</i>	<i>180</i>	<i>181</i>	<i>145</i>	<i>180</i>
<i>Humedad(%)</i>	<i>7.29</i>	<i>5.6</i>	<i>6.0</i>	<i>5.6</i>
<i>Blancura</i>	<i>76.4</i>	<i>80</i>	<i>79</i>	<i>80</i>
<i>Resist. Rasgado</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>4</i>
<i>Resist. a la Tensión</i>	<i>2.3</i>	<i>4.7</i>	<i>2.9</i>	<i>3.9</i>
<i>Doble Plegado</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>7</i>
<i>Encolado Cobb</i>	<i>51</i>	<i>50</i>	<i>45</i>	<i>51</i>
<i>Porosidad Bendsent</i>	<i>2400</i>	<i>300</i>	<i>2400</i>	<i>2400</i>
<i>Opacidad%</i>	<i>90</i>	<i>94</i>	<i>86</i>	<i>90</i>
<i>Cenizas%</i>	<i>1.3</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1.3</i>

FUENTE : TRABAJO EXPERIMENTAL .

VIII. RESULTADO Y DISCUSION DE RESULTADO

8.1. Para evaluar los parámetros fundamentales de la digestión primero se realiza un ensayo exploratorio por eliminación de parámetros con muestras de 50 grs. de restos de trapo de algodón previamente tratados y procedemos a evaluar los parámetros de este proceso por eliminación de factores; esta prueba preliminar se realizan en el digestor rotatorio de Obuses de 11. Luego de elegir los factores de digestión óptimos, entonces procedemos a realizar el proceso de digestión en canastilla y en un volúmen de 15 lt.

8.2. En el cuadro N° 4 y N° 5 "Control del digestor con OBUSES y "Control del digestor con canastilla" vemos que el factor H llegó a un valor de 691.645 a una T° de 160 y la concentración de soda 10% estas pulpas de valores de factor H distintos dan pulpas iguales ya que la combinación de T y tiempo de cocción originan pulpas similares. En el caso de digestión con OBUSES se necesitó 150 min. y en la digestión con canastilla solo 90 min.

Y en ambos casos se obtuvieron pulpas con las propiedades físicas iguales.

8.3. En el cuadro N°6 (variación de la concentración de soda respecto a los valores de resistencia de la pulpa) presenta que el rendimiento de la pulpa obtenida varía respecto a la variación de la

concentración de soda y podemos observar que los valores altos en rendimiento son los de soda al 10 y al 15%.

Al ver los valores de resistencia de acuerdo a los resultados se tuvo que elegir la soda de 10% de concentración ya que dieron valores altos respecto a la soda del 15%.

La soda con 15% de concentración dieron valores menores a los valores de resistencia de la soda de 10%, lo cual indica que a mayor porcentaje de soda ataca químicamente a la celulosa.

En las sodas de 3%, 5% y 8% de soda podemos apreciar que la pulpa no llegó a una cocción completa, se notaban fibras de algodón sin cocción.

8.4. En el cuadro Nº 7 (resistencias físicas de la pulpa obtenida por el tiempo de batido). A mayor tiempo de batido de la pulpa le damos una mayor consistencia ($^{\circ}$ SR) y a mayor consistencia las fibras se entrelazan en forma homogénea, dando así valores de resistencia a la tracción mayores.

En cuanto a la resistencia al rasgado y al doble plegado observamos que los valores promedios disminuyen porque se pierde la estabilidad dimensional del papel.

8.5. En el cálculo del vapor para calentar el digestor simulamos que empleamos vapor en la digestión, porque si empleamos la energía calorífica

que proviene de la energía eléctrica nos dan valores muy altos de consumo energético, debido a la gran pérdida de energía.

8.6. En el Proceso de Refinación:

Cuadro Nº 9

VARIACION DE GRADOS SCHOPPER CON TIEMPO DE REFINADO

<i>Tiempo de Batido</i>	<i>° SR</i>
5'	13,8
10'	14
15'	19
20'	38
25'	43
28'	50
30'	56
31'	57
40'	79

En los valores de 13.8, 14, 19 Grados de Refinación, se da el inicio de una refinación en la que en forma visual observamos que la pasta no se encontraba con un refinado uniforme y todavía se podían observar fibras de algodón; no se podían obtener una formación de hojas.

En los valores siguientes: 38, 43, 50, 56 y 57 de Grados de Refinación se sacaron muestras de papel a las distintas consistencias y todas dieron una buena formación de hojas. Se realizaron pruebas físicas de la pulpa obtenida y observamos que la pulpa a una consistencia de 43 SR dió mejores valores en cuanto a la resistencia a la tensión, resist. al rasgado y doble plegado.

Para los valores: 79 Grados de Refinación

Se observó que la pasta se encontraba muy refinada, se obtuvieron papeles con una mala formación, se arrugaban pero dieron valores muy altos en las pruebas físicas de resistencia.

8.7. Respecto a la blancura vemos que los papeles obtenidos dieron unos valores promedios de 70-80% que son valores de una celulosa importada, esto es muy importante teniendo en cuenta que a nuestra pulpa no hubo necesidad de realizar el proceso de blanqueo y que la blancura se favorece con el proceso químico a la soda.

8.8. Del cuadro Nº 10 podemos observar que las mejores hojas de papel obtenidas fueron las que tuvieron una consistencia de 43° SR a un tiempo de refinado de 25 minutos, dando unos valores de propiedades físicas mayores; así como blancura, resistencia al rasgado, resistencia a la tracción

IX CONCLUSIONES .-

9.1. El proceso conveniente para obtener pulpa a partir de restos de trapo de algodón es el proceso químico a la Soda.

9.2. El Rendimiento de la pulpa obtendia es de 65% que es un valor aceptable para llevar este proceso a una producción en planta piloto o a nivel industrial.

9.3. Según los resultados de la tabla N° 6 se debe de utilizar soda con 10% de concentración ya que dan mejores resultados al tratamiento de las fibras de algodón.

9.4. En este proceso químico a la Soda no hay recuperación de productos a nivel de laboratorio por ser las cantidades pequeñas; a nivel industrial si existen recuperación de productos.

9.5. Respecto a la blancura no es necesario efectuar el proceso de blanqueo por que la fibra textil para convertirse en trapo ya ha sido pasado por este proceso y porque los valores de blancura del algodón son altos. Debe tenerse en cuenta que como materia prima se utilizan solo trapos de algodón blancos.

9.6. Entre los productos que obtenemos tenemos: pulpa para fabricar papel moneda, papeles especiales, técnicas de fotografía, de seguridad, documentos legales en los que la permanencia es de primordial importancia.

Esto porque los valores de resistencia de estos papeles son semejantes.

Longitud de Desgarro Longitudinal (m)

<i>Papel Itintec</i>	<i>3,000 m.</i>
<i>Papel de trapo de algodón</i>	<i>5,555m.</i>
<i>Papel moneda</i>	<i>6,100 m.</i>
<i>Papel de Seguridad</i>	<i>5,200 m.</i>

Longitud de Desgarro Transversal (m)

<i>Papel Itintec,</i>	<i>1,500 m.</i>
<i>Papel de trapo de algodón</i>	<i>3,333m.</i>
<i>Papel moneda</i>	<i>3,400 m.</i>
<i>Papel de Seguridad</i>	<i>3,500 m.</i>

Long. de Desgarro = R. T. (66.666)1000/Gramaje.

9.7. Este proceso se puede realizar en una planta piloto o a nivel industrial.

9.8. Entre las ventajas más importante de este proceso es que obtenemos papeles de más alta calidad.

9.9. Entre las desventajas vemos que estos papeles no son competitivos en el precio son muy altos.

Este tipo de papel se producen a velocidades muy lentas porque en velocidades rápidas las fibras se entrelazan entre sí formando nudos.

Esto trae como consecuencia que se paralice la máquina hasta que se extraigan los nudos de las cuchillas que de otro modo se romperían.

9.10. Las propiedades de papeles de trapos son: máxima permanencia, formación, color, textura y tactos finos; esto lo demostramos mediante pruebas empíricas como la observación a través del tiempo y comparándola con papeles de otros tipos de pulpa como la madera.

X. **RECOMENDACIONES.** -

10.1. A fin de aplicar acertadamente el control de calidad a la pulpa y papel y regirse bajo las normas de ITINTEC es necesario establecer un programa de calibración y mantenimiento periodico de los instrumentos de control de calidad.

10.2. Sería bueno aplicar nuestro trabajo que es a nivel de laboratorio a una planta piloto para realizar una corrida experimental y ajustar los parámetros que ajusten al proceso.

10.3. Construir un refinador de fibra a fin de reducir el tamaño de fibra que se adapte mejor a nuestra materia prima ya que hemos encontrado algunas dificultades en cuanto al entrapamiento de las fibras a nivel de laboratorio.

10.4. Por el trabajo realizado observamos que el refino aumenta los valores de resistencia a la tracción, el reventamiento y el doble plegado pero no es aconsejable dar un refinamiento máximo por que no tenemos una buena formación de hojas.

10.5. El refino tiende a aumentar la suavidad y la superficie específica interna de las fibras pero tampoco es recomendable dar un refinamiento máximo ya que disminuye la opacidad, el espesor y estabilidad dimensional del papel.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- *Bueno Zárate Jorge* "Tipos de Pulpa para papel y fabricación de pulpa celulósica por el proceso al sulfito Neutro de Sodio."
U.N.A. - La Molina 1,985
- 2.- *Bueno Zárate Jorge* "Pulpa Celulósica del Perú"
Encuentro sobre productos Naturales
U.N.A. - La Molina 1,981
- 3.- *CASEY, J.P.* " Pulpa y Papel"
Volúmen I - Pag. 225 New York.
Intersciense Publisher Ync. 1,952
- 4.- *Convenio ITINTEC 1,988*
"Normalización y Control de Calidad de la Industria del Papel"
- 5.- *Costa COLL T.* "Manual del Fabricante del Papel"
Editorial Bosch-Barcelona
- 6.- *Comisión Económica Para América Latina.*
"El Papel y la Celulosa en América Latina Situación Actual y tendencias futuras de su demanda, producción en intercambio"

- 7.- *Chemical Abstract* "Búsqueda Retrospectiva de la
Obtención de Celulosa a partir de
Algodón.
- 8.- *GRANT JULIUS* "Manual sobre la fabricación de
Pulpa y papel"
Compañía Editorial Continental
S.A.
México
- 9.- *Grupo Asesor FAO/CEPAL/ONUDI. en Industrias
Forestales para América Latina*
"Bases y Antecedentes para la
planificación de la Industria del
papel y el Grupo Andino"
Santiago de Chile 1,972
- 10.- *Grupo Editorial Oceano*
"Nueva Enciclopedia de la Ciencia
y la Técnica"
Edición 1,986
Tomo 7 pág.2326
- 11.- *Haward Alfred* "Métodos y Ensayos en Industrias
de Celulosa y Papel"
Edit. Brusco, Sao Paulo-Brasil
- 12.- *Kent James A.* "Biblioteca Riegel de Química
Industrial"
Compañía Editorial Continental
S.A.
Tomo 3

- 13.- LIBBY EARL C. "Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel"
Cia Editorial Continental S.A.
México
Tomo I. Preparado bajo la Dirección de la Dirección de la Comisión conjunta de libros de texto de la Industrial del papel.
- 14.- MCKETTA J. JOHN "Enciclopedia de Procesos Químicos"
Edit. Marcel DEKKER
- 15.- NANDINA "Nomenclatura Arancelaria"
ITINTEC
- 16.- Plunguian, Mark "La Celulosa"
- 17.- Romero Rosa "La industria del Papel y la Celulosa en el Perú"
Instituto Nacional de Promoción Industrial y Banco Industrial del Perú 1,965 - Lima-Perú
- 18.- SHREV Noris R. "Industrias de Procesos Químicos"
Editorial DOSSAT S.A.
Madrid - España
- 19.- TAPPI TEST METHODOS "Revista de Industria del Papel" Volumen I - 1,988
- 20.- TAPPI JOURNAL "NONWOOD STOCK PREPARATION A SISTEMA CONCEPT"

21.- TUCKER, E.C. and TUCKER L.B.

"Manufactura de pulpa y papel
Editorial In Stephenson J.N. Vol
II NEW YORK
MAC GRAW HILL BOOK COMPANY
INC 1,951

22.- VIAN ORTUÑO A.

"Introducción a la Química
Industrial Editorial Alhambra
S.A.
Madrid 1,980

23.- WURZ OTTO

"Fabricación del Papel "Ultimos
Avances sobre Procesos
Imaginario"
Editorial Reverté S.A.

Barcelona- Buenos Aires - México

24.- Revistas:

- La Posibilidad de establecer la
pulpa y papel en la Industria de
Pucallpa en región del Perú

- Aplicaciones Celulósicas
papeleras del Bagazo ITP N° 132

- El Papel- Revista Internacional
de la Fabricación de Pasta y
papel, España NOV-DIC. Proceso
Saica 1,990

- Tecnología de Pulpa y Tratado
de papel, Miller Freeman.

Publications. 1981

ANEXOS

A 1.- Variedades de Papel de Trapo.

A 2.- Longitud y diámetros de Fibras.

A 3.- Identificación de fibras,

A 4.- Normas Técnicas Nacionales para papeles de escritura e impresión tipográfica de 60 grs/m²

A 5.- Instrumentos de Laboratorio- Control de Calidad del papel.

A 6.- Estadística proyectada de pulpa en el Perú.

A 7.- Corte esquemática de una máquina de papel de tela metálica longitudinal.

ANEXOS

A1. - VARIEDADES DE PAPEL DE TRAPO

- *Papel de Filtro o papel Joseph: hecho con trapos de algodón tratados con ácido clorhídico.*
- *Papel de Seda: hecho con pastas de trapo de fibras largas.*
- *Papel de Seguridad: para cheques, títulos, billetes de Banco etc. Se obtiene filigramas sombreadas por un ligero estampado de la tela mecánica; las tintas empleadas hacen difícil la reproducción fotográfica.*
- *Papel Esmerilado: Tela esmeril (lija) recubierto con una capa que le permite fijar en su superficie polvo de esmeril, vidrio, arena etc.*
- *Papel filigramado, presenta por transparencia diseños ó filigramas. la filigrama puede obtenerse en la pasta, sea fijando sobre la tela de la forma un hilo de latón que sigue un contorno determinado, sea colocando hilos metálicos sobre el rodillo desaguador (papel mecánico) en el sitio de los hilos, el espesor menor del papel da más transparencia. Se puede también operar por laminado con un rodillo estampado que actúa sobre la hoja húmeda. La filigrama se remonta al año 1,301, los diseños primitivamente representados: escudo de Jesús etc. ha dado su nombre a cientos de formatos de papel.*
- *Papel Muselina, Fabricado con trapos de distinta calidad*

- *Papel puro hilo, papel de Holanda, Whatman, Canson, Lafuma etc. : papeles de trapos generalmente de forma, destinados a la acuarela, al dibujo y a las impresiones de lujo; difieren unos de otros por el aspecto de la superficie, en presencia ó la ausencia de vetas etc.*
- *Papel secante: No encolado, hecho con trapos, buena calidad.*
- *Papel tela: Se obtiene aplicando papel mojado sobre trozos de tela gruesa y llevando el conjunto a una laminadora, ó mediante el paso por calandrias especiales.*

A2. LONGITUD Y DIAMETRO DE LA FIBRA

<u>Material</u>	<u>Largo (mm)</u>		<u>Diámetro mm.</u>	
	<u>Rango</u>	<u>Promedio</u>	<u>Rango</u>	<u>Promedio</u>
<i>Bagazo</i>	0.8-2.8	1.7	10-34	20
<i>Bambú</i>	1.5-4.4	2.7	7-24	14
<i>Linters</i>	10-40.0	18.0	12-38	20
<i>Esparto</i>	0.5-1.6	1.1	7-14	9
<i>Yute</i>	1.5-5.0	2.0	20-20	20
<i>Manila</i>	2.0-12.0	6.0	16-32	24
<i>Paja Cereales</i>	0.7-3.0	1.5	7-27	13
<i>Arroz</i>	0.6-3.5	1.5	5-14	8.5
<i>Algodón</i>	15.0-45.0	30.0	12-42	20
<i>Lino</i>	43.0-53.0	50.0	12-26	19
<i>Ramio</i>	60.0-250.0	120.0	40-100	70.0

A3.- IDENTIFICACION DE FIBRAS.-

Es necesario establecer las dimensiones de la fibra. como ayuda en la identificación de las fibras, aunque las fibras de un mismo tipo no varían mucho en ancho, su longitud dependerá de la naturaleza y grado de batido a que se les a sujetado. Las fibras se pueden medir al microscopio, con luz reflejada, mostrando distintos campos microscópicos y analizando estadísticamente los resultados.

Identificación de Fibras Por Tinción Selectiva.-

Cuando las fibras se reconocen por los colores producidos con ciertos colorantes.

Colorante de Herberg. Las reacciones de este colorante son: rojo con trapo(lino, algodón, cañamo); azul púrpura con pulpas químicas (madera, bambú, esparto, paja etc), que contengan poca lignina y amarillo con fibras que contienen lignina(pasta mecánica y yute. Las pulpas sin blanquear ó con poco blanqueo dan un tono entre azul y amarillo.

Si las fibras de trapo aparecen demasiado rojas se deben agregar un poco de cloruro de cinc o de yodo hasta obtener el grado de diferenciación deseado.

- Colorante de Selleger.- Se usa cuando el colorante de Herzberg no se obtienen resultados concluyentes .
Sus reacciones son: rojo oscuro con manila y cáñamo;
rojo-rosa pálido con pulpas blanqueadas de ceníferas
rojo ceniza con lino y algodón; azul o violeta con
átomo y paja; amarillo pálido con pulpas sin blanquear.

- Colorante Lofton-Merrytt .- Se usa para distinguir las
pulpas al sulfito y al sulfato sin blanquear de
ceníferas.

Identificación de Fibras por su aspecto

Se usan sus características morfológicas

- Aspecto general de la Fibra: Dimensiones y forma.
- Marcas distintivas de la fibra: puntuaciones en las
fibras de madera.
- Estructuras asociadas: radios modulares de la pasta
mecánica y los tricomas del esparto.

IDENTIFICACION DE FIBRAS

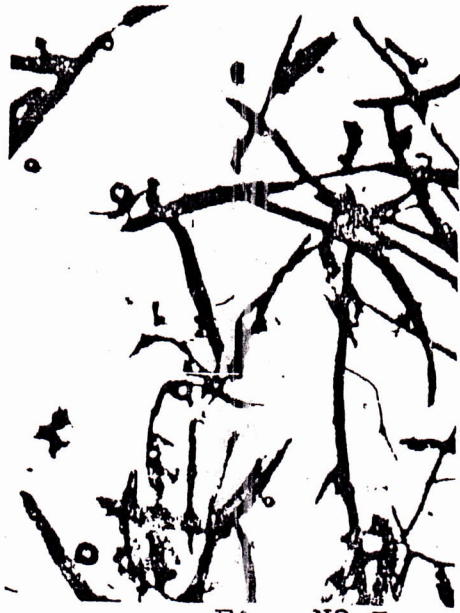


Fig. N° 7

Fibras de algodón, mostrando el efecto de corte. $\times 120$



Fig. N° 8

Fibras de lino, mostrando el efecto de ribilación. $\times 120$



Fig. N° 9 Fibras de algodón,
sin batic. $120 \times$



Fig. N° 10 F. de cáñamo, blan-
queadas y batidas. $30 \times$

IDENTIFICACION DE FIBRAS



FIG. 11 Yute. 100 X



FIG. 12 Fibras de esparto. 100 X



FIG. 13 Lana. 150 X (aprox.)



FIG. 14 Seda desengomada. 180 X



Fig 15
Fibras de carrizo Norfolk.
250 X



FIG. 16 Fibras de madera, proceso
mecánico. 100 X



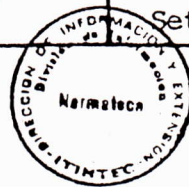
FIG. 17 Maderas de árboles
latifoliados. 100 X

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS (ITINTEC) LIMA - PERU

A4.- PERU
NORMA TÉCNICA
NACIONAL

A4.- PAPELES Y CARTONES
Papel para escritura e impresión tipográfica (original). Requisitos

ITINTEC
272.047
Setiembre, 1988



1. NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 272.010 PAPELES Y CARTONES. Acondicionamiento de las muestras para ensayo.
- ITINTEC 272.011 PAPELES Y CARTONES. Método para determinar el espesor y el volumen específico aparente de papeles y cartones.
- ITINTEC 272.012 PAPELES Y CARTONES. Método para determinar la humedad de papeles y cartones por secado en estufa.
- ITINTEC 272.014 PAPELES Y CARTONES. Método para determinar el peso por metro cuadrado de papeles y cartones.
- ITINTEC 272.016 PAPELES Y CARTONES. Extracción de muestras.
- ITINTEC 272.017 PAPELES Y CARTONES. Método para determinar la resistencia del papel y cartón a la rotura por tracción.
- ITINTEC 272.028 PAPELES Y CARTONES. Método de ensayo para determinar el apresto o suavidad de papeles para impresión.
- ITINTEC 272.030 PAPELES Y CARTONES. Método de ensayo para determinar la opacidad.
- ITINTEC 272.033 PAPELES Y CARTONES. Método de ensayo para determinar el grado de blancura (factor de reflectancia difundida en la banda azul del espectro).

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece los requisitos que deben cumplir los papeles para escritura e impresión tipográfica.

3. DEFINICIONES

3.1 Papel para escritura e impresión tipográfica.- Es el papel destinado a la escritura e impresión tipográfica con buena resistencia al impacto, con buena resistencia al borrado mecánico y con su superficie libre de pelusa.

4. REQUISITOS

4.1 Los papeles para escritura e impresión tipográfica deberán cumplir con los requisitos de la Tabla Nº 1.

TABLA 1 - Requisitos del papel para escritura o impresión tipográfica

Característica	Unidad	Requisitos
1. Gramaje	g/m ²	Valores entre 50 y 120 con una tolerancia de $\pm 5\%$ del valor nominal
2. Humedad	%	7 + 2 - 1
3. Volumen específico aparente	cm ³ /g	Mín 1,2
4. Blancura*	%	Mín 78
5. Opacidad	%	Mín 70
6. Longitud de rotura		
- Dirección máquina	m	Mín 3 000
- Dirección transversal	m	Mín 1 500
7. Índice de reventamiento	kPa m ² /g	Mín 1,5
8. Lisura Gurley	s	Máx 60 Mín 20
9. Cenizas	%	Máx 20 Mín 5

* Sólo para papel blanco

5. INSPECCION Y RECEPCION

5.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a la Norma ITINTEC 272.016.

5.2 Las muestras se acondicionarán de acuerdo a la Norma ITINTEC 272.010.

6. METODOS DE ENSAYO

6.1 Para los métodos de ensayo se aplican las Normas ITINTEC que aparecen en el capítulo 1. NORMAS A CONSULTAR.

7. ROTULADO, ENVASE Y EMBALAJE

7.1 Rotulado del papel en bobinas.

7.1.1 Razón social del productor.

7.1.2 Número del lote.

7.1.3 Nombre del producto.

7.1.4 Gramaje (g/m²).

7.1.5 Peso de la bobina (kg)

7.1.6 Otros datos establecidos por la norma metrológica de rotulado y otros dispositivos legales vigentes.

- 7.2 Rotulado en resmas o formatos finales
- 7.2.1 Razón social del productor.
- 7.2.2 Razón social del convertidor.
- 7.2.3 Registro industrial.
- 7.2.4 Registro de Productos Industriales Nacionales.
- 7.2.5 La frase "Producto Peruano" o "Hecho en Perú" o "Industria Peruana".
- 7.2.6 Nombre del producto.
- 7.2.7 Gramaje (g/m²)
- 7.2.8 Formato final (ITINTEC 272.002).
- 7.2.9 Número del lote del convertidor.
- 7.2.10 Número de hojas.

8. ANTECEDENTES

- 8.1 NFQ 11-001 1975: PAPIERS ET CARTONS. Caracteristiques des papiers pour machines a écrire (originaux).
- 8.2 NFQ 11-011 1975: PAPIERS ET CARTONS. Caracteristiques des papiers pour cahiers scolaires, articles assimilés et lettres.
- 8.3 ICONTEC 1673:1981 PAPEL Y CARTON. Papel para escribir e imprimir.
- 8.4 ICONTEC 1370:1983 PAPEL Y CARTON. Papel para cuadernos grapados para escritura.

A5- INSTRUMENTOS DE LABORATORIO-CONTROL DE CALIDAD DEL PAPEL

1.- Maquina formadora de hojas.

Consiste en un cilindro metálico (A) abierto en ambos extremos que se puede ajustar verticalmente sobre una platina circular con una tela metálica (B) de tal modo que esta quede como la base del cilindro y no haya fuga de agua en toda su circunferencia, el recipiente está embisagrado en (C) con la parte superior del bastidor (S2) que soporta la platina formadora y puede asegurarse sobre esta cuando el recipiente queda en posición vertical. B consiste basicamente de una tela metálica de 150 mallas perfectamente estirada y soportada por una malla 20 abajo de la cual queda una pieza metálica fundida, perforada con agujeros cuadrados de 12 mm de lado, con cierta conicidad de arriba hacia abajo.

Esta es la parte del aparato en la que realmente se forma la hoja de papel y cuyo diseño es tal que permite obtener la máxima uniformidad en la textura de la hoja.

La parte inferior de la oplatina se ajusta con cierta holgura, en la parte superior de un embudo metálico poco profundo en forma de taza (D) cuyo vástago sale de la taza por un punto mas bajo y continua hacia abajo de la mesa como un tubo vertical de 31 mm de diámetro (E,S18).

El tubo de drenado termina en el piso en un sumidero (H) rodeado por una cubeta de derrame (G), este tubo tiene una llave de vaciado (J,S19) cerca de su extremo inferior y una entrada de agua (K,S14).

Con el objeto de que los resultados obtenidos en

diferentes laboratorios puedan ser comparables es importante que la máquina se construya a unas dimensiones definidas y que la altura de la superficie superior de la cubeta de derrame de la malla sea siempre exactamente la misma (800 mm).

Como accesorios se incluyen un agitador (S20) que es una platina horizontal perforada, un rodillo - prensa de latón , solido parecido a una espiga rodante (S22) y discos de latón de acero inoxidable de alto grado de pulido , cuyo diámetro es igual al de la tela metálica.

2.- Resistencia a la Tracción

Esta prueba mide la fuerza de tensión necesaria para romper una tira de papel; esta prueba es útil cuando se va a usar el papel en rollo y a soportar por consiguiente una fuerza longitudinal se cuenta con el instrumento Schopper-Leuning para lo cual se encuentra con una tira de papel(A) de un ancho determinado (12.7 y 25.4 mm) y sujeta bien extendida en posición vertical entre dos mordazas (B y C) que están en el mismo plano y separadas de preferencia 180 10mm luego se hace que la mordaza inferior (C) se desplace hacia abajo estando la mordaza superior unida por medio de un cople flexible (D) a un péndulo con contrapeso (E) que guarda una posición vertical al comienzo de la prueba. A medida que describe la mordaza inferior, el péndulo es jalado por la muestra siguiendo un arco de circunferencia a lo largo de una escala (F) hasta que el papel se rompe.

Un dispositivo de trinquete (G) evita que el péndulo vuelva a la vertical de modo que su posición en el arco pueda leer una escala graduada en libras y/o kilogramos el peso del péndulo puede ser de 6.35 ó 31.75 con todo y contrapeso según el tipo de papel que se pruebe.

3.- Medidor de Opacidad

Un papel se considera opaco si se experimenta cierta dificultad para " ver a través " de el según la figura estos fenómenos no todos dependen necesariamente de la misma propiedad del papel y se debe a que la tinta de impresión consiste en un pigmento (negro de humo) suspendido en un vehículo líquido (por ejemplo aceite secante) y cuando se aplica al papel en mayor parte el pigmento se queda en la superficie aunque el vehículo pueda penetrar en el papel.

El método TAPPI se usa una lampara de luz difusora a una temperatura de calor de 2400° a 2800°k. observada a un ángulo no mayor de 20° de la normal.

El aparato se prueba por medio de estándares de vidrio de ópalo y los resultados de relación de contraste obtenidos se expresan con 3 cifras significativas.

4.- Medidor de Brillantez

Se utiliza el Colorímetro basado en las mediciones de la cantidad de luz reflejada por la superficie del papel en condiciones estandarizadas se basa en el hecho de que cuando la luz incide sobre el papel en cierto ángulo, la luz reflejada es casi completamente polarizada. La iluminación está dada para una lampara eléctrica de 25 vatios que ilumina al espécimen a través de una pantalla difusora de vidrio opalino en el mismo ángulo.

son factores importantes el ángulo de iluminación y la longitud de onda de la luz usada; el brillo espectacular se mide a un ángulo de 75°.

5.- Medida de Blancura

Se realiza con el aparato PHOTOVOLT y esta prueba se realiza a todo papel base y la respuesta se da en %.

6.- Resistencia de la Explosión

Se mide por la presión desarrollada en la parte inferior de un diágrama circular de hule cuando este se fuerza contra el papel basta hacerlo reventar .El aparato que se utiliza es el de Mullen el cual es un aparato hidráulico.

La presión se aplica al diafragma de hule cuando girando una manija, la cual por un movimiento de pistón, fuerza glicerina a través de un cañon del instrumento contra el lado inferior del diagrama.

7.- Resistencia al Rasgado

Mide en el papel una propiedad de resistencia enteramente diferente, puesto que depende primordialmente de la longitud de fibra, generalmente varia en sentido inverso a la resistencia a la explosión y a la tensión.

Se utiliza el aparato Elmendarf el cual cuando se coloca el papel entre dos mordazas este se rasgue cuando el péndulo cae en su posición fija y el papel actúa como freno de dicha caída y aguja indica numéricamente el valor sobre una escala circunferencial en el sector.

8.- Pruebas de Permiabilidad de Vapores

Esta prueba mide el paso del vapor a través del papel.

Esto es importante cuando se comprende que una sustancia húmeda en un envase de papel (por ejemplo agua en un envase encerado y sellado) se pueda secar por evaporación y ni siquiera sentirse húmedo al exterior del envase.

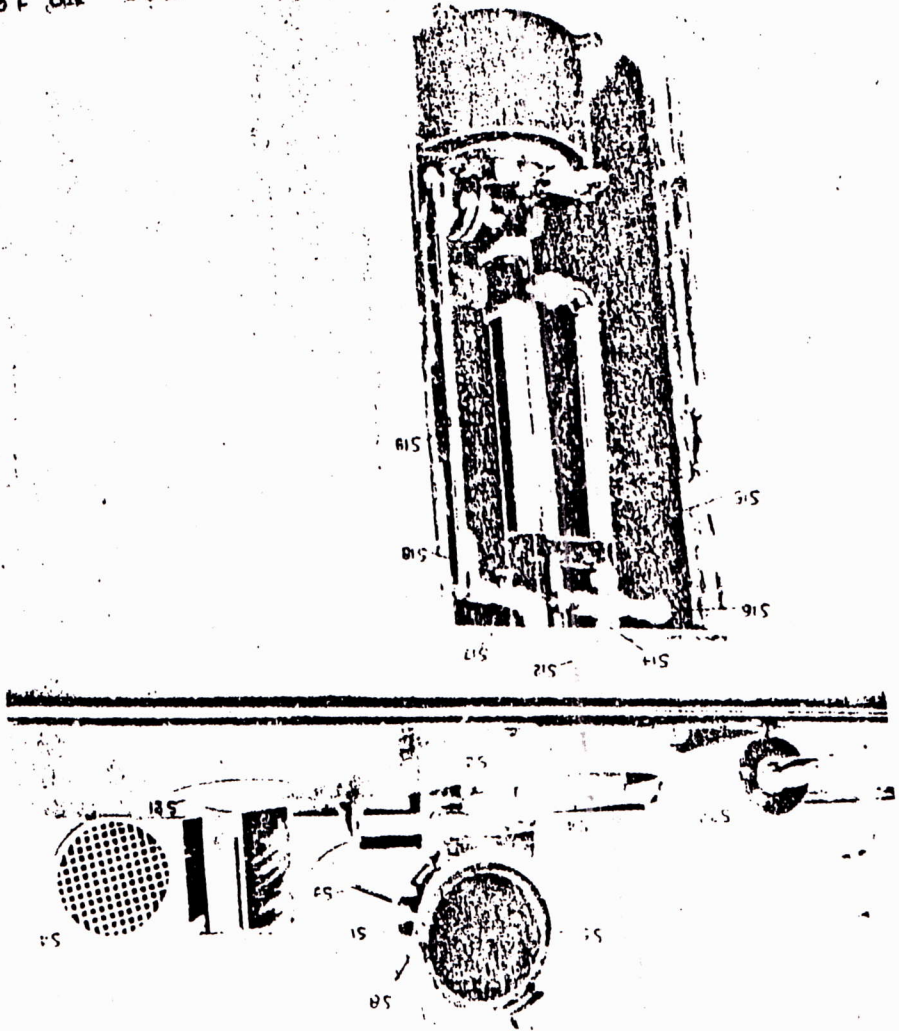
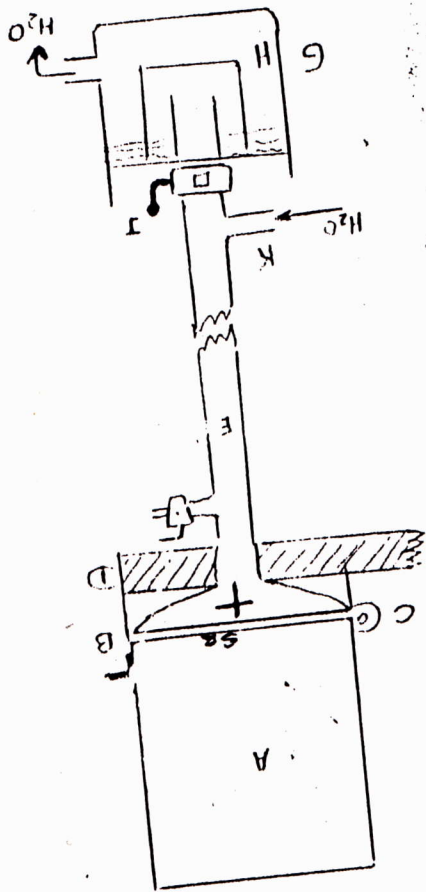
El problema de hacer que un vapor dado diferente de aire pase a través del papel se resuelve creando tales condiciones en los lados opuestos del papel, que el vapor se desprenda en exceso en un lado y se absorba en el otro.

Se utilizan para esta prueba cápsulas de aluminio que puede contener un desecante como cloruro de calcio seco y separa con su contenido y el papel sellador, luego se pone la cápsula una atmósfera de humedad constante, se pasa a diferentes y la permeabilidad del papel al vapor de agua se pueden calcular a partir de la ganancia ó pérdida de peso (gramos por m² por 24 horas).

9.- Pruebas de Absorvencia

Se utiliza el aparato Cobb y es una prueba de encolado por penetración. Esta prueba implica el paso de un líquido ó solución a través del papel. se usa en el sentido de resistencia al agua. Tambien se lleva a cabo con aceite como líquido penetrante.

FIG. No 18



MEDIDOR DE RESISTENCIA A LA TRACCION

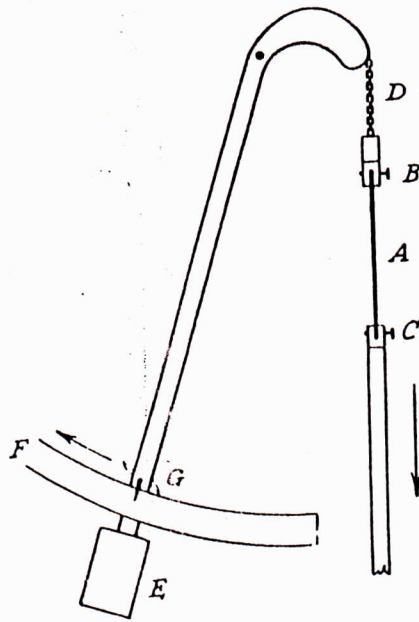


FIG 19

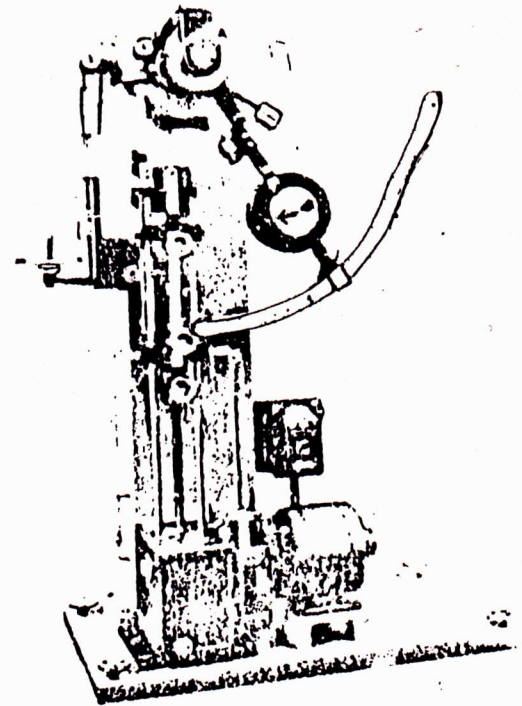


FIG 19-A

MEDIDOR DE OPACIDAD

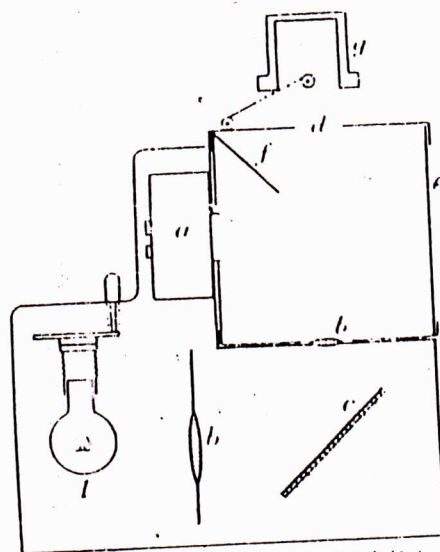
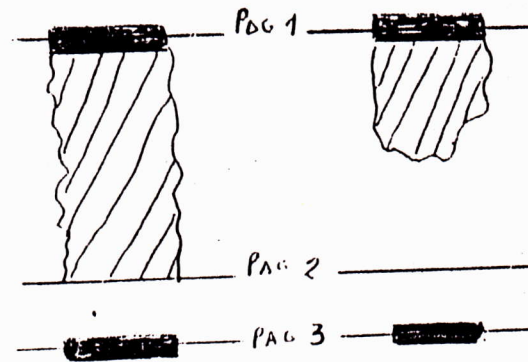


FIG 20 Medidor de opacidad



MEDIDOR DE BRILLANTEZ

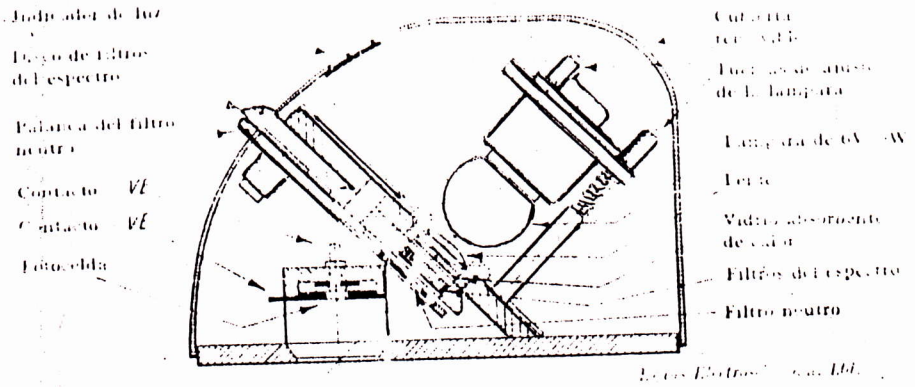
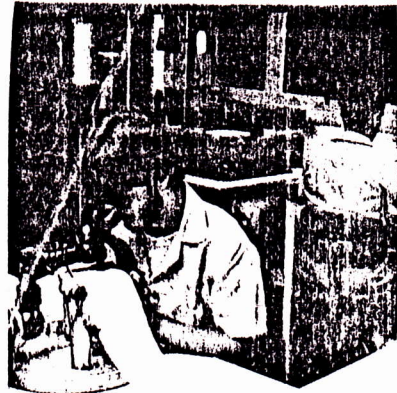


Fig. N°21

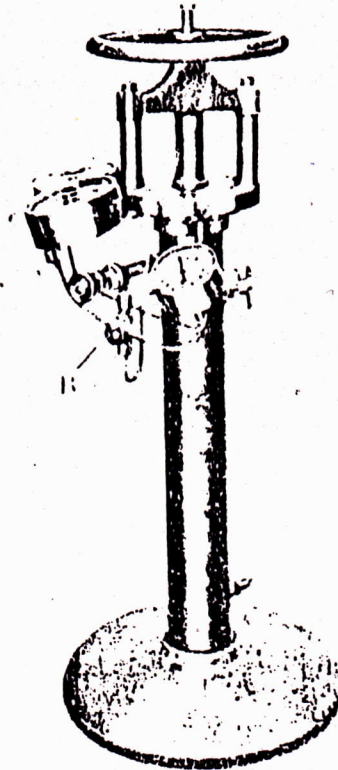
MEDIDOR DE BLANCURA



Gig. N°22

MEDIDOR DE RESISTENCIA A LA EXPLOSION

Fig. N° 23



MEDIDOR DE RESISTENCIA AL RASGADO

Fig. N° 24

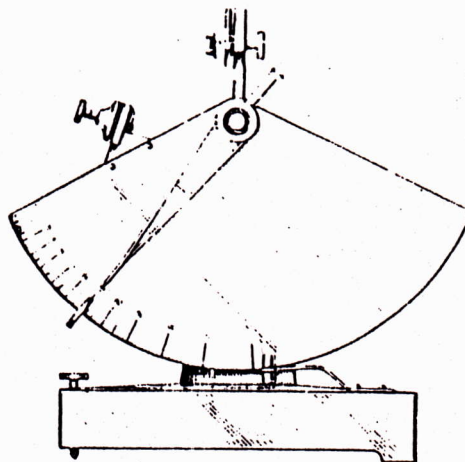
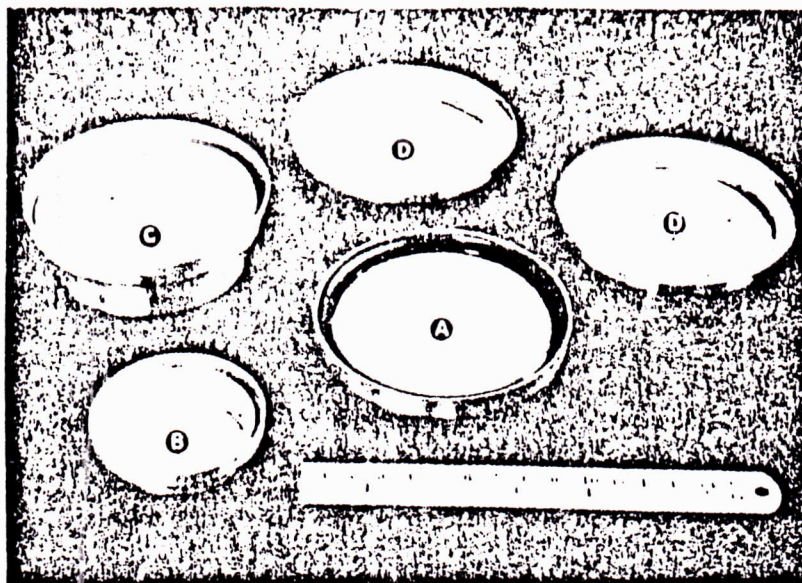


FIG. 31

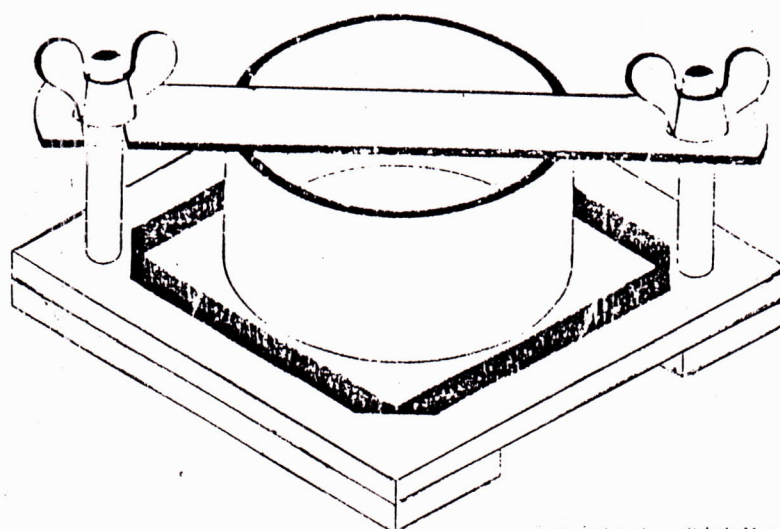
PRUEBAS DE PERMEABILIDAD



Technol. al Sector, B.P.B.M.A.

Fig. 25 Cápsulas de aluminio para la prueba de permeabilidad al vapor de agua

PRUEBAS DE ABSORBEENCIA



Technol. al Sector, B.P.B.M.A.

Fig. 26 Aparato Cobb para prueba de absorción de agua

A5.- INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- 1.- Medidor de Blancura : %
- 2.- Medidor de Opacidad : % Photovolt Mod 670
- 3.- Medidor de Brillo : %
- 4.- Medidor de Wet Rub : Adams Wet rub tester.
- 5.- Viscosímetro Brookfield : Mod. RVF 100
- 6.- Medidor de Rigidez : Teledyne taber v-5
- 7.- Medidor de Absorción de aceite : Vanceometer
- 8.- Medidor de Reventamiento: Mullen Tester
- 9.- Medidor de Porosidad : Densometer L.E.Gurley
- 10.- Medidor de Suavidad : " " "
- 11.- Medidor de Rasgado : Regmed
- 12.- Medidor de Doblez : Tinus Olsen
- 13.- Medidor de Tracción : Dinamómetro - Regmed.
- 14.- Medidor de Abrasión : Valley Abrasion Tester
- 15.- Medidor de Cobb : gr/m²
- 16.- Medidor de Espesor : Elof Hanson
- 17.- Balanza analítica : Metler H20 T
- 18.- Mufla : Terriceno
- 19.- Estufa : Precisión Scientific.
- 20.- Medidor de Humedad Relativa : Psicrometro
- 21.- Medidor de Refinación : Elof Hansson
- 22.- Desintegrador de Pasta : Essex
- 23.- Formador de Hojas : Essex
- 24.- Secador de Hojas : Essex

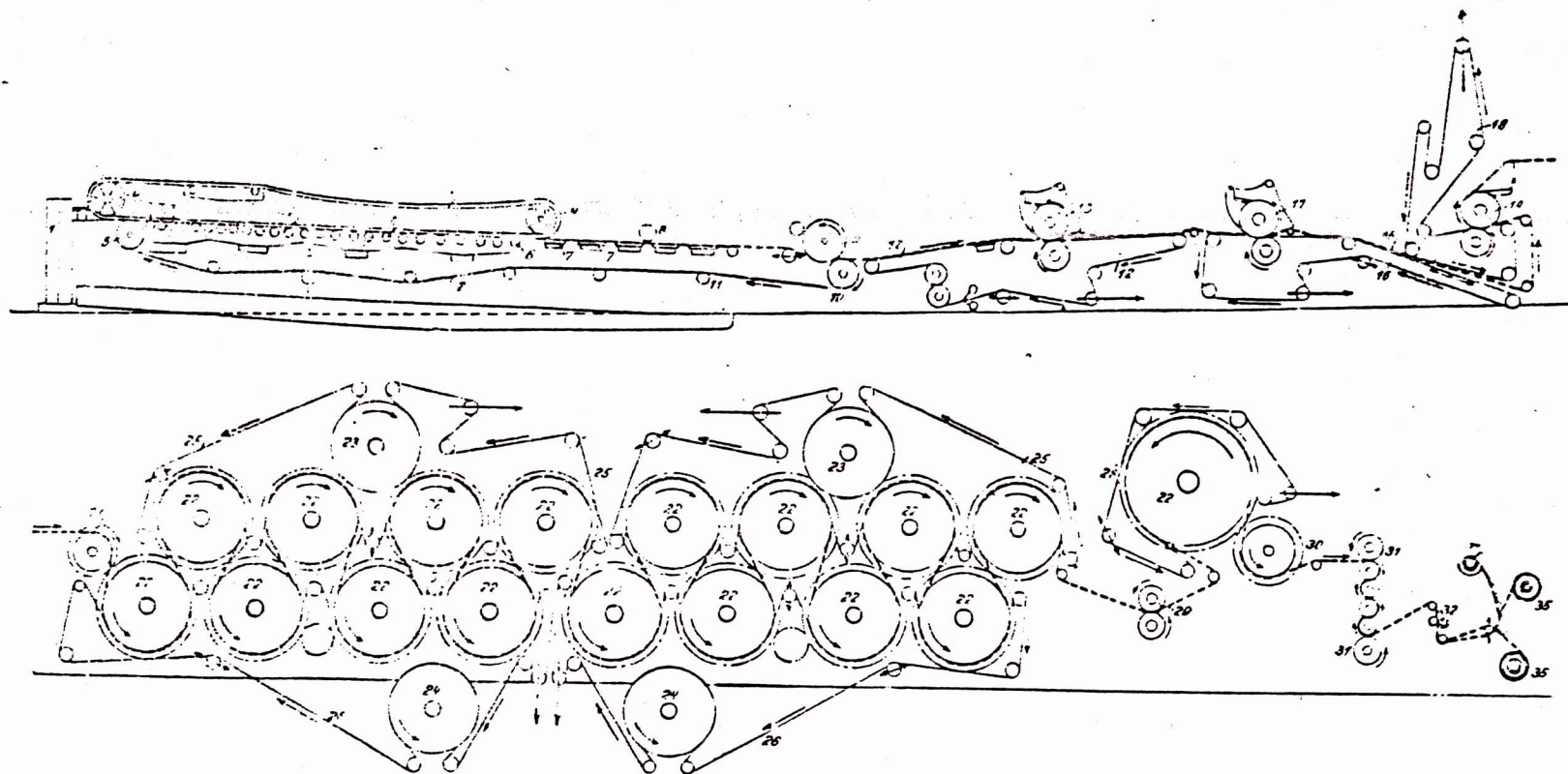
CUADRO N° 13

VI.- ESTADISTICA PROYECTADA DE PULPA EN EL PERU

AÑO	Habt. x 000 + 2.5% anual	DEMANDA		ABASTECIMIENTO		DEFICIT TM	Precio Increment. 5% anual \$ x TM	Valor a prec Increment. 5% anual \$
		p/c/a kg	Total año TM	Reciclaje	Indust. Nacional Existente			
1986	18000	13,82	248761	24876	88513	135372		
1987	18461	15,90	293696	29369	88513	175814		
1988	18935	15,90	301162	30116	88513	182533	900	164279700
1989	19420	15,92	309154	30915	88513	189726	945	179291070
1990	19918	16,34	325425	32542	88513	204370	992	202735040
1991	20429	16,77	342553	34255	88513	219785	1042	229015970
1992	20953	17,21	360582	36058	88513	236011	1094	258196034
1993	21490	17,66	379560	37956	88513	253091	1149	290801559
1994	22041	18,13	399537	39953	88513	271071	1206	326911626
1995	22106	18,60	420565	42056	88513	289996	1266	367134936
1996	23186	19,09	442700	44270	88513	309917	1329	411879693
1997	23780	19,60	466088	46608	88513	330967	1396	462029932
1998	24390	20,11	490526	49052	88513	352961	1466	517440826
1999	25016	20,64	516344	51634	88513	376197	1539	578967183
2000	25657	21,18	543520	54352	88513	400655	1616	647458480
2001	26315	21,74	572126	57212	88513	426401	1697	723602497
2002	26990	22,31	602238	60223	88513	453502	1937	878433374
2003	27682	22,90	633935	63393	88513	482029	2034	980446986
2004	28392	23,51	667421	66742	88513	512166	2136	1093986576
2005	29119	24,12	702421	70242	88513	543666	2242	1218899172
2006	29866	24,75	739390	73939	88513	576938	2354	1358112052
2007	30632	25,40	778305	77830	88513	611962	2472	1512770064
2008	31417	26,00	819268	81926	88513	648829	2496	1619477184

FUENTE: INPASA

As.



A7.-

Fig. 25 — Corte esquemático de una máquina de papel de tela metálica longitudinal de H. FOLLNER, Warmbrunn (Silesia).

- | | | | |
|---|----------------------------|--|----------------------------|
| 1 entrada de la pasta | 7 aspiradores | 17 segunda prensa húmeda | 25, 26 felpas secadoras |
| 2 tela metálica longitudinal | 8 escurridor | 18 felpa ascendente | 29 abrillantador en húmedo |
| 3 correas limitadoras | 9 rodillo tensor superior | 19 tercera prensa húmeda | 30 cilindro refrigerador |
| 4 ruedas conductoras de las correas limitadoras | 10 rodillo tensor inferior | 21 secador previo | 31 abrillantador |
| 5 rodillo de aguate | 11 felpa húmeda | 22 cilindros secadores | 32 cortador al largo |
| 6 rodillo regulador | 12 prensa húmeda | 23 secador para el felpa, secador superior | 34 aparato de humectación |
| | 16 segundo felpa húmedo | 24 secador para el felpa, secador inferior | 35 aparato arrollador |