
FACULTAD DE QUIMICA

177

DESTINTADO DE PAPEL PERIODICO

177

T E S I S

Que para obtener el título de :

Q U I M I C O

p r e s e n t a :

GUILLERMO JAIME CALDERON



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis
AÑO 1975
FECHA _____
PROC. Ht. 17



QUIMIC

A la memoria de mi Padre, con cariño
y respeto como manifiesto de su presen-
cia fiel y decisiva en todo momento



A mi Madre, que ha sabido forjarme
hombre, como tributo a su amor inagota-
ble, a sus desvelos y dedicación

A mi hermano, ejemplo de tezón y
constancia con cariño y fraternidad

A mi Esposa, Incansable compañera,
que me ha alentado y con su amor ha
mantenido, viva en mí, la llama de la espe-
ranza en el futuro

Con agradecimiento a los Sres. Ings.
Jorge A. Castaños Alcalá y Rafael Rojas
Gutiérrez, maestros de mi vida práctica,
por la oportunidad y el Interés prestado en
la realización del presente trabajo

A todos mis amigos, maestros y
compañeros, que desde mi niñez han
ido impactándome, dejando huellas im-
borrables

MI agradecimiento sincero a los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y a Sánchez y Cía., S. A. por la ayuda que me brindaron

PRESIDENTE	ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
VOCAL	MARIO GUEVARA VERA
SECRETARIO	JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA
1er. SUPLENTE	PABLO ALDRETT CRUZ
2o. SUPLENTE	ELVIA MARTINEZ IZAGUIRRE

Sitio donde se desarrolló el tema:

LABORATORIOS NACIONALES DE FOMENTO INDUSTRIAL

Sustentante:

GUILLELMO JAIME CALDERON

Asesor del Tema:

JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA

DESTINTADO DE PAPEL PERIODICO

I N D I C E

	PAG.
SINOPSIS	
I.- ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO	1
II.- CLASIFICACION DE PAPELES DE DESPERDICIO	4 ✓
III.- ASPECTOS GENERALES SOBRE TINTAS DE IMPRESION	7 ✓
IV.- ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE DESTINTADO	12 ✓
V.- ESTUDIO EXPERIMENTAL	32
VI.- EVALUACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	50
VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57 ✓
VIII.- B I B L I O G R A F I A	59

SINOPSIS

EN LA PRESENTE TESIS, SE DESARROLLA UNA METODOLOGIA EXPERIMENTAL QUE SE APLICA AL DESTINTADO DE PAPELES DE DIARIO.

SE EXPONEN ADEMAS LOS DATOS OBTENIDOS, TANTO EN LA ETAPA DE DESTINTADO, COMO EN UNA ETAPA DE BLANQUEO CON PEROXIDO DE HIDROGENO.

PARA LA REALIZACION DE LA EXPERIMENTACION, SE PROCURO QUE LOS CONSUMOS DE REACTIVOS SE MANTUVIERAN DENTRO DE LOS NIVELES COMERCIALES.

I.- ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El continuo desarrollo industrial, ha provocado que el hombre, en su afán de aumentar su productividad, llegue a casi agotar algunos de los recursos naturales y a producir simultáneamente una gran cantidad de desechos que conducen a la modificación del equilibrio ecológico.

Una forma de atenuar el deterioro del ambiente, es la reutilización de algunos productos de desecho con el doble propósito de evitar, por un lado, su acumulación y por otro aliviar de alguna manera las exigencias de consumo que se tienen sobre los recursos naturales.

En la Industria Papelera, resulta de especial interés la reutilización del papel de desperdicio, tanto desde el punto de vista del deterioro ambiental, como desde el punto de vista económico.

Actualmente, una gran cantidad del papel de desecho está destinada a la fabricación de láminas acanaladas de cartón, cartones, cartoncillos y papeles de envoltura e incluso de escritura.

Si se estudian las estadísticas relacionadas con el consumo nacional, se puede apreciar que México es altamente deficitario en la producción de papel para diario (7), pues en 1974 se produjeron 40 000 ton y el consumo fue de 256 477 ton anuales, habiéndose tenido - que importar 216 477 ton.

Sin embargo, el papel para diario no se produce en México en las cantidades requeridos por las siguientes razones:

- Es un producto de comparativamente bajo precio.
- El proceso ortodoxo, utiliza un alto porcentaje de pasta mecánica (80 %) y baja proporción de pulpa química (20 %); lo cual trae implícito que la "guía" sea de baja resistencia aumentando el riesgo de producción de merma.
- La rentabilidad de la inversión es poco atractiva.
- Las instalaciones deben ser de alta capacidad, por lo que se requieren fuertes inversiones.

En vista de lo anteriormente expuesto, se pensó recurrir al expediente de la reutilización del desperdicio de periódico para producir nuevamente papel para diario. Ya existen al respecto procesos conocidos de reutilización del papel de desperdicio mediante una técnica de destintado previo; pero, los procesos establecidos no pueden ser rigurosamente aplicados a los papeles mexicanos por lo cual, se recurrió al auxilio de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial para llevar a cabo una experimentación que permitiera extrapolar el

proceso de destintado a las materias primas de México y concretamente a la proveniente de uno de los diarios de mayor circulación, que presentó dificultades especiales y el cual se estimó en un rango de 5% a 15% sobre el volumen total nacional.

El presente trabajo, es una contribución experimental a la solución del problema.

II.- CLASIFICACION DE PAPELES DE DESPERDICIO.

1 - Se ha considerado conveniente, hacer una clasificación (8) de los papeles de desperdicio, pues es lógico preguntar el por qué no se utiliza para los fines de producción de papel para diario cualquier tipo de ~~papel~~ de desperdicio.

La Tabla ^{esta} que a continuación se presenta, muestra una clasificación de los papeles de desperdicio y su procedencia:

Tabla I

1.-	Viruta de 1a. "A"	Recorte de talleres de impresión, en papeles bond.
2.-	Rayada de agua	Recorte de libretas de escritura (tinta soluble en agua).
3.-	Couché	Recorte de impresión de revistas y libros de calidad.
4.-	Viruta de 1a. "B"	Papel bond o couché con una orilla impresa.
5.-	Tarjeta tabular	Tarjetas de máquinas IBM y similares.
6.-	Bond seleccionado	Papel bond de colores.
7.-	Rotograbado de 1a.	Papeles bond revueltos.
8.-	Viruta de 2a. "A"	Recortes de papel tipo periódico con una orilla impresa.

9.-	Viruta de 2a. "B"	Recortes de papel tipo periódico.
10.-	Cople fino	Recortes de cartoncillo plegadizo con caras blanca y crema.
11.-	Archivo blanco	Papel de archivo blanco.
12.-	Archivo color	Papel de archivo de colores.
13.-	Periódico en paquetes	Papel periódico empacado.
14.-	Revista fina	Revistas de buena presentación empacadas.
15.-	Comercial	Desecho de talleres de impresión, oficinas, etc.
16.-	Parafinado	Papel de envoltura procesado con hidrocarburos.
17.-	Kraft 100 %	Recortes de papel tipo Kraft sin blanquear de 100% pulpa virgen.
18.-	Kraft fino con 2a.	Recortes de manila (fibra corta).
19.-	Semi-Kraft	Cartón corrugado.

Un análisis de ésta Tabla, permite aseverar que existen papeles como el Viruta (hasta \$3.20 kg) de 1a. "A" que no podrán ser económicamente utilizables en la producción de papel para diario, debido a su alto costo y a su relativamente bajo potencial.

Otros papeles, como el Semi-Kraft, son por su color y composición totalmente inapropiados.

Se llega a la conclusión de que para una fábrica como la que nos ocupa, solamente se podrá depender de los tipos siguientes:

- 8.- Viruta de 2a. "A"
- 10.- Viruta de 2a. "B"
- 13.- Periódico en paquetes.

III.- ASPECTOS GENERALES SOBRE TINTAS DE IMPRESION.

El principal elemento que debe eliminarse del papel para destinar, es lógicamente la tinta.

Como las tintas tienen diferente composición, se ha creído indispensable referirse a la constitución de las mismas. (1) (4)

Naturaleza.- Las tintas de impresión, están hechas de una mezcla finamente molida de pigmento, barniz y solvente. Pueden tener también aditivos tales como ceras, fluidizantes, plastifican--tes, etc. para impartirles algunas propiedades especiales.

Se diferencian de las pinturas, porque no son consideradas co--mo recubrimientos, por la mayor dispersión de sus pigmentos y el espeor diez veces menor de las películas que forman.

Al barniz, se le conoce como vehículo y es el que fija el pig---mento al papel. El solvente se utiliza para disolver resinas for-madoras de películas; además, durante el secado se evapora y -deja una resina fijadora no volátil en forma de película.

Hay otras sustancias llamadas secadores metálicos o "cataliza-dores secantes" usados en tintas especiales que secan por poli--merización oxidativa y que facilitan la absorción del oxígeno del aire reduciendo el tiempo de secado.

Las características de las tintas están regidas por el acabado de impresión deseado, el tipo de impresión y la velocidad a la cuál

se efectúa ésta.

Métodos de secado de tinta.- Están regidos por los cambios - físicos y químicos que se presentan durante el secado y pueden ser por (4) :

- a) Evaporación de solvente o mezcla de solventes
- b) Absorción por el papel (adherencia mecánica)
- c) Gelación en la superficie de impresión
- d) Solidificación en caliente
- e) Precipitación deliberada
- f) Polimerización.

Relación entre el proceso de impresión, la tinta y el papel.- -

Quando se tienen máquinas de impresión de alta velocidad, se requiere de tintas de gran fluidez y viceversa.

El tipo de tinta, depende del papel a imprimir, de su capilaridad, de la cantidad de relleno, de su lisura, su terminado (calandrado) y del efecto deseado.

El papel debe estar libre de impurezas, así como de compuestos de azufre, ácido sulfúrico, álcalis, hipocloritos y alumbre - para no afectar el color, apariencia y permanencia del producto impreso. Debe tener buena opacidad, resistencia a la tensión, estabilidad dimensional, buen espesor y tersura. ✓

En el caso del papel periódico, se trata de un papel que por lo general no posee ningún recubrimiento o

carga y que además posee una superficie áspera que facilita la penetración rápida de la tinta. Establecido ésto, lo apropiado es utilizar un sistema de impresión rápida, dado el número de ejemplares requerido, lo que implica el uso de una tinta flúida que combine la absorción de la misma sobre la superficie del papel y un secado rápido por evaporación de solvente. Dicha tinta estará constituida "grosso modo" por un vehículo (generalmente aceite de linasa), pigmento, solvente y poco o ningún fijador. (4)

Clasificación.- La clasificación de las tintas de impresión, puede hacerse considerando: 1) su forma de secado (mencionada anteriormente), 11) su forma de impresión y 111) algún uso o característica especial que las distinga.

La tinta empleada para la impresión de papel periódico, se considera dentro de las del primer grupo (ver incisos a y b) y puede ser considerada también dentro de las del segundo grupo, pero en forma secundaria; ya que, las características principales están regidas por los cambios físicos y químicos que ocurren durante el secado y depositación de la tinta.

Entre las tintas del segundo grupo, se tienen las siguientes:

- 1.- Tintas para impresión en offset y tipográficas.- Pueden secar por absorción, evaporación a alta temperatura, oxidación, coagulación o cualquier combinación de éstos pro-

cesos. Cuando el secado es lento, se usan tintas a base de aceite de linasa, el cual tiende a polimerizarse, pero su resistencia a los agentes destintantes no aumenta grandemente. Actualmente, se requiere durante la impresión de un secado rápido y para lograrlo se usa una solución de resina en un solvente que se evapora dejando una película donde permanece el fijador con el pigmento.

- 2.- Tintas flexográficas.- Secan por evaporación de solvente. Se conocen también como tintas de anilina. Más del 80% de las tintas que actualmente se usan para éste proceso - constan de una dispersión de pigmento en un solvente y resinas como vehículo.
- 3.- Tintas para rotograbado.- Utilizan combinaciones de pigmento, solvente y fijador (etil-celulosa, nitrocelulosa, hule clorado o resinas vinílicas). En ocasiones se usa gilsonita para impartir una coloración sepia, negra o verde.

Los fijadores de nitrocelulosa y vinílicos son atacados por los álcalis, los otros son resistentes.

También se usan como fijadores dispersiones de Latex finamente dividido o de hules sintéticos. Al evaporarse la fracción volátil, las partículas ahuladas permanecen con el pigmento formando una película seca sobre la superficie del papel. Estos fijadores son altamente re-

sistentes a la acción de los álcalis y presentan problemas para destintar.

Entre las tintas del tercer grupo, se tienen las siguientes:

- 1.- Tintas de depositación en caliente o al vapor (*)
- 2.- Tintas de depositación rápida
- 3.- Tintas de alto brillo (*)
- 4.- Tintas metálicas (*)
- 5.- Tintas de depositación en cera (*)
- 6.- Tintas de color acuoso
- 7.- Tintas de depositación en frío (*)
- 8.- Tintas magnéticas (*)
- 9.- Tintas fluorescentes (*)

(*) causan problemas para destintar.

IV. ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE DESTINTADO.

Naturaleza del Proceso.- El destintado de papel puede ser definido, "grosso modo", como: "La acción de eliminar la tinta y materiales no fibrosos de una pasta de papel de desperdicio", (1). El proceso presenta una amplia aplicación en diferentes - clases de papel de desperdicio para producir una gran variedad de pastas celulósicas.

Comúnmente, se lleva a cabo en medio acuoso pero no hay razón alguna para no hacerlo en cualquier otro solvente en casos especiales.

Historia.- La reutilización del papel, a través del destintado, fué efectuada por primera vez en una planta Danesa de George Illy en 1695. Cien años después, la primera patente sobre destintado fué dada en Inglaterra a Mathias Koops.

La rápida expansión en la fabricación de papel durante el siglo XIX, generó una gran cantidad de desperdicio que debía ser reusado o destruído. Su reutilización se enfocó a la fabricación de materiales de construcción, cartones, etc. (1).

Durante los primeros años, el proceso se hizo muy apegado al significado del término: "Removiendo el máximo de tinta, para hacer pasta celulósica". Recientemente, debido a los avances alcanzados en materia de impresión, recubrimientos y modifi-

cación de papel, el proceso tiene una definición diferente: --
"PROCESO PARA PRODUCIR PASTA CELULOSICA UTIL A
PARTIR DE PAPEL DE DESPERDICIO, ELIMINANDO UNA --
EXTENSA VARIEDAD DE MATERIALES NO CELULOSICOS".

Versatilidad del Proceso.- Dependiendo de las características de la materia prima, se efectúan modificaciones en los reactivos seleccionados, en el equipo y en las condiciones de operación. Desde luego, la materia prima depende del carácter de la tinta, materiales no celulósicos presentes y el uso al cual se vaya a destinar la pulpa final.

Usos.- Algunos papeles destintados ricos en pasta mecánica, se emplean para hacer productos moldeados para envasar huevos u otros artículos. Las pulpas que provienen de periódico de desperdicio se emplean como materia prima fundamental para producir nuevamente este tipo de papel, obteniéndose papeles de buena calidad, mediante la adición de un porcentaje relativamente bajo de pulpa virgen. Otros papeles destintados, - substancialmente libres de pasta mecánica, se emplean para la fabricación de papeles de impresión.

En términos generales, se considera conveniente, integrar las plantas de destintado a las fábricas de papel con miras al abatimiento de costos.

Se enumeran a continuación, algunas de las ventajas y desven-

tajas que, para México, tiene la producción de pulpa secundaria (1).

Ventajas en el uso de pulpa destintada:

- 1.- Influye como amortiguador en el mercado de la pulpa en tiempos de escasez.
- 2.- Su utilización disminuye la contaminación ambiental.
- 3.- Proporciona nuevas fuentes de trabajo.
- 4.- Los tipos de pulpa destintada, destinados para emplearse en impresión, imparten propiedades especiales a determinados papeles que utilizan pulpas vírgenes de madera, pues en algunos casos se logra:
 - a) Incremento en la opacidad.
 - b) Menor tendencia al corrimiento de tintas debidos a cambios en el contenido de humedad.
 - c) Menor producción de "peluza".
 - d) Mejor formación.
 - e) Mejor retención de encolantes y cargas.

La pulpa destintada requiere menos refinación y dispersión, por lo que el equipo empleado en la sección de preparación de éstas pastas es menos pesado que el empleado en la fabricación del papel original.

La pulpa destintada, puede beneficiarse usando mezclas de pulpa mecánica y pulpas vírgenes.

Desventajas de la Pulpa Destintada.-

- 1.- Puede bajar la resistencia debido a que las fibras se acortan, haciendo necesaria la adición de pulpa virgen.
- 2.- Baja la brillantez, limitando la proporción de pulpa regenerada.
- 3.- El drenado de la pulpa es lento, por lo que hay que añadir pulpa virgen para incrementarlo.
- 4.- Hay problemas de impurezas de tinta y materiales no celulósicos, cuando éstos no han sido correctamente eliminados en las operaciones de cocción y lavado.
- 5.- Hay problemas serios en la impresión, causados por partículas de materiales con propiedades adhesivas.
- 6.- Puede haber variaciones de color, brillantez, resistencia y drenado de la pulpa obtenida, debidas a cambios en la naturaleza de la materia prima.
- 7.- Los efluentes de una planta de destintado, pueden presentar el problema de la eliminación de los residuos (contaminación).

Diferentes Procesos de Destintado.- El proceso de destintado, puede ser resumido en tres operaciones básicas: a) desfibrado o preparación de la materia prima, b) cocción y c) eliminación del material no celulósico.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que las dos primeras operaciones son prácticamente las mismas en todos los casos; esto es, prevalece el principio fundamental de ambas operaciones. Es en la operación de eliminación del material no celulósico, donde se encuentran diferencias sustanciales, que son las que definen a los distintos procesos.

Se conocen dos tipos fundamentales de procesos de eliminación:

A) Por "FILTRACION"

B) Por "FLOTACION"

A) El proceso por "FILTRACION", implica la separación de partículas de pigmento y cargas a través de una malla -- de alambre. Esto puede hacerse industrialmente, utilizando lavadores de cascada o de tambores. (3) (5) (13)

En el empleo de lavadores del tipo de "cascada", la pulpa se ajusta a una consistencia entre 0.5% y 1%. El procedimiento implica la eliminación del exceso de agua para extraer los sólidos disueltos y en suspensión (pudiéndose clasificar el tamaño de partícula de éstos últimos). La pulpa se alimenta por la parte inferior o posterior de la caja de entrada y se desborda sobre una pendiente formada por la tela de alambre. El agua se va drenando, conforme se va deslizando la pulpa la cual per

manece sobre la superficie y sigue su viaje hacia la caja de descarga, la cual está provista de un fondo falso. - El agua drenada fluye hasta una sección de la caja de descarga, por donde es eliminada.

Durante el paso de la pulpa sobre la tela de alambre, se elimina una gran cantidad de agua con un cierto porcentaje de sólidos disueltos y otros en suspensión que son lo suficientemente pequeños para pasar a través de la malla. En una planta que utilice éste tipo de equipo, se pueden - hacer diferentes arreglos con unidades de uno o más pasos según sean los requerimientos de capacidad y espacio. A continuación, se ilustran algunos lavadores de cascada de uno y varios pasos. (Figs. 1 y 2)

Los lavadores de "tambor" (Fig.3), son de tipo especial - empleados para el lavado de pulpa. Consisten en un cilindro giratorio forrado con una malla fina. Debajo de la malla, en determinadas zonas, están colocadas unas cajas de succión que extraen el agua de la suspensión de pulpa. El tambor gira parcialmente sumergido en una suspensión fibrosa (consistencia de 0.5% a 1%) y por la diferencia - de presión, la pulpa se adhiere en la superficie del tambor formando una "torta" y drenando el agua hacia las - cajas de succión en el interior del mismo. El lavado es

FIG. 1 LAVADORES DE CASCADA

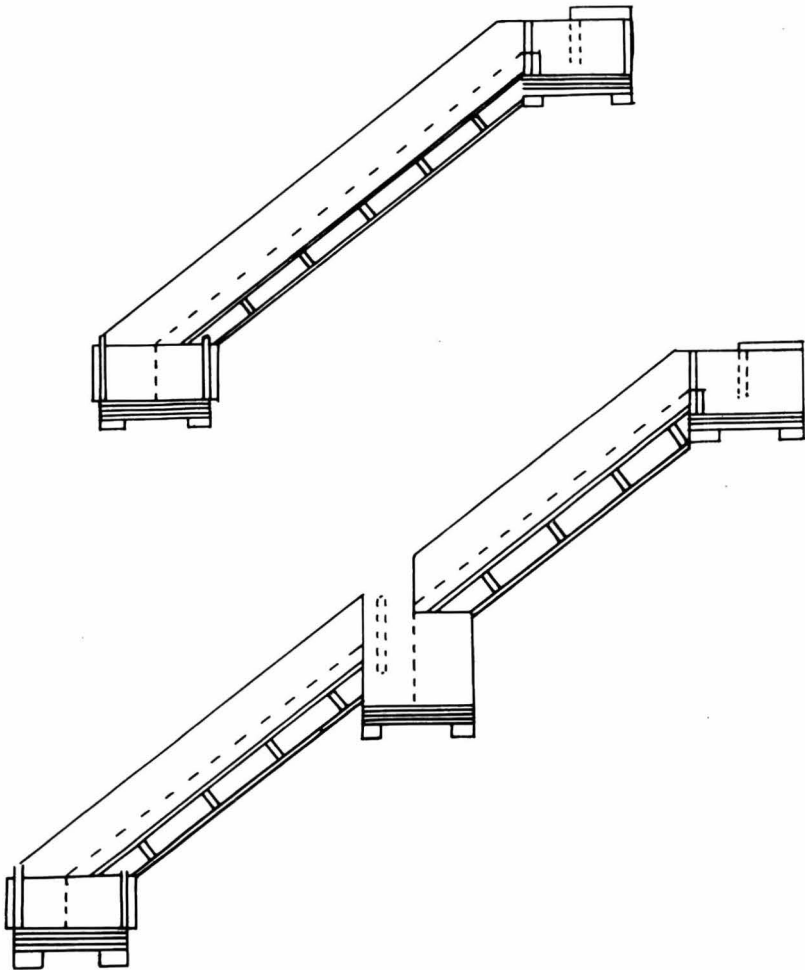
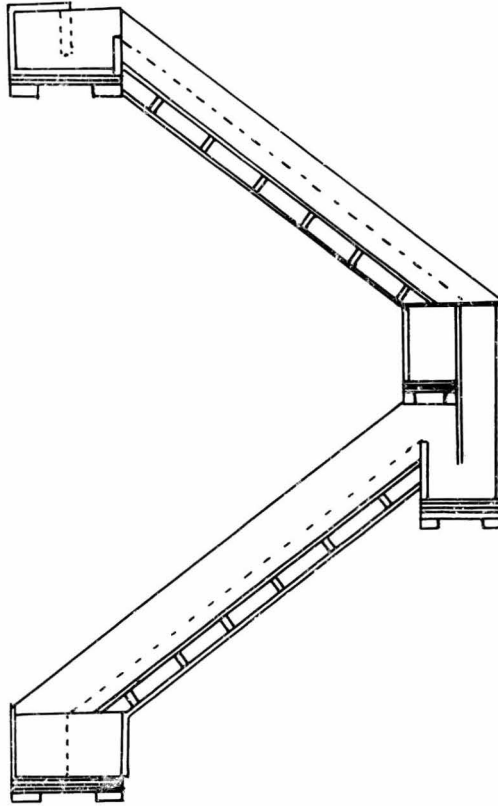


FIG. 2 LAVADORES DE CASCADA



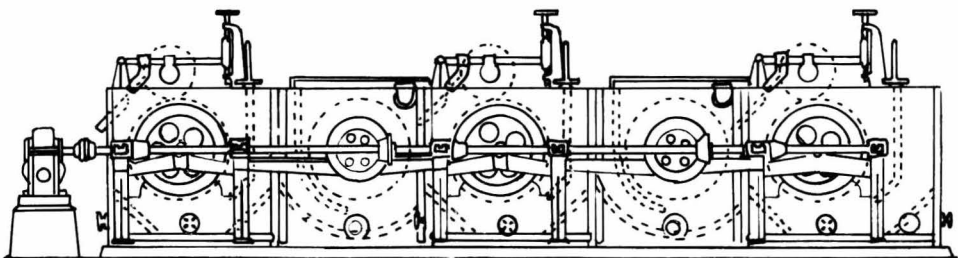


FIG. 3 LAVADORES DE TAMBOR

efectúa con el agua suministrada por unas regaderas de presión que inciden perpendicularmente sobre la torta formada.

En el uso de ambos tipos de lavadores, el agua de lavado puede recircularse dentro de un arreglo de varias unidades. (Fig. 4)

- B) En el proceso por "FLOTACION", se involucran dos etapas esenciales. (15)

En la primera, el pigmento de la tinta es separado de la fibra mediante un desfibrado previo y por la acción de los agentes destintates seleccionados (cocción).

La segunda etapa, implica la separación de dicho pigmento mediante la flotación del mismo, facilitada por la adición de agentes tensoactivos, aire y una agitación leve.

A continuación, se presenta un esquema que ilustra lo que ocurre durante la flotación. (Fig. 5)

Las propiedades hidrofóbicas del pigmento se incrementan por la adición de un agente químico, que lo rodea y facilita su arrastre hacia la superficie por medio de burbujas de aire que constituyen el medio de transporte de las impurezas.

En las celdas de flotación, la espuma que contiene al pigmento se remueve por medio de un cilindro giratorio pro

FIG. 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE DOS UNIDADES DE DOS PASOS

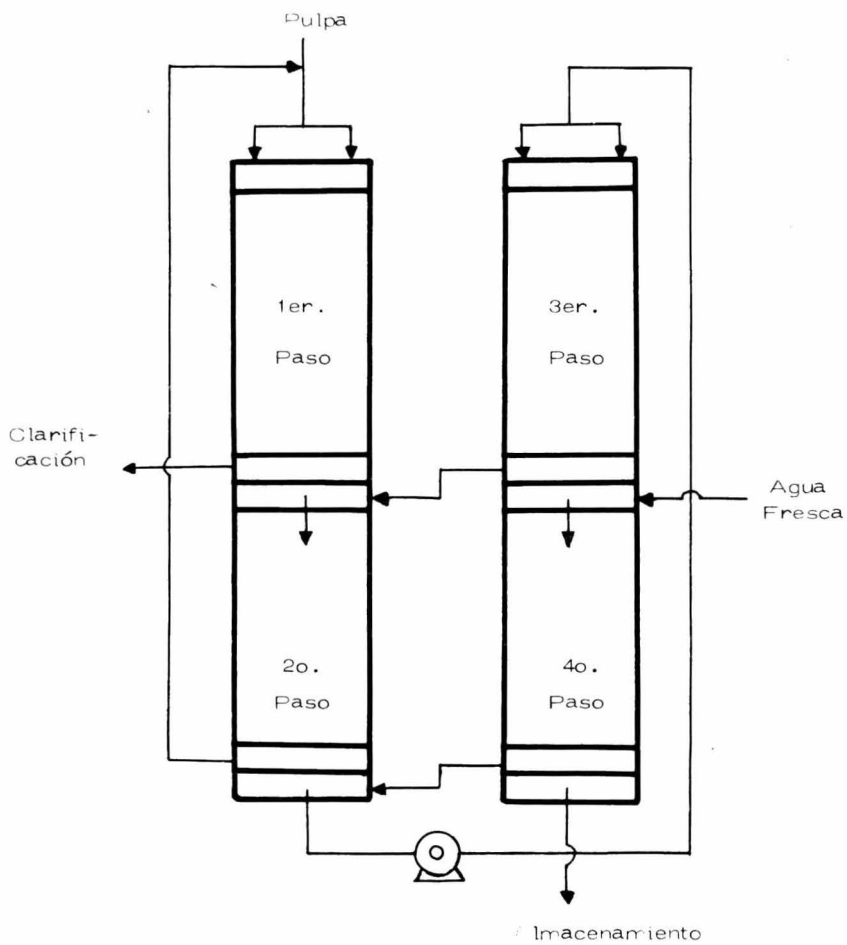
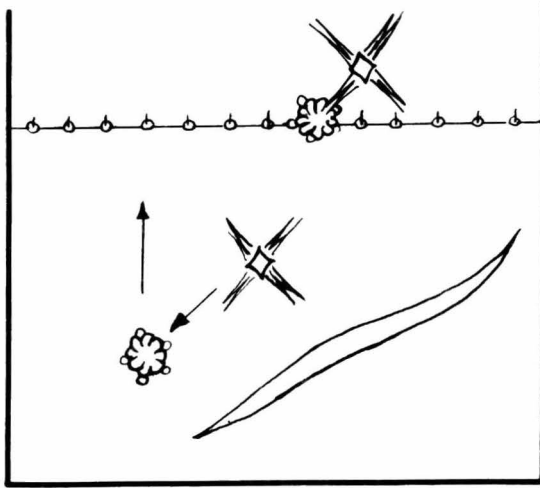
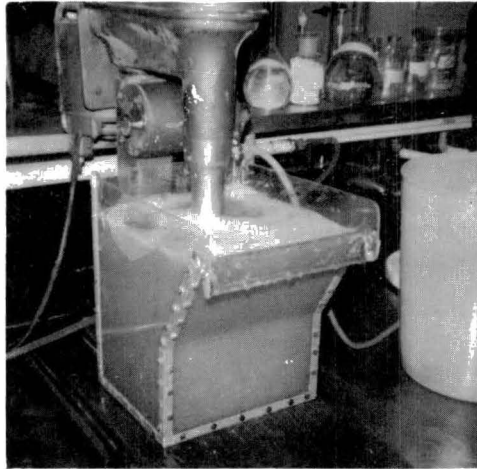


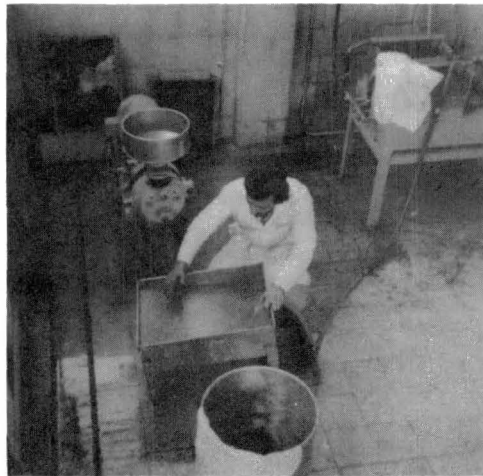
FIG. 5 DINAMICA DE LA FLOTACION.



- ⊛ Burbuja de aire
- ◇ Pigmento
- Fibra
- ⚡ Agente Tensoactivo
- Espuma



CELDA DE FLOTACION



FILTRACION SIMULADA

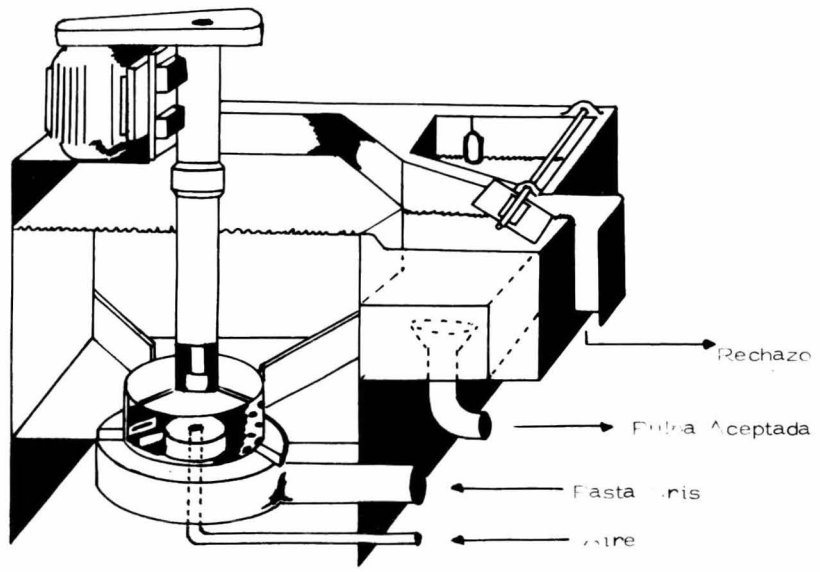
visto de paletas y es mandada hacia otras celdas colocadas en serie a fin de reducir la pérdida de fibra al mínimo. La pulpa aceptada es separada por debajo de la espuma a un nivel previamente ajustado.

En un arreglo de varias celdas de flotación, el número de celdas está condicionado a los requerimientos de producción.

La ventaja que presenta el proceso de flotación reside en la economía de agua; ya que, ésta puede recircularse en las celdas de flotación (aumentando además los rendimientos) o bien puede utilizarse en otros servicios.

A continuación, se ilustra una celda de flotación (Fig. 6) que puede considerarse de tipo general, así como un arreglo esquemático de varias celdas (Fig. 7) y un diagrama de flujo de una planta europea, (3.1). (Fig. 8)

FIG. 6 CELDA DE FLOTACION



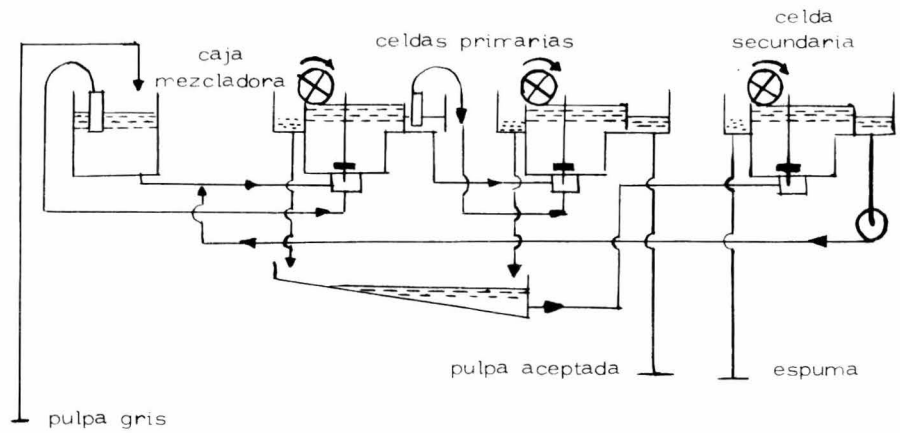


FIG. ARREJULO ESQUEMATICO DE FLOTACION

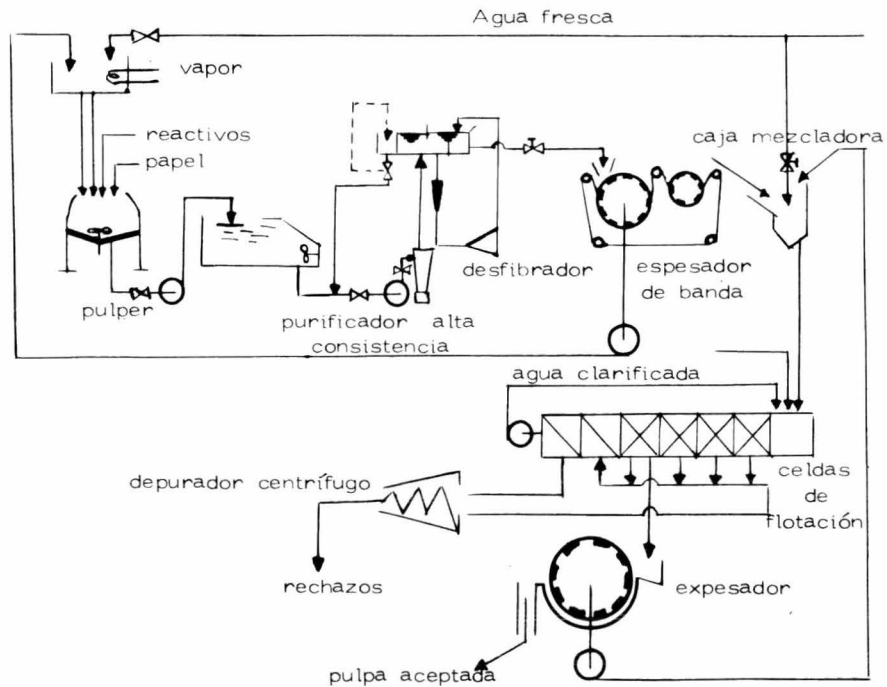


Fig. 8 DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA PLANTA EUROPEA DE DESTINTADO

Variables del Proceso.- A continuación, se mencionan las -- principales variables que intervienen en el proceso de destinta do y su influencia en el mismo. (1) (5) (9)

- a) Consistencia.- Mediante un ajuste adecuado de la con sistencia, se favorece la distribución de reactivos y un buen efecto mecánico entre las fibras. Durante el proceso de cocción, se utilizan más comúnmen te consistencias de 5% a 8% aunque pue de haber procesos en los que se em-- pleen consistencias fuera de éste rango. Durante la flotación y el lavado, la con sistencia oscila entre 0.5% y 1.5% para favorecer la dispersión del pigmento.
- b) Temperatura.- Durante la cocción, se utilizan rangos de temperatura muy variables (desde - 37°C hasta 100°C ó más) dependiendo - de los requerimiento de la materia pri ma. La presión usualmente es la at-- mosférica; pero cuando se requieren - temperaturas superiores a los 100°C, se trabaja a presión en recipientes ce rrados.

c) Tiempo.-

El tiempo de "digestión" es muy variable y puede fluctuar desde unos cuantos minutos hasta varias horas según sean los requerimientos de cada materia prima. Se fija en función de los resultados obtenidos.

d) Secuencia de Operación.- Es muy importante en lo que

se refiere a la "digestión". Se ha observado que para un destintado más efectivo, la tinta debe dispersarse tan pronto como se ha separado de la fibra.

Por otra parte, existen dos posibilidades de comportamiento del sistema fibra celulósica-tinta:

- 1.- Las partículas de tinta se pueden aglomerar entre sí.
- 2.- Las partículas de tinta se redepositan en la fibra.

Estas dos posibilidades se presentan siempre en el proceso, pero en proporciones variables. En general se recomienda efectuar un desfibrado previo a la cocción. Solamente, cuando predomina el primer caso, es recomendable alterar la secuen-

cia efectuando el desfibrado en presencia de los reactivos.

e) Agitación.-

La agitación durante la cocción, permite la difusión del licor de cocción dentro de la pulpa, acelerando la acción de los reactivos. También permite una distribución uniforme del calor a través de todo el sistema.

Además, durante la flotación promueve el rompimiento de las burbujas de aire facilitando el acarreo de las partículas de tinta.

V.- ESTUDIO EXPERIMENTAL.

Destintado.-

En las experiencias previas a éste estudio, en las cuales se utilizaron formulaciones convencionales para el destintado de papel periódico, se obtuvieron pastas de buena calidad exceptuando las provenientes del periódico que nos ocupa, las cuales presentaban un tinte rojizo.

Teniendo en cuenta que; los requerimientos fundamentales para el establecimiento de una fórmula de destintado comprenden (13):

- a) El empleo de un álcali para saponificar el vehículo de la tinta. (Hidróxido de sodio, carbonato de sodio, hidróxido de calcio, etc.).
- b) Un agente tensoactivo para mantener las partículas de tinta en suspensión. (Jabones de sodio de ácidos grasos, silicato de sodio, alcoholes alifáticos sulfonados, etc.).
- c) Un agente dispersante para evitar la aglomeración de las partículas del pigmento separado de las fibras y para emulsificar los aceites o ceras no-saponificables presentes en las tintas (Silicato de sodio, bentonita, sílica gel, etc.).
- d) A menudo se usa un agente "ablandador" para disolver las resinas sintéticas que puedan estar presentes en las tintas. (Solventes orgánicos -keroseno-). En el presente

estudio, se consideró importante elaborar una fórmula que, además de que cumpliera con los requerimientos establecidos, comprendiera la inclusión de un agente que modificara el pigmento residual responsable de la tonalidad rojiza de la pulpa procesada. En este caso particular, se incluyó el sulfito de sodio, (6).

Material y Reactivos.-

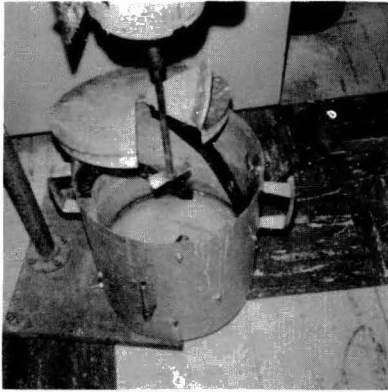
- 1.- Tanque con agitador central para efectuar un desfibrado previo.
- 2.- Tanque "digestor", con agitador central de velocidad variable, para llevar a cabo la "cocción".
- 3.- Clasificador Bauer McNet para realizar el lavado de la pulpa utilizando mallas 150.
- 4.- Formador de hojas.
- 5.- Matraces y probetas graduados.
- 6.- Bolsas de polietileno para efectuar el blanqueo de la pulpa destintada.
- 7.- Hidróxido de sodio (lentejas).
- 8.- Silicato de sodio (polvo).
- 9.- Sulfito de sodio (polvo).
- 10.- Peróxido de hidrógeno (solución).

Operatoria.-

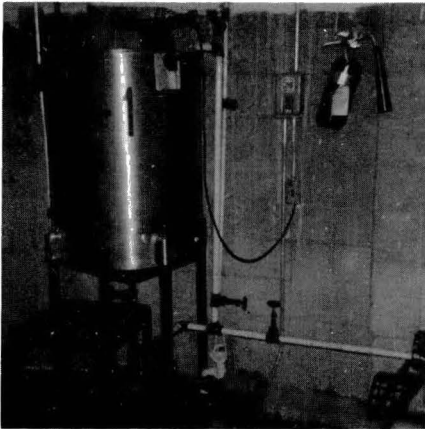
Para los fines de éste estudio, se procedió partiendo de

los fundamentos establecidos anteriormente y que rigen el proceso, seleccionando condiciones de operación de acuerdo al criterio general aplicado en la industria.

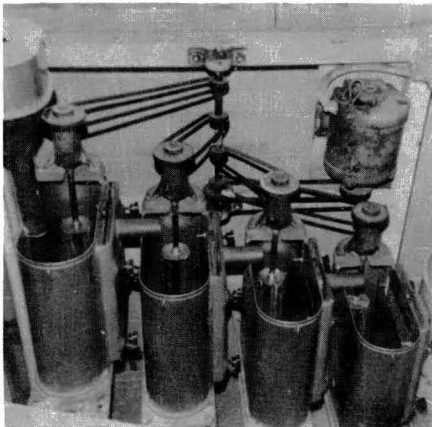
A continuación se presenta la Tabla II donde se resumen las experiencias realizadas y se presentan las variables manejadas.



DESFIBRADOR



DIGESTOR



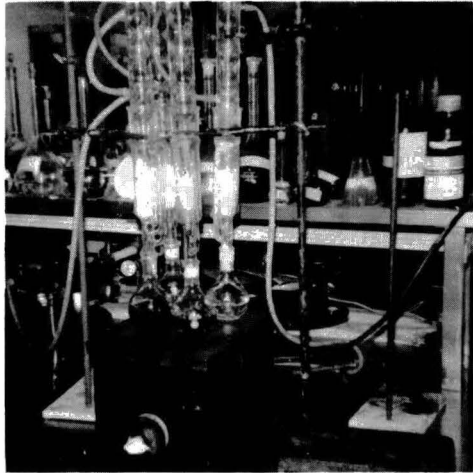
CLASIFICADOR BAUER MAC. NATT

P R U E B A S D E D E S T I N T A D O I I

T A B L A I I

Nº	REACTIVOS %/M.P.S.	CONSIST. %	TEMPERATURA °C	TIEMPO min	pH	OBSERVACIONES	
1	Peróxido de Sodio	2	85	45	12.3	Esta es una formulación base que se aplicó en el estudio previo. Los resultados dieron lugar a una pulpa rojiza.	
	Silicato de Sodio	5					7
	Hgonic-PE-90	1					
2	Sulfito de Sodio	2	85	45	12.0	En esta formulación, se intentó dar un tratamiento reductor empleando el sulfito de sodio. Para fines prácticos, se cambió el agente tensoactivo. La pulpa resultante presentó la misma tonalidad rojiza aunque menos intensa.	
	Silicato de Sodio	5					7
	Hidróxido de Sodio	1					
	Estearato de Sodio	2					
3	Sulfito de Sodio	6	85	45	12.0	El incremento del sulfito de sodio, muestra su influencia positiva en el proceso; por lo que, se tomará como componente principal en la formulación.	
	Silicato de sodio	5					7
	Hidróxido de sodio	1					
4	Estearato de sodio	2	Ebullición	60	-	Se tuvo la oportunidad de observar que la acetona remueve el pigmento remanente en la pulpa procesada, mediante una extracción a reflujo. La pulpa resultante, ya no presenta la coloración rojiza.	
	Acetona (Reflujo)	-					

N°	REACTIVOS	%/M.P.S.	CONSIST. %	TEMPERATURA °C	TIEMPO min	pH	OBSERVACIONES
5	Etanol (Reflujo)			Ebullición	30		El pigmento fué removido satisfactoriamente en los casos en que se usó un solvente polar; aunque existe una diferencia muy grande en los tiempos de extracción.
	Benceno (Reflujo)		-		60	-	
	Agua (Reflujo)				360		
6	Etanol (Reflujo)		-	Ebullición	60	-	Se empleó el papel, únicamente desfibrado. El resultado fué una pulpa rojiza con fragmentos laminares de la tinta. Se pone de manifiesto la necesidad de una operación adicional que rompa la afinidad tinta-pulpa.
	Acetona (Reflujo)						
7	Agua Destilada		5	18	10	6.9	La tinta no se dispersa, permaneciendo en forma de fragmentos.
	Agua de la llave					6.9	
8	Agua Destilada		5	75	10	5.7	La tinta se dispersa homogéneamente aunque permanece la tonalidad rojiza.
	Agua de la llave					6.7	
9	Hidróxido de Sodio	2	5	75	25	11.0	La tonalidad rojiza fué más intensa. La tinta se dispersa homogéneamente.



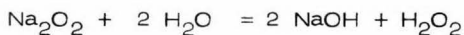
EXTRACCIONES CON DIFERENTES
SOLVENTES

N°	REACTIVOS	%/M.P.S.	CONSIST. %	TEMPERATURA °C	TIEMPO min	pH	OBSERVACIONES
10	Sulfito de Sodio	4	5	75	25	8.3	La tinta se dispersa homogéneamente y la tonalidad rojiza disminuye. Aprovechando el efecto que tiene la temperatura y lo que se observó -
11	Sulfito de Sodio	8	5	75	25	8.3	en la experiencia núm. 5 al emplear el agua como medio de extracción - (después de la cocción), se hizo una dilución en agua caliente previa al lavado, y se logró eliminar casi por
12	Sulfito de Sodio	12	5	75	25	8.3	completo la tonalidad rojiza, por lo que en experiencias posteriores se seguirá aplicando este método.
13	Sulfito de Sodio	20	5	75	25	8.3	Resultados similares a los 3 anteriores.
14	Sulfito de Sodio	12	5	75	15	8.3	Los resultados fueron iguales a las experiencias 10 a 13.
15	Sulfito de Sodio	4	5				Se obtuvo una pulpa de tonalidad grisácea, aunque se observa que la separación de la tinta no es muy efectiva. El tratamiento posterior con hidrosulfito es poco efectivo.
	Hidrosulfito de Zinc	1.0		60	30	- -	

N°	REACTIVOS	%/M.P.S.	CONSIST. %	TEMPERATURA °C	TIEMPO min	pH	OBSERVACIONES
16	Sulfito de Sodio	4					La pulpa obtenida presenta una tonalidad ligeramente rojiza, que se eliminó haciendo una dilución en agua caliente, previa al lavado, según se mencionó en las experiencias Nos. 10-13.
	Hidróxido de Sodio	1.5	5	75	25	10,8	
	Silicato de Sodio	1.0					
17	Sulfito de Sodio	6					La pulpa presentó una tonalidad rojiza menor que en el caso 16 y que igualmente fué eliminada mediante un paso de dilución en agua caliente, previo al lavado.
	Hidróxido de Sodio	1.5	5	75	25	11	
	Silicato de Sodio	1.0					
18	Sulfito de Sodio	4					Los resultados fueron similares a los obtenidos en los dos casos anteriores.
	Hidróxido de Sodio	1.5	5	75	15	9.5	
	Silicato de Sodio	1.0					
19	Sulfito de Sodio	4					Los resultados fueron satisfactorios y similares a los de la experiencia anterior.
	Hidróxido de Sodio	1.5	5	75	15	9.5	
	Silicato de Sodio	1.0					

Las experiencias Nos. 1, 2 y 3 muestran en primer lugar, el comportamiento del periódico problema a través de un proceso convencional y ponen de manifiesto la influencia del nuevo reactivo aplicado.

Los cambios que se hicieron, adicionando hidróxido de sodio y cambiando el detergente comercial, no tienen mayor influencia; ya -- que, la acción de los otros reactivos se mantiene. El hidróxido de sodio era suministrado por el peróxido de sodio por descomposición -- de éste en medio acuoso:



El estearato de sodio al igual que el detergente comercial, tiene propiedades tensoactivas y dispersantes.

Las experiencias Nos. 4, 5 y 6 fueron de gran importancia. Estas experiencias ponen de manifiesto el carácter polar del pigmento residual y a la vez demuestran la posibilidad de removerlo usando agua como medio de extracción.

Por razones de seguridad y de carácter económico, se descarta la posibilidad de solucionar el problema por éstos medios. Además, la experiencia núm. 6 demuestra que es indispensable un tratamiento previo que rompa la afinidad tinta-pulpa, lo que implicaría una doble -- operación.

Las experiencias Nos. 7 y 8, tienen por finalidad demostrar - que no existe una influencia contundente del agua empleada, concluyéndose que no es necesario usar agua destilada para el proceso. Muestran además el comportamiento de la tinta al ser desintegrado el papel.

Lo anterior tampoco justifica el empleo de aguas muy duras. - Por otra parte, el hecho de trabajar a una temperatura relativamente alta, resultó provechoso durante el proceso.

En la experiencia No. 9, se demostró que una alcalinidad alta es la responsable del "sangrado" del pigmento de la tinta.

En las experiencias posteriores, 10 a 13, se presenta el efecto positivo que tiene el sulfito de sodio y los resultados obtenidos al aplicarlo a diferentes concentraciones, manteniendo las demás condiciones constantes.

Entre otras cosas, se capitalizó el efecto extractivo del agua caliente (60°C) sobre el pigmento residual.

En base al comportamiento observado, se hicieron dos experiencias aisladas: la No. 14, escogiendo un porcentaje intermedio a los empleados, a fin de observar los resultados que se obtendrían al disminuir el tiempo de operación.

La experiencia no. 15, tuvo por finalidad ver si un tratamien

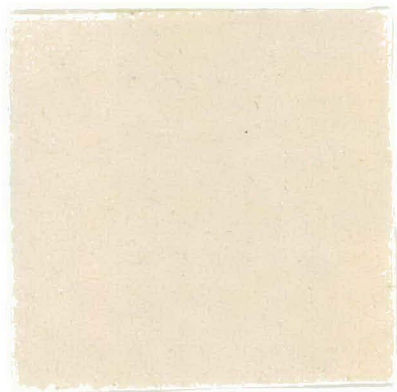
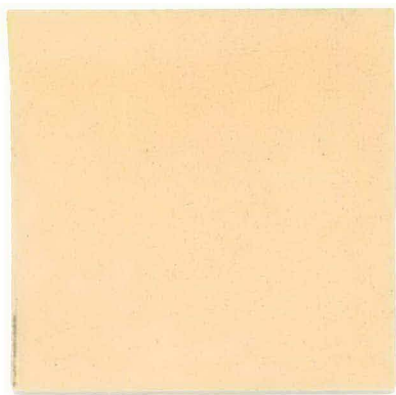
to, posterior al sulfito de sodio, con hidrosulfito de zinc redituaria - alguna ganancia en el aspecto de la pulpa. Los resultados no fueron satisfactorios por lo que se descartó esta posibilidad.

Cabe hacer notar que, a lo largo de estas últimas experiencias, la tonalidad rojiza ya no persiste; sin embargo, se observó que la separación de la tinta no es tan efectiva como es deseable, por lo que - se pensó en integrar el sulfito de sodio con otros agentes químicos que ayudaran al "rompimiento" efectivo de la afinidad tinta-fibra. Esto dió lugar a las experiencias Nos. 16, 17 y 18.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios y de acuerdo a - lo esperado. Se observó también, que a partir de un tiempo de 15 - min de reacción, no había ya ningún cambio apreciable en el aspecto de la pulpa, por lo que en la última experiencia (no. 18) se disminuyó el tiempo de operación a 15 min.

Con los datos anteriores, se pudo diseñar un proceso y una o - peración efectivos en el tratamiento de destintado del papel problema.

Desde el punto de vista práctico, faltaba comprobar el compo^u - namiento de una mezcla comercial de papel periódico de desperdicio (10% periódico problema y 90% periódico común), frente a la formula - ción diseñada, efectuándose la experiencia no. 19 con resultados posi^u - tivos y similares a los de la experiencia no. 18.



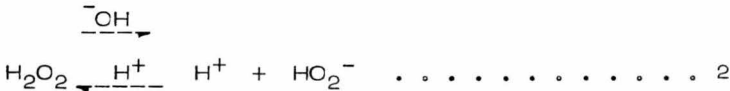
PAPEL DESTINTADO

Por otra parte, se deja abierta la alternativa de efectuar un blanqueo posterior al destintado, cuyos fundamentos y aspectos teóricos se presentan a continuación:

Blanqueo.- En la literatura, (11), se menciona que los agentes oxidantes son más efectivos que los reductores durante el blanqueo de pulpa mecánica.

Los agentes oxidantes más utilizados en el blanqueo de pulpa mecánica, son los peróxidos de sodio e hidrógeno. Durante la descomposición de los peróxidos, se forma agua y oxígeno naciente, al cual se le considera como el agente blanqueador activo.

Las reacciones de descomposición de ambos peróxidos son:



El ión HO_2^- , es considerado como el agente blanqueador activo en el blanqueo en medio alcalino. En éste medio, la formación del ión HO_2^- es favorecida por la neutralización de iones H^+ .

La ecuación 2, puede ser considerada como continuación de la 1; por lo que, podría usarse un peróxido u otro como agentes de blanqueo.

En el caso en el cual se usa peróxido de sodio, la cantidad de

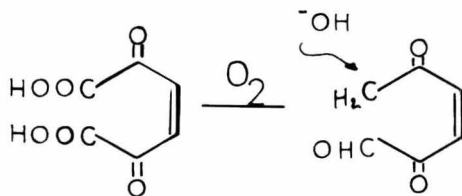
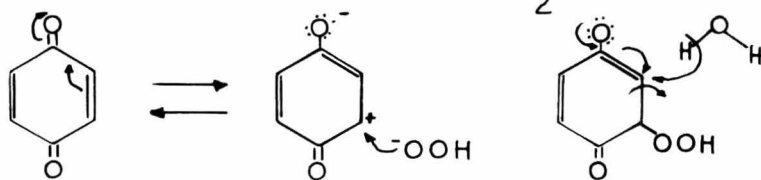
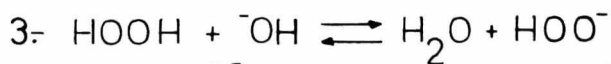
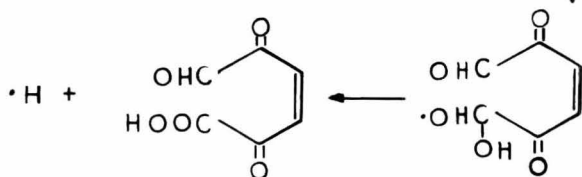
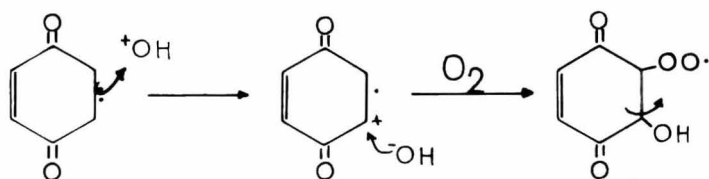
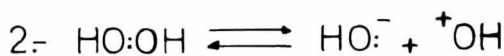
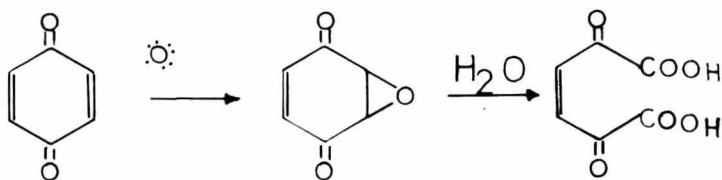
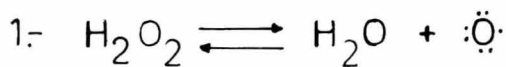
sosa formada excede de la cantidad requerida para obtener mejores resultados; por lo que, es necesario neutralizarla parcialmente, añadiendo preferentemente ácido sulfúrico. Por el contrario, cuando el licor de blanqueo es preparado a base de peróxido de hidrógeno, debe añadirse una pequeña cantidad de sosa, debido al carácter ligeramente ácido del peróxido.

La descomposición del peróxido de hidrógeno, es catalizada positivamente en presencia de iones metálicos tales como: cobre, hierro y manganeso. Este efecto catalítico es retardado utilizando agentes estabilizantes (silicato de sodio).

La razón por la cual debe mantenerse una alcalinidad controlada e inhibirse la acción catalítica de los iones metálicos, está fundamentada en el hecho de que para una mayor efectividad en el blanqueo, la liberación del oxígeno y el consumo del mismo por la pulpa, deben tener sensiblemente el mismo gradiente.

La acción del peróxido de hidrógeno, se explica, por la apertura de los anillos de antocianina (presentes en los compuestos coloridos de la pasta mecánica), para formar compuestos incoloros (10).

A continuación se presentan tres posibles mecanismos de reacción, para explicar la acción del peróxido de hidrógeno:



Operatoria del Proceso de Blanqueo.- Se puede resumir en -
cuatro operaciones:

- a) Preparación del licor de blanqueo.
- b) Homogeneización rápida de la pulpa y el licor.
- c) Retención del reactivo, durante un tiempo suficiente, pa
ra que la reacción se complete.
- d) Neutralización de la pasta, hasta el pH deseado.

Variables del Proceso de Blanqueo.- Aunque no es posible pre-
decir los requerimientos exactos para un caso específico, la ma
yoría de las variables pueden ser definidas con buena aproxima-
ción.

Peróxido de Sodio.- La cantidad de peróxido, está determina-
da por factores económicos. Los datos reportados, establecen
que un rango de 1 a 2% de peróxido de sodio, o su equivalente
de peróxido de hidrógeno como oxígeno activo, en base seca, -
es bastante efectivo.

Consistencia.- La consistencia tiene un marcado efecto sobre el
tiempo y sobre el incremento de blancura; siendo inversamente -
proporcional al primero y directamente proporcional al segundo.

Alcalinidad.- Puede ser variada por adición de ácido sulfúrico,
silicato de sodio o sosa cáustica. Para mayores incrementos -
de blancura, una vez adicionado el licor de blanqueo, la pulpa -
deberá tener un pH entre 10 y 10.5.

El total de álcali, calculado como hidróxido de sodio, deberá estar comprendido entre 1.2 y 1.9%/Materia Prima Seca.

Temperatura.- A consistencias dadas, el tiempo varía inversamente con la temperatura. Los rangos de temperatura más usados, son de 37 a 50°C.

Tiempo.- El tiempo empleado para completar el blanqueo, va a ser función de las variables antes mencionadas.

Neutralización.- Se efectúa convenientemente a consistencias de 3 a 5% con la adición de dióxido de azufre, sulfito ácido o metabisulfito de sodio hasta obtener el pH deseado.

Con una agitación eficiente, la operación se efectúa casi instantáneamente.

A fin de establecer las posibilidades de blanqueo de la pulpa destinada y de observar la influencia de la consistencia sobre el incremento de blancura, en función del tiempo, se realizó una experimentación cuyas condiciones, después de analizar - las variables mencionadas, se resumen en la Tabla III.

PRUEBAS DE BLANQUEO

TABLA III

% Reactivos/M.P.S.	Consist. %	Temperatura °C	Tiempo min Total	pH Inicial	Tiempos min Parciales	Blancura %	Observaciones
Peróxido de hidrógeno 2.92	5	40	180	10.5	0	48.16	Los incrementos de blan- cura son muy pequeños.
					30	48.80	
					60	49.55	
					90	49.75	
					120	49.80	
					150	49.80	
180	49.85						
Hidróxido de sodio 1.60	12	40	120	10.5	0	48.16	Los incrementos de blan- cura son mayores que - los anteriores, especial- mente en la fase inicial.
					20	50.10	
					40	52.70	
					60	52.80	
					80	53.30	
					100	53.40	
120	53.45						
Silicato de sodio 5.00	30	40	30	10.5	0	48.16	El incremento de blancu- ra es mayor que el an- terior. Los puntos en los que a- parentemente hay una re- gresión, se deben a la - dificultad del manejo de la pulpa en éstas condi- ciones.
					5	50.00	
					10	52.15	
					15	52.20	
					20	52.95	
					25	52.30	
30	52.75						

VI. EVALUACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Se consideró necesario constatar la influencia degradante de los reactivos, durante el proceso de destintado.

Como la finalidad es obtener una pulpa de características similares a las de una pulpa de papel para diario, se recurrió al expediente de comparar la pasta destintada en ésta experimentación, con una pasta mecánica virgen y semiblanqueada y con un papel destintado por procesos comerciales o convencionales.

A continuación se presenta la Tabla IV donde se presentan los valores comparativos de la evaluación efectuada en las tres pulpas antes mencionadas.

Además se anexa una gráfica (Fig. 9) en la que se observa la influencia de la consistencia durante el blanqueo.

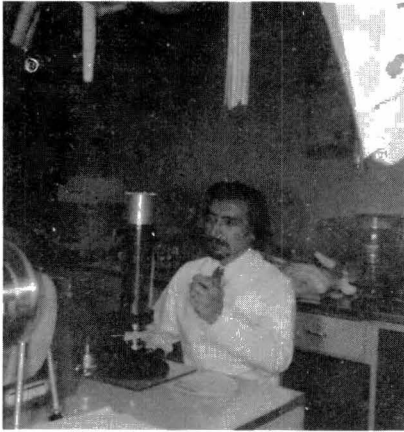
TABLA IV

		1	2	3
Rendimiento proc. destintado	%	75.06	- - -	- - -
Canadian Standard Freeness	ml	514	210	380
Tiempo de Drenado	seg	5.20	7.5	7.1
Indice de longitud fibrosa	g	0.824	1.050	0.400
Encogimiento	%	1.500	0.900	- - -
Peso base acondicionado	g/m ²	50.24	50.00	52.00
Peso base seco a la estufa	g/ml	45.09	46.20	47.00
Espesor	mm	0.106	0.092	0.130
Volumen específico aparente	cm ³ /g	2.351	2.008	2.800
Densidad aparente	g/cm ³	0.425	0.500	0.357
Resistencia a la tensión	kg/15 mm	2.06	2.30	0.58
Longitud de ruptura	m	3046	3400	800
Elongación	%	1.4	2.0	- - -
Resistencia al rasgado	g	33.01	32.00	9.50
Porosidad	seg/100ml	2.9	13.0	1.8
Blancura	%	48.16	53.00	59.00
Opacidad TAPPI	%	94.20	91.00	92.80
Opacidad de impresión	%	96.26	- - -	- - -
Cenizas (925°C)	%	0.89	0.480	0.290

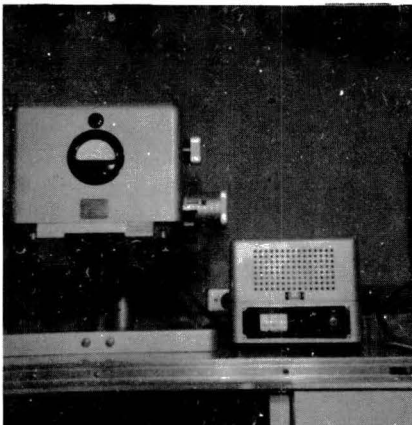
- 1.- Papel destintado obtenido
- 2.- Papel destintado comercial
- 3.- Pasta mecánica semiblanqueada.



MESA DE FORMACION



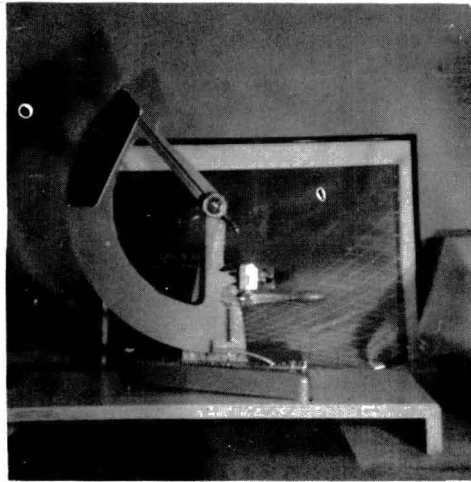
GURLEY HILL



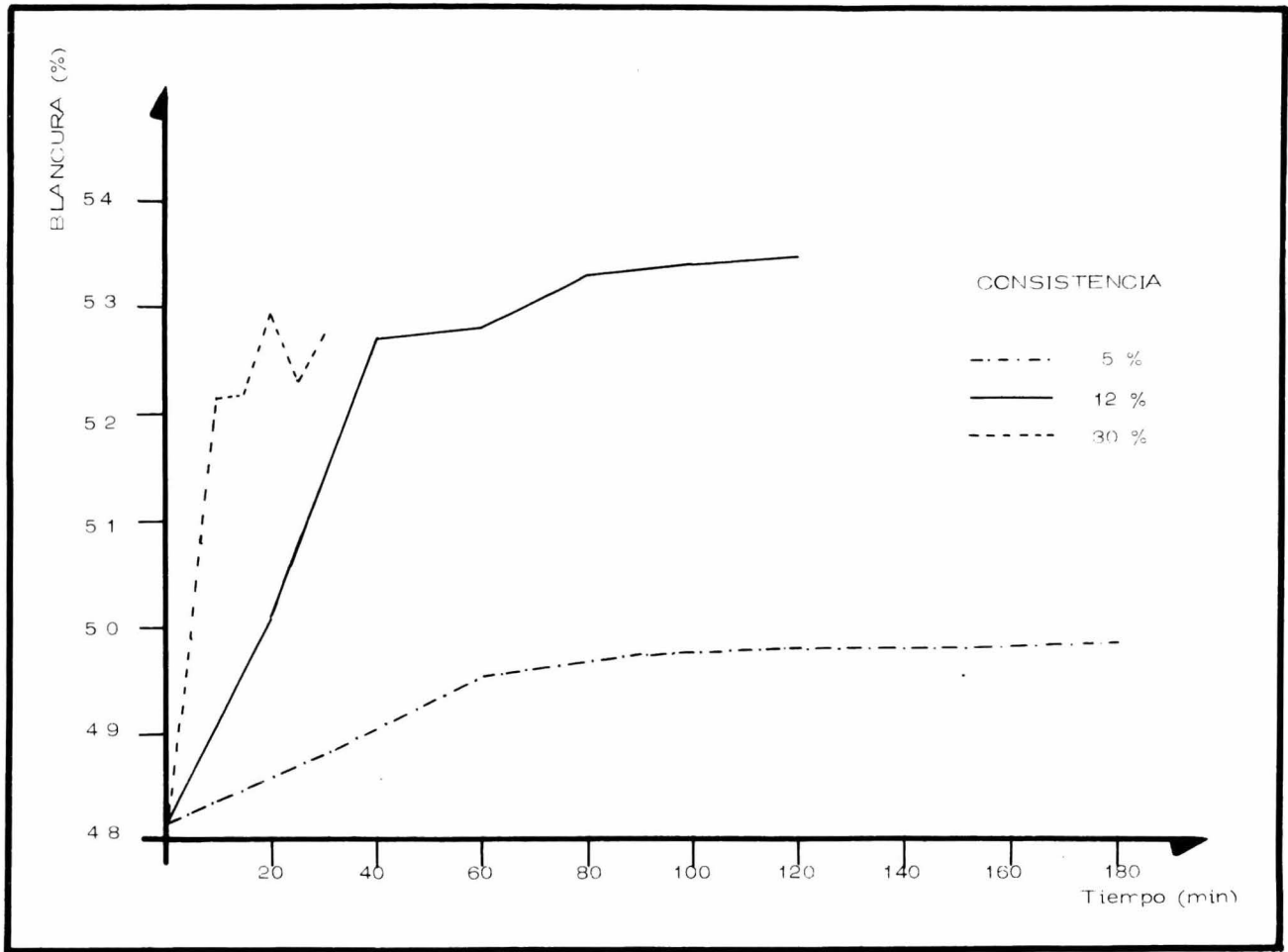
ELREPHO



TENSIOMETRO



ELMENDORFF



Analizando la Tabla comparativa de la evaluación de las pulpas, se puede apreciar que es mínima la diferencia que existe entre las resistencias de la pulpa obtenida en este estudio y la pulpa destinada --- "comercial" y que la diferencia entre dichos valores y los de la pasta - mecánica, están muy por encima de ellos.

Cabe hacer notar que, el lavado de la pulpa se efectuó en un clasificador Bauer utilizando mallas #150. El lavado fué exhaustivo por - lo que, como se aprecia en el rendimiento del proceso, se eliminó una gran cantidad de finos, explicándose de esta manera el freeness de la pasta final, (obsérvese los C.F.S. de cada una). Aunque en las fábricas actualmente establecidas no efectúan ninguna refinación existe en - potencia la posibilidad de mejorar resistencias por medio de una refinación poco enérgica.

Por otra parte, considerando a la opacidad como una propiedad indispensable para el tipo de papel que se dese obtener, se observa - que el valor obtenido es satisfactorio.

El análisis de la gráfica, permite observar la influencia de la consistencia durante el blanqueo, obteniéndose un mayor incremento - de blancura, en menor tiempo, en el caso de manejar consistencias - altas.

En la curva correspondiente a 30% de consistencia, se observa una aparente 'regresión' de blancura, que se explica en función de la dificultad de manejo de la pulpa a escala laboratorio.

La mayor efectividad de la solución de blanqueo a consisten-

cias altas, se explica como efecto de concentraciones relativas del -
blanqueador en la solución.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Dado que cada materia prima posee diferentes características, los procesos de destintado son casos particulares y no se debe descartar la posibilidad de incluir nuevos reactivos en una formulación.
- 2.- En el presente trabajo, se trató de desarrollar una Metodología que permitiera orientar la investigación en la búsqueda de otros reactivos.
- 3.- La adición de sulfito de sodio, en porcentajes económicos, actuó satisfactoriamente durante el proceso ayudando a resolver el problema que se planteaba.
- 4.- Desde luego, se recomienda, con base en las experimentaciones realizadas, el empleo de Sulfito de Sodio en un proceso de destintado.
- 5.- Además de la inclusión de nuevos reactivos, la modificación en la secuencia o la aplicación de algunas operaciones unitarias, puede resultar benéfica durante el proceso.
- 6.- La fórmula desarrollada se considera adecuada en vista de que se estuvieron los mismos niveles de destintado, tanto con el papel problema como con la mezcla comercial esperada.
- 7.- La blancura del producto destintado puede ser mejorada, efectuando un blanqueo posterior con peróxido de hidrógeno en un sólo paso.

- 8.- Se recomienda el uso de pulpa destintada, por las ventajas que ofrece y que se mencionaron en los capítulos IV y VI y por el alivio que representa sobre los recursos naturales , ayudando a mantener el equilibrio ecológico.
- 9.- Desde un punto de vista nacional resulta, a todos luces importante, considerar muy seriamente la posibilidad de normalizar las tintas, que se emplean en la impresión de papel para diario, con el objeto de facilitar la recuperación de la fibra secundaria.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Altieri, A.M. and Wendell Jr., J. W.
Pulp and Paper Manufacture.
2nd. Edition.
Vol. II Control, Secondary Fiber, Structural Board, Coating.
Cap. 3 Deinking. pags. 94-131.
McGraw Hill Book Co. N. Y. (1968).
2. Barker, E. F. New Flotation Deinking System at Australian Mill. Paper Trade Journal. July 9, 1962.
3. Clouse, J. L. Seventh Deinking Conference. TAPPI "Paper--making, Converting, Allied Science and Technology". Bibliography and Patents.
Atlanta. Ga. U.S.A. Vol. 46 N° 3. March (1960).
 - 3.1.- Deinking, Practice and Progress in Germany
Heinz Mack.
 - 3.2.- Newsprint from Waste Newspaper
John N. Rich.
 - 3.3.- Operating Experience in a Deinking Plant at Papierfabrik Arland.
Ferdinand Wultsch.
 - 3.4.- The Desing and Use of Side Hill Washers.
H. E. McKelvey.
- 4.- E. A. Apps
Ink Technology for Printers and Students
Vol. I Manufacture and Testing
Chap. 2. Raw Materials for Inks Chemical Publishing Co., Inc.
N. Y. (1964).
- 5.- Felton, A. J. Deinking, Present and Future. TAPPI
Vol. 43 N° 8 August (1960).
- 6.- Libby, C. E. Ciencia y Tecnología Sobre Pulpa y Papel.
Tomo I : Pulpa. págs. 467-483.
McGraw Hill Book Co. Inc. N.Y.
Cía. Editorial Continental, S. A. México, D. F. (1967).
- 7.- Memoria Estadística 1975.
Cámara Nacional de la Industria del Papel.

- 8.- Ruiz de Velázco Padierna.
Tesis "Diseño y Cálculo de una Planta para el Destintado de Papeles de Desperdicio". U.N.A.M. (1958).
- 9.- Specht, F. How to Deink Waste Paper by Flotation.
Pulp & Paper International. July (1966).
- 10.- TAPPI Monograph Series N° 6 a Review of Coloring Matters in Wood by Shriner, R. L. pag. 182-219 (1948).
- 11.- TAPPI Monograph Series N° 19 "The Bleaching of Pulp".
Cap. XII "Peroxides in Pulp Bleaching Processes", by Lyman A. Beeman and J. S. Reichert.
pag. 210-251 (1953).
- 12.- TAPPI Monograph Series N° 31 "Deinking of Waste Paper".
Special Deinking Processes (83-85).
- 13.- West, C. J.
The Institute of Paper Chemistry
2nd. Edition
Bibliographic Series. Number 151 - 153. Deinking of Paper
Appleton, Wisconsin. (1951).
- 14.- Whalen, J. F. How Combined Locks Paper Handles Deinking Waste. Paper Trade Journal . Feb. 20 (1961).
- 15.- Wood, R. F. and Lambrecht, G. Flotation Deinking Process and Economics. Escher Wyss G. M. B. H. Ravensburg, Alemania.
(Trabajo Presentado en la XIII Reunión Anual de ATCP en México, D. F. Mayo 1973).

