



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**TRATAMIENTO SUPERFICIAL DEL PAPEL EN LA  
PRENSA DE ENCOLADO**

**TESIS PROFESIONAL**

que para obtener el título de

**INGENIERO QUIMICO**

**p r e s e n t a n :**

**MA. DEL SOCORRO REYES RODRIGUEZ**

**HERIBERTO ORTEGA MIRANDA**

**México, D. F.**

**1980**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TRATAMIENTO SUPERFICIAL DEL PAPEL EN LA PRENSA DE ENCOLADO

MA. DEL SOCORRO REYES RODRIGUEZ

HERIBERTO ORTEGA MIRANDA

INGENIERO QUIMICO

1980

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: PROF. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE: \_\_\_\_\_

VOCAL: PROF. MARIO GUEVARA VERA: \_\_\_\_\_

SECRETARIO: PROF. JORGE A. CASTAÑARES ALCALA \_\_\_\_\_

1er. SUPLENTE: PROF. NATALIA DE LA TORRE ACEVES \_\_\_\_\_

2o. SUPLENTE: PROF. VICTOR MANUEL FLORES ZAVALA \_\_\_\_\_

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: BIBLIOTECA DE LANFI

MA. DEL SOCORRO REYES RODRIGUEZ \_\_\_\_\_

HERIBERTO ORTEGA MIRANDA \_\_\_\_\_

ING. JORGE ALBERTO CASTAÑARES ALCALA \_\_\_\_\_

AL ING. JORGE A. CASTAÑARES ALCALA  
Por su valiosa cooperacion y  
Dirección de este trabajo

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

Especialmente a mi compañera de tesis  
por la gran admiración y aprecio que  
me merece.

AL ING. JORGE A. CASTAÑARES ALCALA  
Por su valiosa cooperación y  
Dirección de este trabajo

A MIS PADRES:

Por el apoyo que me brindaron con  
su amor y comprensión.

GONZALO REYES AGUILAR Y MA. LUISA R. DE REYES

A MIS HERMANOS:

RAFAEL

GUADALUPE

JORGE

ROSALIA

MA. TERESA

MARTIN GONZALO

JOSE LUIS

A MIS ABUELITOS:

GUADALUPE RODRIGUEZ

MA. DE LOS ANGELES LUJA (A SU MEMORIA)

A MIS TIOS:

GRACIELA

BERTHA

JESUS

JUAN

JOSE

A MI COMPAÑERO DE TESIS:

Por su gran colaboracion en el desarrollo  
de este trabajo.

Con gratitud a quienes me brindaron su a-  
yuda desinteresada

SRA. BEATRIZ MORFIN DE GONZALEZ

SRES. BLANCA MARIA Y ANTONIO MORFIN

DR. CARLOS VEJAR LACAVE

MAESTRO JUAN ALFONSO MEJIA PEREZ

HNA. MA. DE JESUS CUELLAR

AL ING. CARLOS SONANA DE PAPEL SATINADO, S.A.  
por la valiosa ayuda que nos brindó.

CON MI ESPECIAL AGRADECIMIENTO PARA EL SR.  
V. RAUL LIZARDI ALVAREZ, POR EL APOYO Y ES  
TIMULO QUE ME BRINDO EN TODO MOMENTO, ASI-  
COMO POR LAS FACILIDADES OTORGADAS EN LA -  
REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

\*\*\* I N D I C E \*\*\*

	PAGINA
I.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS	9
II.- GENERALIDADES	
1.- HISTORIA	10
2.- INTRODUCCION AL ENCOLADO	11
3.- PROPIEDADES DEL PAPEL QUE AFECTAN AL EN- COLADO	12
4.- TEORIA DEL ENCOLADO INTERNO	13
5.- TEORIA DEL ENCOLADO EXTERNO	22
6.- OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL	27
7.- BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO PARA EL ENCOLADO SUPERFICIAL	30
III.- FUNCIONES Y OPERACION DE LA PRENSA DE ENCOLADO	
1.- ASPECTOS GENERALES	39
2.- MECANISMO DEL TRATAMIENTO DEL PAPEL EN LA - PRENSA DE ENCOLADO	58
3.- SECADO DEL PAPEL TRATADO O RECUBIERTO SUPER FICIALMENTE EN LA PRENSA DE ENCOLADO	72
4.- PROPIEDADES DEL PAPEL RECUBIERTO EN LA PREN SA DE ENCOLADO	86
5.- EFECTOS DE LA COMPOSICION Y REOLOGIA DEL RE CUBRIMIENTO SOBRE UN MODELO EN LA PRENSA DE ENCOLADO	94
IV.- DIFERENTES CONFIGURACIONES DE LA PRENSA DE ENCO LADO.	
1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	109

	PAGINA	
V.-	TEÑIDO DEL PAPEL EN LA PRENSA DE ENCOLADO	
	1.- COMPARACION CON LA COLORACION EN MASA	130
	2.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS	133
	3.- CONTROLES A REALIZAR PARA LA COLORACION	140
	4.- VARIABLES A CONTROLAR DURANTE EL TRABAJO	141
	5.- ASPECTOS ECONOMICOS	143
VI.-	CONCLUSIONES	147
VII.-	BIBLIOGRAFIA	151

\*\*\* INTRODUCCION Y OBJETIVOS \*\*\*

Se ha realizado este trabajo con el objeto de lograr una recopi-  
lación de la mayor cantidad de datos publicados sobre los dife-  
rentes tratamientos del papel en aquella sección de la máquina-  
de papel denominada Prensa de Encolado, cubriendo someramente -  
los primeros pasos dados por la senda del tratamiento superfi--  
cial, proporcionando información sobre el encolado interno, así  
como las características y propiedades obtenidas por algunas --  
clases de papel al ser tratadas mediante este procedimiento.

El equipo necesario para realizar la operación, los diferentes-  
materiales utilizados para ello, las operaciones necesarias y -  
su comportamiento reológico.

También se estudian las ventajas y desventajas que proporcionan  
cada uno de los modelos de la prensa de encolado.

El tema sobre el teñido del papel es otra gran aplicación de la  
Prensa de Encolado por las enormes ventajas prácticas y económi-  
cas que proporciona los procedimientos que se emplean, los con-  
troles necesarios durante el trabajo de la máquina y para la -  
coloración, presentándose también una discusión sobre este pun-  
to.

\*\*\* GENERALIDADES \*\*\*

1 - HISTORIA:

La Prensa de Encolado originalmente se diseñó hace unos 90 años y fué origen de una reforma al Tubo de Encolado dentro de la máquina para dar al papel cierto grado de resistencia al agua y a las tintas que se llamó Encolado. Su uso ha cambiado considerablemente en los últimos años. Cuando el papel se hizo primeramente en China era recubierto con la mano, durante algún tiempo el papel para empapelar vino de China. Aunque las formulaciones de teñido de los Chinos eran guardadas y protegidas misteriosamente éstas se encontraron en Europa.

Los primeros intentos para recubrimiento fueron sobre papel para tapiz lo cual data desde 1850. En 1854 hubo algunos intentos para recubrir con cepillos y cajas y se hicieron intentos o tentativas para recubrir papel para libros. El recubrimiento del papel dentro de la máquina data desde 1880, cuando se hicieron intentos para recubrir en la Prensa de Encolado, desde entonces se han registrado varias patentes en relación al recubrimiento en la Prensa de Encolado las cuales están basadas en el uso de recubrimientos con bajo contenido de sólidos con aplicación de recubrimientos de peso ligero, difieren de las modernas máquinas de recubrimiento las cuales emplean recubrimiento con alto contenido de sólidos y aplican pesos de recubrimiento casi tan grandes como cuando se hacen con recubridores de conversión.

Las prensas de encolado han sido usadas durante varios años en la industria del papel y del cartón, inicialmente se usaron para

la aplicación de tratamientos superficiales para mejorar la calidad funcional del sustrato. Las prensas de encolado han variado desde simples tubos de encolado a las modernas prensas con posición de los rodillos Vertical Horizontal o Inclinados.

Se conoce que las primeras aplicaciones en la prensa de encolado daban como resultado una aplicación original, tomó varios años desarrollar un tratamiento exitoso. Actualmente el uso y diseño de las prensas de encolado continúan en crecimiento. Se usaron primeramente como pre-recubridores y para la aplicación de tratamientos superficiales para mejorar la escritura, el borrado y propiedades de resistencia de la hoja,

## 2.- INTRODUCCION AL ENCOLADO:

El término "Encolado" proviene del uso de la cola animal, que al aplicarla a una superficie confiere un determinado grado de impermeabilización, principalmente al agua y a las tintas, también se usa para describir el proceso para obtener este grado de impermeabilización.

Existen fundamentalmente 2 procesos para aplicar el encolado, son: el Encolado Interno y el Encolado Superficial.

El Encolado Interno consiste en mezclar el agente encolante con el material fibroso con el que se formará el papel, después de secado éste, contendrá el encolante uniformemente distribuido.

El Encolado Superficial consiste en distribuir una capa fina de encolante en forma uniforme en las superficies del papel; éste estando ya seco o casi seco.

El encolado actúa en el papel, controlando las propiedades de-

absorción del agua, tintas, resinas y cubrientes, mejora la su perficie, estabiliza la satinación, da facilidad de escritura- y aumenta el carteo. Encolante es cualquier sustancia que, -- aplicada a una superficie porosa y absorbente, le disminuye es tas propiedades. El principio del encolado es adicionar algún- material que al depositarse en las fibras y éstas al formar la hoja, se obtenga también un grado de resistencia a la humedad. Por lo tanto, los encolantes usados en la industria del papel- abarcan una gran variedad de materiales, como: Resina o Brea, Cola animal, Silicato de sodio, Almidones, Caseína, Fenol for- maldehído, Alcohol polivinílico, Parafinas, Esteres de celulo- sa, Látex, Estearato de sodio y Gomas vegetales.

#### PROPIEDADES DEL PAPEL QUE AFECTAN EL ENCOLADO:

Las pruebas para determinar el encolado; son empíricas y depen- den de un gran número de variables. Muchas de estas variables- son propiedades del fluido usado en la prueba, tales como Vis- cosidad, temperatura y propiedades coloidales. Otras variables pertenecen a las propiedades físicas del papel. Son tantas las propiedades del valor del encolado, que dos papeles con el mis- mo valor de encolado tienen propiedades enteramente diferentes

Efecto de la Tensión Superficial: La velocidad de penetración de los líquidos depende de la relación entre la tensión super- ficial del líquido y del ángulo de contacto formado entre el - líquido y la fibra. Tensión superficial, o succión capilar como se expresa algunas veces. es la fuerza que tiende a empujar al líquido a los capilares del papel. El ángulo de contacto de termina la componente de succión capilar que es efectivo a lo- largo del eje capilar o en otras palabras la componente de -- fuerza tendiente a chupar el líquido por la hoja. Los encolantes aumentan el ángulo de contacto formado por el a

gua y el papel. Así, el método de medir el ángulo de contacto es la forma perfecta y segura de medir los valores de encolado.

Efecto de la Porosidad: El papel puede considerarse como un sistema capilar de poros interconectados de forma y tamaño irregular. Considerando que el líquido para penetrar pasa o debe pasar a través de este sistema de poros capilares, consecuentemente la porosidad o disminuciones de los poros del papel es un factor que afecta los valores de encolado.

Un encolado efectivo depende de tener el poro capilar de un tamaño pequeño, puesto que la succión capilar es inversamente proporcional al diámetro efectivo del poro.

Efecto del Espesor del Papel; El espesor del papel es un factor importante en el tiempo requerido para penetrar de lado a lado.

Teóricamente el tiempo de penetración es proporcional con el cuadrado del espesor. Pero en el caso de penetración acuosa es verdadero únicamente para papeles poco o moderadamente encolados y no para papeles duros o muy encolados, en estos el tiempo es proporcional al cubo del espesor, debido a que la penetración se hace en un porcentaje elevado a través de poros existentes en las fibras. En el caso de penetración con aceites, la variación es con el cuadrado del espesor.

#### ENCOLADO INTERNO:

Encolantes para el encolado interno: En la gran mayoría de los papeles industriales el encolado usado es a base de brea o resina. La brea es una sustancia heterogénea de composición diferente según la clase de pino de donde proviene, está formada por ácido levopimarico, ácido abiético y resenos, este último de composición desconocida, resistente a los álcalis.

El control de la calidad de la brea es de importancia y debe de

contralarse el índice de acidez el cual debe ser entre 83 y 93 %, de saponificable de 12 - 13,8%, la parte de insaponificable de no mayor de 6%, sustancias insolubles en éter de petróleo no menores de 1,5%, cenizas no mayores de 0,05%,

La brea en estado cristalino provoca problemas en el encolado - también debe tenerse cuidado que no le de la luz solar para que no se oxide, lo mismo debe almacenarse en lugar fresco pues el calor prolongado la polimeriza, en ambos casos el resultado final será un aumento de lo insaponificable en insoluble en éter de petróleo, en demérito del poder encolante.

#### DIFERENTES CLASES DE COLAS DE BREJA:

Cola sin resina, brea libre ó cola de brea neutra, es el encolante en el cual la brea está enteramente combinada con álcali y no tiene resina libre, es muy soluble y forma una solución -- clara. Está formado por un gel rígido en solución concentrada. - Por estar formada por resinato de sodio se considera que cada - partícula de encolante está en forma molecular y ésta es la razón por la que es efectiva al precipitarse en la mezcladora. Este tipo de cola se ha visto que tiene unas ventajas para encolar papeles con pasta mecánica por el álcali extra que tiene, - el cual sirve para dispersar las resinas que generalmente contiene la pasta mecánica y el efecto adicional encolante obtenido al formarse con estas resinas. Por otra parte, como la resina está totalmente saponificada, se necesita un consumo suplementario de sulfato de aluminio.

Hay varios procedimientos para preparar este tipo de colas de brea, encontrándose entre los principales, el tratamiento de la brea en caliente, con carbonato de sodio o sosa cáustica; o en dos pasos primero con carbonato de sodio y terminando la disolución con amoníaco y finalmente, disolviendo únicamente con am-

níaco,

Encolantes con Resina Libre: Bajo esta clasificación se agrupan una gran variedad de encolantes según el coloide protector que se use. Estos encolantes tienen la particularidad de ser emulsiones mecano-coloideo-químicas, mas o menos estables de brea libre en resinato de sodio estabilizadas con un coloide protector

Por este procedimiento se pueden preparar colas con el 90% de brea libre y una concentración de 45% de resina total y un pH aproximado de 8.2 .

Coloides protectores usados:

- a) Cola animal
- b) Caseinato de sodio
- c) Proteína de soya

Es de suma importancia obtener en la suspensión, partículas lo más pequeño posible, para obtener los mejores resultados de encolado y trabajo de la máquina. Una cola con Caseinato de sodio bien preparada reporta el siguiente análisis granulométrico:

Partículas de	0.5	-	0.7	Micras	5%
	0.8	-	1.0	Micras	20%
	1.1	-	1.5	Micras	60%
	1.7	-	2.5	Micras	15%

Es de recomendarse como indispensable, un control microscópico del tamaño de las partículas.

Bajo las mejores condiciones, las emulsiones diluidas de cola de resina libre, son relativamente inestables, por lo que no deben almacenarse y menos a temperaturas altas. La estabilidad de las emulsiones depende de: Condiciones de emulsificación, cantidad de resina libre, cantidad de resinato de sodio, en menor proporción el álcali libre, una mala agitación en el emulsionado y altas temperaturas producen emulsiones inestables.

CANTIDAD DE BREA USADA EN DIFERENTES PAPELES

CLASE DE PAPEL	% DE BREA GENERALMENTE - USADO
Diario	0 en algunos casos 0.5
Bond escritura	2,0
Libros o formas de contabilidad	2,5
Cartoncillos	3.5
Copias azules (proceso directo)	5.0

RETENCION DE BREA EN DIFERENTES PULPAS

% de Retención	Tipo de Pulpa	Freeness Canadian
69	Pasta mecánica	250
68	Trapo algodón	350
66	Kraft semiblanqueada	370
59	Kraft sin blanquear	370
49	Sulfito blanqueada	360
47	Sulfito sin blanquear	385

Para el mejoramiento del encolado aumentando la eficiencia de la brea se usan los siguientes procedimientos;

1.- Aumentando la dispersión de la resina, obteniendo una mejor división de las partículas por medio de un agente químico (dispersante de brea), por este procedimiento se puede economizar hasta un 10% de brea.

2.- Fortificando la resina libre por combinación con anhídrido maleico, con ácido oleico o fumárico.

3.- Usando coloides protectores en la pila o mezcladora antes de precipitar la resina con alumbre. Se usan almidones oxidados en proporciones de 3 a 5 %, también se usa la cola animal o la Carbo-

ximetilcelulosa.

#### OTRAS SUSTANCIAS USADAS COMO ENCOLANTES:

Es de tomarse en cuenta las emulsiones de parafina o mezclas de brea y parafina. Tienen las siguientes ventajas: reduce la formación de espuma, hace al papel mas plano, flexible, mejora el acabado y sus cualidades de impresión, hace al papel mas resistente al agua, a los ácidos y álcalis, el encolado de parafina es mas resistente a la temperatura que el de brea.

Por otro lado la cantidad a agregar está limitada al 0.5% referido a la pulpa seca, porque arriba de este valor acarrea varios problemas en la máquina como gran disminución de la resistencia al Mullen.

Generalmente una pequeña cantidad de cola de brea añadido a un encolado de solamente parafina aumenta la eficiencia del encolado pero la práctica indica que es mas aconsejable reemplazar únicamente del 20 al 40% de brea por parafina

Se usan dispersiones acuosas de partículas pequeñas de parafina, suspensiones producidas por agentes emulsificantes.

Se fabrican en dos clases: precipitables con alumbre y no precipitables. Deben de diluirse del 5 al 10% antes de agregarse y batirse con la pulpa no menos de 10 minutos.

#### PRECIPITACION DE LA BREA:

Para obtener el resultado del encolante, estamos en la necesidad de precipitar la brea sobre la pulpa, esto se hace generalmente por medio del alumbre. El alumbre de las máquinas de papel es un sulfato de aluminio comercial  $Al_2(SO_4)_3$ , el cual contiene un exceso con respecto a la fórmula teórica de  $Al_2O_3$ . Para su manejo se usa en solución de alrededor de 47% o sea con una concentración de  $Al_2O_3$  de 8% Se pide que tenga bajo el contenido de Fe. no se acepta mayor de 0.3% y si lo hay debe de estar en forma ferrosa pero sin rebasar el límite dado. El alumbre en forma de solución se hidroliza, dando ácido sulfúrico por un

lado e hidróxido de aluminio por el otro, pero en mayor proporción ácido sulfúrico obteniéndose una solución Buffer con un pH de aproximadamente 4,0 pero se debe tener en cuenta que es posible tener valores tan bajos como 2.5, La cantidad de alumbre usado depende de la cola agregada, la composición fibrosa de la pasta, el carácter del agua usada recirculación de ésta, etc. en la práctica de 1,5 a 2 partes de alumbre por parte de resina se agregan para obtener un buen encolado sin embargo la cantidad teórica es muy baja, si se considera únicamente para la neutralización, y esto indica que una reacción entre la brea y el alumbre no es solamente lo que se lleva a cabo sino que también se efectúan reacciones secundarias.

El mecanismo por medio del cual se fijan la resina y el alumbre al papel es de menor importancia para el químico papelerero, pero desgraciadamente esto aun no es claro existen algunas controversias,

#### PRECIPITACION CON ALUMINATO DE SODIO:

Está reconocido que un pH bajo, acarrea en el papel una baja en la resistencia y ésta es la principal objeción del alumbre, Usando aluminato de sodio pueden obtenerse los mismos resultados de encolado con pH mas alto.

El aluminato de sodio es una fuente alcalina de alúmina y difiere del alumbre en que contiene tres veces más alúmina y está en forma de radical negativo, Comercialmente tiene un exceso de hidróxido de sodio para neutralizar toda la alúmina, ya que el aluminato de sodio puro, da soluciones inestables, generalmente contiene un 3 % más de sosa.

Usando una mezcla de sulfato de aluminio y aluminato de sodio se puede obtener un encolado satisfactorio en rangos muy amplios de pH. En el uso de aluminato de sodio además de trabajar a un pH mas alto, se tienen las siguientes ventajas: Hay un muy buen control de las espumas por coagulación de las sus-

tancias coloidales en forma finamente dispersadas, ayuda a la formación de la hoja y aumenta la retención de cargas, agregando la solución de aluminato en la máquina de papel lo mas cerca de la caja de distribución después de haber agregado el alumbre se obtienen los mejores resultados

**FACTORES DE OPERACION QUE AUMENTAN EL ENCOLADO, O LO AFECTAN:**

Frecuentemente se tienen problemas en el encolado, principalmente porque éste baja, o se tienen problemas en la operación de la máquina, sin que aparentemente tenga una causa, en el caso de obtener un encolado muy bajo la reacción inmediata es la de aumentar la proporción de encolantes, esto no es posible en algunos casos ya que puede considerarse un 4% como máximo, entonces los aumentos adicionales de cola no reportarán los correspondientes aumentos de encolado.

Por otra parte pueden obtenerse resultados diferentes en un papel con la misma proporción de cola, si las condiciones de precipitación de la cola en la fibra son variables; ya que depende de la buena distribución de las partículas en toda la pasta tanto en la mezcladora como en la máquina de papel. En esto influyen las siguientes variables: Grado de Refinación, Temperatura de la pasta, orden de agregado de los ingredientes: Alumbre-- carga de encolado, el manejo de la pasta en la mesa de fabricación, las condiciones de presión en los fieltros y el secado, El grado de refinación de la fibra es un factor importante, se puede decir que en general, una pasta mas refinada, requiere -- menos cola para obtener el mismo encolado que una menos refinada. Se debe principalmente a que el papel se hace mas denso por la gelificación de no-celulosas, y por lo tanto menos poroso, aunque se haya aumentado la superficie a cubrir, al cortarse la fibra.

Para obtener buenos resultados, se recomienda agregar los elementos encolantes al final de la refinación, también es neces-

rio dejar la cola un tiempo suficiente para permitirle estar --- perfectamente distribuida, antes de agregar el alumbre, el tiempo recomendado es de 15 a 20 minutos, un tiempo adicional aca-- rreará problemas de espuma.

La consistencia de la pasta es otro factor importante que influ ye en la buena distribución de la cola, para obtener una buena-agitación hay que bajar la consistencia a 4%, una consistencia-muy baja como de 0.5% tampoco es recomendable.

Tanto la cola como el alumbre deben de agregarse lentamente y - si es posible, bien distribuida por medio de regaderas.

El orden de agregar los ingredientes es fundamental, en los resultados obtenidos se ve que las cargas de cualquier índole deben agregarse al final, después que el encolante esté bien consolidado.

**EFEECTO DEL pH:** En los últimos años los químicos han llegado a la conclusión de que se obtienen mejores resultados a un rango de -- 4.7 a 5.5, pero para pulpas comerciales este rango cambia de -- 4.5 a 6.5.

La regulación del pH se facilita poniendo parte del alumbre en la mezcladora y se ajusta el pH en forma continua, en la caja -- de la máquina formadora, entre 5.0 y 5.5 , creo que esta es la mejor práctica pues hay que hacer notar que en la recirculación de aguas se va obteniendo una concentración del ión Sulfato, ya que se está consumiendo únicamente el aluminio; esto hace que -- el pH esté variando entre límites muy amplios, además de los -- problemas adicionales de corrosión en todo el sistema, considerando además que se obtienen retenciones de carga mas parejos - y se reducen los problemas de espuma.

**EFEECTO DEL AGUA EN EL ENCOLADO:** Se objetan aguas con alto conte nido de cal, proveniente principalmente de una celulosa mal la vada ésta reduce el encolado y forma con la cola jabones insolu

bles muy pegajosos. La materia orgánica ácida en forma coloidal- que viene en tiempo de lluvias, se debe de tratar con álcalis - para neutralizar y si se amerita, filtrar.

**EFECTO DE LAS CARGAS:** en general, tienen un efecto contrario, de ben de controlarse y como ya se hizo notar deben de agregarse al final, para el uso de cargas alcalinas, deben de usarse encolantes especiales.

**EFECTO DE LA FORMACION:** Es significativa la influencia de la retención del encolado con la formación; principalmente , en papeles de peso ligero, esto se considerará en la planeación de la - refinación y composición, teniendo muy en cuenta los finos que - encontrarán en la recirculación.

Las altas velocidades, cantidad de agua y movimiento de la mesa- contribuirán en elefecto de que el papel pueda sacar dos caras - diferentes, producido por el lavado de la hoja en los cilindros- de la mesa, para corregir ligeramente ésto, algunas fábricas ali- mentan cola diluida en la caja de distribución de la mesa.

**EFECTO DE LA TEMPERATURA:** El método de aplicar el calor es impor- tante en el secado, pero también es importante en el encolado. - Si se eleva la temperatura rápidamente, la presión de vapor den- tro del papel excede a la velocidad de escape de la humedad, con el resultado de que la resina interna en el papel sea arrastrada y por lo tanto, se dejan puntos falsos de encolado.

En los papeles de peso alto, al secar se calienta muy rápidamen- te, con esto se forma una película en la superficie del papel, - la cual es rota por el paso del vapor al exterior. Todo esto ha- ce que la breá interior emigre a la superficie de la hoja.

Para mejores resultados se recomienda graduar cuidadosamente los primeros secadores.

EFECTO DEL CALANDREADO: Se conoce muy poco de ésto; pero generalmente; el calandreado daña el encolado, principalmente en los papeles ligeros, los cuales pueden dar muy buen acabado, la humedad con la que entra el papel a la calandria, parece ser el factor principal y papeles con un 8% de humedad, tienen un descenso en el encolado, mucho mayor que un papel con 4%, la presión y el tiempo que dure ésta, son factores también determinantes.

#### E N C O L A D O   E X T E R N O

TRATAMIENTO SUPERFICIAL Y RECUBRIMIENTO: El encolado externo difiere del encolado interno en que el agente encolante es aplicado a la superficie del papel, depositando una película continua de ella.

Esta aplicación proporciona al papel base características particulares que lo hacen mas importante que el encolado interno para ciertos tipos de papeles, como por ejemplo: Papel para sensibilizar, para seguridad, etc.

El proposito primario de este tratamiento es hacer al papel debidamente resistente a la acción de soluciones coloidales (como la tinta de escribir) y vehiculos a base de aceite (tinta de impresión), resistencia proporcionada por el agente encolante al incrementar el ángulo de contacto con las soluciones coloidales y proporcionar una película continua y no porosa que evita la penetración.

Otro de sus efectos es el aumento de las resistencias por la acción penetrante del agente encolante que aumenta la unión entre fibras y por consiguiente las propiedades resultantes de ésta como son: La resistencia a la Explosión, a la Tensión al dobléz , - de Laminación.

Este aumento de resistencia puede ser de tal magnitud que sustituya buena parte de las resistencias que normalmente en las operaciones de batido y refinado con las consiguientes ventajas de-

mejor estabilidad dimensional, menos enroscamiento mejor drenado en la máquina de papel.

La calidad de escritura de gran importancia en los papeles de tipo Bond (oficina), Ledgers, Bristol, Sobres, cuadernos y formas continuas, es fuertemente incrementada por el tratamiento de encolado superficial, que además mejora el acabado, carteo y brillo de los mismos. La borraribilidad o habilidad del papel de mantener una superficie uniforme y retener el su encolado superficial después de borrado, es otra característica típica proporcionada con el encolado superficial.

Las materias mas comunmente usadas como agentes de encolado superficial son el almidón y la cola animal, utilizando también con éxito las emulsiones de cera, glicerinas, dextrinas, resinas sintéticas solubles en agua como el alcohol polivinilico, melamina-urea-formaldehido y carboximetilcelulosa sódica.

Siendo el almidón el agente de encolado externo mas comunmente utilizado, nos referimos a él para elustrar la preparación y aplicación de los encolantes superficiales; Los tipos de almidón mas comunmente usados son los de maíz, tapioca y papa yendo desde el nativo hasta el modificado de relativa baja viscosidad, Los almidones nativos no pueden ser usados para encolados superficiales- debido a su alta viscosidad es necesario convertirlos para lo cual existen tres procesos:

- a).- Descomposición hidrolítica por la acción de ácidos
- b).- Oxidación con hipoclorito de sodio.
- c).- conversión enzimática.

De los tres procesos mencionados la conversión enzimática es la más frecuentemente utilizada en las fábricas de papel en las que se aplica el encolado superficial con almidón.

La conversión enzimática consiste en la provocación de la hidrólisis del almidón, mediante las enzimas amilasa y diastasa, gene

ralmente amilasa, cuya acción es la licuefacción y dextrinización (mayor dispersión de los aglomerados de almidón) llegando hasta - la sacarificación, en donde las moléculas de almidón se rompen en los extremos, produciendo dextrosa y maltosa, las cuales originan pérdida de adhesividad y deficiencias de secado en la hoja.

desde el punto de vista de adhesividad, la dextrinización debe -- terminarse con la formación de las dextrinas intermedias ya que - a partir de este punto la adhesividad baja considerablemente. La licuefacción se alcanza entre 75 y 80°C y de este punto comienza la dextrinización al mantener esa temperatura durante 10 ó 15- minutos.

Al término de ese tiempo el proceso deberá terminarse por inacti-  
vación de la enzima, la cual puede ser química con la adición de-  
Sulfato-cobre- formalcehido, o bien con el incremento de la tempe-  
ratura a 95°C.

Las condiciones de trabajo de las enzimas son con pH de 6.5 a 7.5 y en concentraciones de 0.1% a 0.6%. Una vez efectuada la conver-  
sión enzimática del almidón y cuando la solución se ha ajustado a la concentración deseada, es necesario mantener una temperatura - entre 55°C y agregar preservativos, generalmente Polifenatos, así como antiespumantes.

En términos generales, el encolado externo en la máquina de papel está dado por uno de los tres procesos siguientes:

En la Prensa de Encolado

En la Cuba de Encolado

En la Calandria

La prensa de encolado está generalmente colocada al final de los secadores de la máquina de papel y a continuación tiene un banco-  
de secadores que acondiciona al papel a la humedad final desea-  
da.

Los factores importantes en la operación de éste equipo son por su orden los siguientes:

Características de la hoja

Características de la solución encolante

Condiciones de secado después de la prensa

Para asegurar que la hoja de papael tratada superficialmente con agentes encolantes levante una cantidad constante del mismo, es necesario que el papel base sea uniforme en su contenido de humedad encolado interno y densidad.

La humedad ideal de la hoja entrando al tratamiento superficial varía de 8 a 12% si la hoja entra con mayor o menor humedad no tomará la cantidad requerida de encolante, si es muy seca, el agente encolante tenderá a salir fuera debido al reajuste en las dimensiones de las fibras, si es húmedo, la hoja entrará deformada en su superficie, ocasionando problemas en la aplicación y defectos tales como arrugas y agujeros.

La humedad al salir de la prensa de encolado generalmente es de 30 a 35%, lo cual significa que hay que eliminar cerca de 20 a 25% de ésta humedad en un segundo secado.

Es necesario el control de la humedad del papel base que entra a la prensa de encolado, mediante control automático de la sección anterior de secado.

Existe una relación definida entre el encolado interno y la cantidad de encolante superficial tomado por la hoja, dependiendo principalmente de las características dadas al papel base según su uso final.

El peso, es un factor importante en el encolado superficial ya que al ser independiente la cantidad recogida y la penetración en la hoja, del peso de la misma, la relación encolante-fibra cambiará al variar el peso de la hoja.

La densidad juega un papel importante en la penetración del agente encolante superficial.

La colución encolante por si misma es de gran importancia para la determinación de la cantidad de agente encolante por aplicarse, siendo las propiedades básicas la Viscosidad, Tiempo de exposición y contenido de sólidos de la solución.

La viscosidad tiene particular efecto en la penetración ya que ésta varia inversamente con la raíz cuadrada de la viscosidad-razón por la cual se debe controlar cuidadosamente mediante ajustes de temperatura y concentración. La instrumentación automática del control de temperatura y concentración es de gran ayuda para la eficiente operación del encolado superficial.

Bajo concentraciones del orden de 1.5% se producen encolados ligeros, con concentraciones medias (1.5 - 5.0%) se produce buen encolado superficial, con concentraciones de 5.0 a 12.0% se incrementan las resistencias internas y las pruebas de ceras.

Generalmente las aplicaciones de encolado superficial en la prensa de encolado son del orden de 4 a 8% de agente retenido sobre el peso del papel.

Es importante un secado cuidadoso en el encolado superficial. Un secado rápido o violento rompe la continuidad de la película superficial y en ocasiones levanta o desprende dicha película que se adhiere a los secadores. Como previsión a estos problemas, se recomienda que la temperatura de los primeros secadores sea baja

La Charola o Cuba de encolado anterior a la moderna prensa de encolado solo compite ventajosamente, en los casos en que la aplicación de encolante requiere que la hoja levante un 30% o más que la prensa de encolado. Usualmente la cuba de encolado está colocada en la parte media de la sección de secado.

El encolado superficial en Calandria es usado principalmente para cartones y papeles pesados, los cuales tienen la propiedad de llevar una cantidad considerable de calor latente al salir de ésta. el cual permite cierta evaporación de agua antea del enrollador, la humedad no eliminada puede ser absorbida por la masa-

del cartón sin que esto represente un aumento considerable en el contenido total de humedad.

#### OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO SUPERFICIAL:

El tratamiento superficial requiere inversiones de capital para la aplicación y el secado de las soluciones o suspensiones que se colocan sobre la hoja de papel. Este proceso adicional frecuentemente aumenta los costos de mano de obra y requiere mas supervisión. Se deduce que el principal objetivo del tratamiento superficial es mejorar el rédito global del capital invertido mediante una mayor eficiencia y una mejor calidad hacia el consumidor del producto.

REDUCCION DE COSTOS: La aplicación de adhesivos por tratamiento superficial tiene la ventaja de una excelente retención. Esto contrasta con la adición interna de adhesivos en máquinas rápidas, que es muy baja como retención en un solo paso (caja de entrada o rollo de máquina). Aún los mejores sistemas de recuperación de agua blanca no pueden elevar esta retención al nivel de 95% o mayor que se obtiene por medio del tratamiento superficial. Las reglamentaciones gubernamentales cada vez mas estrictas, para evitar la contaminación de las corrientes, ponen mucho énfasis en recomendar la exclusión de adhesivos en las aguas de deshechos, ya que son muy objetables por su alta demanda bioquímica de oxígeno. La retención pobre de cargas de cargas pobres aumenta los costos de manera similar. Un alto contenido de carga en la caja de entrada de las máquinas de papel o de cartón, disminuirá las velocidades de operación o llevará una eficiencia mas pobre por la oclusión de las telas metálicas y de los fieltros de las prensas húmedas.

La impresión a alta velocidad u otras operaciones de conversión requieren rollos muy uniformes de papel.

Es más fácil producir un papel que corra bien dentro de la máquina de papel y en la planta del cliente reduciendo la carga en la pasta y aplicando mediante tratamiento superficial la cantidad ahorrada de pigmento (o de preferencia cantidades inclusive mayores) los rollos que por alta resistencia no se pueden correr adecuadamente tienen que ser rechazados, con los consiguientes perjuicios económicos. El costo de los ingredientes de recubrimiento puede ser mas bajo que el de las fibras; por consiguiente, el papel recubierto puede proporcionar réditos más altos a la inversión que los productos sin recubrir..

**REDUCCION DE LAS DEFICIENCIAS DEL PRODUCTO:**El tratamiento superficial se aplica frecuentemente para remediar ciertas fallas que existen en el papel sin tratar. Un papel con aditivos internos - puede variar en su facilidad de desprender fibrillas o pelusas - las cuales ocasionan muchos problemas en la impresión posterior del producto. El encolado superficial del papel con adhesivos mejorará la unión de los elementos que antes estaban flojamente unidos en el papel. Las resistencias a la explosión, a la tensión y a la doblez del papel sin tratar pueden ser elevadas al nivel deseado, proporcionando, también en este caso, menos variación en las propiedades. La resistencia de la superficie del papel al levantamiento o a los esfuerzos aplicados perpendicularmente a la superficie de éste pueden mejorar apreciablemente. Con frecuencia el grado de encolado interno puede uniformizarse por medio del tratamiento superficial.

**MEJORIA DE LOS PRODUCTOS:** Los tratamientos superficiales se aplican extensivamente para mejorar el aspecto de los productos. El papel y el cartón tratados, casi siempre serán mas atractivos debido a la mayor blancura, al tono mas agradable o a una reflectividad mas uniforme en las longitudes de onda de 400 a 700 micras. Es bien conocido el interés de los clientes, en el alto brillo --

y la ausencia de diferencias de tono, en los papeles recubiertos de bajo brillo (Mates o semimates), es igualmente importante una buena uniformidad de superficie. En muchos tipos de papeles ligeros hoy en día se requiere una alta opacidad para mantener bajos los costos de los envíos postales. En este caso, el recubrimiento puede constituir una desventaja en virtud de los mayores costos que se tienen para opacidad en comparación con el costo de adición interna de pigmentos. Una capa de recubrimiento aplicada a partir de una alta concentración de sólidos sobre la superficie del papel, con frecuencia resulta demasiado densa y carece de la separación de partículas del pigmento por huecos llenos de aire como sucede con las cargas del papel.

El tratamiento superficial es de vital importancia para lograr la alta lisura de superficie requerida en la impresión. El contorno de crestas y valles del papel sin tratar tiene que ser rellenado por el recubrimiento. El tratamiento superficial con frecuencia se usa para controlar el grado de absorción de la tinta.

Los tratamientos superficiales deben de ser diseñados específicamente para obtener una resistencia óptima contra los diversos tipos de alimentos, como acontece en la producción en gran escala de cartones que requieren en su mínimo espesor económico poder soportar las capas de cera.

También se deben considerar especialmente los papeles de reproducción para sensibilización fotográfica, los diversos tipos de papeles hiliográficos y los papeles base para productos fotográficos.

Otros tratamientos superficiales mejoran las propiedades del despegamiento entre el papel y ciertas películas de otros productos

Las películas de vinilo no se pegarán a un papel base si éste está tratado superficialmente con Estearato-Cloruro crónico o bien con siliconas. A los cartones aislantes a base de fibras,

se deben de agregar retardadores del fuego, tales como sulfamatos, fosfatos de amonio y fosfatos de guanidina, Ciertas resinas de resistencia húmeda pueden ser aplicadas superficialmente, no obstante a menudo se requiere la aplicación interna si se requiere una distribución uniforme de estas resinas o a través de todo el espesor del papel. El tratamiento superficial puede proporcionar una buena resistencia a la humedad en las zonas exteriores del papel, más no en su parte media.

BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO NECESARIO PARA ENCOLADO SUPERFICIAL Y RECUBRIMIENTO.

La historia del equipo de tratamiento superficial es muy interesante y muestra las relaciones existentes entre las nuevas demandas y la aplicación de los procesos modernos. Un ejemplo reciente lo constituye la introducción de la impresión a alta velocidad de las revistas ilustradas, lo cual requiere la adaptación de diferentes procesos de recubrimiento.

La expresión "Recubrimiento o tratamiento superficial en máquina" indica que el proceso está instalado dentro de la máquina de papel o cartón. Los tratamientos en la prensa de encolado, recubridor Champion, recubridor de cuchilla, recubridor de rodillo impresor, cajas de calandrias y cuchilla de arrastre, generalmente están localizadas dentro de la máquina de papel, en las máquinas cartoneras entre la primera y segunda calandrias de la máquina, se instalan de uno a tres recubridores de cuchilla de arrastre o una unidad de cuchilla de arrastre seguida por un cepillo de aire; y todos los de rodillo reversible, tradicionalmente se han instalado como unidades de procesos por separado o sea fuera de la máquina de papel.

En los últimos años se han suscitado muchos debates respecto a -

los pros y contras del recubrimiento con cuchilla de arrastre en máquina contra fuera de ella. El problema no es de fácil resolución, pero algunos de los factores de que depende la solución final son los siguientes:

- 1.- Generalmente el recubrimiento a alta velocidad dentro de la máquina, implica temperaturas mucho mayores en la hoja y en los recubrimientos que en el caso de las operaciones de conversión.  
Estas altas temperaturas pueden ser en detrimento de la calidad del papel (es decir puede causar una penetración excesiva del recubrimiento), a menos que para contra-restar dicho efecto se tengan precauciones poco usuales en la formulación del recubrimiento.
- 2.- La operación de recubrimiento por conversión contribuye a aumentar el costo porque ésta es una operación adicional, inversamente, los tiempos de parada en una máquina de papel de alta velocidad pueden resultar aun mas costosos si la operación de recubrimiento en máquina ocasiona frecuentes rupturas de la hoja.
- 3.- Las pegaduras voladizas (ocasionadas por los cambios de rollo) en un recubridor de conversión a alta velocidad demandan un excelente equipo mecánico y personal altamente experimentado. En caso contrario, los costos de conversión pueden llegar a ser anormalmente altos.
- 4.- Una instalación dentro de la máquina cuesta menos que un recubridor de conversión, pero éste último es mas flexible porque permite el empleo de papeles base de varias máquinas de papel. En resumen no se puede decir que la operación dentro de máquinas sea universalmente preferible a la operación fuera de e-

lla, o viceversa. Mas bien, la selección depende de las necesidades y problemas particulares de cada compañía.

CALIDAD DEL RECUBRIMIENTO POR CONVERSION CON EL RECUBRIMIENTO EN MAQUINA: La expresión "Recubrimiento por conversión" algunas veces erroneamente se usa para dar a entender que en máquinas recubridoras fuera de la máquina se preparan papeles recubiertos de mayor calidad y a mas alto precio de venta.

El recubrimiento en máquina se introdujo para proporcionar un papel de bajo costo para los nuevos tipos de revistas ilustradas, con un espacio de impresión muy reducido para cubrir eventos recientes en máquinas impresoras de alta velocidad. Originalmente la calidad de este papel recubierto conversión era adecuada pero no competitiva con el papel recubierto por conversión, esto creo la impresión equivocada de un papel de segunda clase. En realidad un papel recubierto en máquina, en dos pasos sobre un buen papel base, como el utilizado para el recubrimiento de conversión, puede tener una calidad similar a la de los mejores tipos de papeles recubierto fuera de la máquina.

El recubridor de Cepillos fué el primer proceso de recubrimiento por conversión y su uso está limitado estrictamente al recubrimiento por conversión. Con el método usual el recubrimiento es transferido de un rodillo a través del papel por medio de un cepillo giratorio. En algunas instalaciones la transferencia se hace con un rodillo cubierto de fieltro mas bien que con un rodillo giratorio, un pequeño rodillo doctor remueve el exceso de recubrimiento. El papel entra en contacto con tres series de cepillos reciprocanes, los cuales esporean uniformemente el recubrimiento sobre el papel. La primera serie de cepillos son los mas burdos, -- tienen la mayor amplitud, la mas baja frecuencia y están hechos de cerdas. La serie de enmedio de los cepillos actuan como captadores y están hechos de cerdas de China, la última serie son los

cepillos de terminado y están hechos de cabellos de tejón. Si el papel ha sido recubierto en ambos lados éste se seca antes con aire.

El recubrimiento con cepillos produce generalmente un papel recubierto de alta calidad la cual puede ser superada con un buen terminado. Sin embargo hay algunas serias desventajas, Primero: la velocidad de recubrimiento está limitada a cerca de 400 fpm debido a los cepillos reciprocantes. Por lo tanto, también el recubrimiento tiende a secarse en los cepillos. formando masas informes las cuales gotean sobre el papel. Los cepillos deben ser limpiados frecuentemente, casi después de cada cuatro horas y no es fácil limpiarlos. Son comunes las marcas de cepillos sobre el papel recubierto, pero la conveniente sincronización de éstos minimizará esta característica. Hay también un serio problema de espuma debida a la acción de los cepillos. Con todas estas desventajas el papel recubierto con cepillos es de alta calidad.

Los próximos recubridores que se discutirán serán clasificados como "Recubridores con rodillo de impresión". Son así llamados porque se emplean los principios del equipo de distribución de la tinta sobre las prensas de impresión.

Una de las mejores máquinas de recubrimiento conocidas es el "Recubridor Consolidated", la cual fué desarrollada por Peter Masey y Consolidated Water & Paper Co. el proceso fué patentado en 1933 Este sistema consiste de dos unidades, una para cada lado del papel. En cada uno de estos dos sistemas hay rodillos de transferencia donde el recubrimiento es retenido. El recubrimiento es alimentado a la zona de contacto entre los rodillos a través de una regadera oscilante, en algunas instalaciones hay un sobreflujo a la zona de contacto y en otros se alimenta el equivalente a lo que se consume. El recubrimiento pasa a través de la zona de contacto entre los rodillos de transferencia y es continuamente dividido y pasa de un rodillo distribuidor oscilante al próximo. El último rodillo distribuidor transfiere el recubrimiento a un hueco de 48 pulgadas de los rodillos recubridores cubiertos

acero o caucho.

Hay muy importantes ventajas con este método de aplicación de recubrimiento. Es capaz de producir velocidades del rango de 1500-2000 fpm. Las formulaciones de recubrimiento se usan hasta con un 65% de sólidos, así hay una mínima cantidad de agua a evaporar, sin embargo hay algunas desventajas, las características físicas de las materias son muy críticas, el stock base debe estar muy poco encolado para permitir la rápida absorción del agua, debe ser también con humedad uniforme lo mismo la suavidad final para obtener un papel recubierto de calidad. Este por ser un equipo de alta velocidad no es adecuado para la manufactura de pequeñas partes o para cambios frecuentes de características.

Los rodillos de caucho son fácilmente dañados, los cuales hacen a la máquina de papel susceptible a pérdidas de producción debidas a pérdidas de tiempo. Probablemente el factor mayor es el alto costo de la instalación inicialmente. Aparentemente los problemas de recubrimiento en este tipo de equipo son controlables puesto que hay cientos de toneladas de publicaciones en papel producido sobre la "Consolidated Coater", para los periódicos los cuales recibimos semanal o mensualmente.

Otra variación del rodillo de impresión es el recubridor FAEBER este método emplea un gran número de rodillos de distribución los cuales dan una excelente distribución del recubrimiento, es capaz de producir velocidades hasta de 1200 fpm., El secado es terminado con un solo cilindro calentado. Si el papel es impregnado en ambos lados se instalan dos recubridores en serie generalmente se aplican de 2 a 5 libras/ream; la principal desventaja es la sobrecomplejidad del sistema.

Otro tipo de recubrimiento adaptado de un proceso de impresión es el "Ofset Gravure" El rodillo Gravure tiene grabado de agua -

con el modelo deseado y después lámina de chromo. El recubrimiento es transferido del rodillo suministrador al rodillo grabado y el exceso es doctoreado dejando solamente el recubrimiento en la cel da intermedia del rodillo grabado la succión producida por el -- contacto del rodillo de caucho con el rodillo grabado transfiere el recubrimiento al rodillo de caucho, el cual al dar la vuelta -- lo transfiere al papel. Una importante ventaja de éste método de recubrimiento es que no hay variación en el peso de recubrimiento dando el modelo que ha sido seleccionado y la formulación es dise-- ñada para la emisión de las celdas. Tiene la desventaja de no tener versatilidad si se cambia el peso de recubrimiento. Si se desea un cambio, la máquina debe ser parada e instalar un nuevo rodillo grabado, el cual dará el peso de recubrimiento deseado. Este proceso es ideal para recubrir a altas velocidades. Cuando el e-- quipo es usado sobre la máquina de papel este se instala cerca -- del último secador de la máquina puesto que se pueden usar sólidos hasta en un 65% minimizando el problema de secado, es posi-- ble aplicar hasta 15 lb/ream.

El próximo recubridor es la máquina Champion, este sistema emplea rodillos de transferencia los cuales no tienen sistema de medi--- ción. Un exceso de recubrimiento es transferido del rodillo del -- rodillo de transferencia al rodillo aplicador y el exceso es eliminado por medio de un doctor por la pequeña corriente inversa -- del rodillo con sistema de medición. Se cree que el sistema aceptará recubrimientos hasta con un 65% de sólidos y los palicará -- hasta 20 lb/ream., y por lado, Se ha reportado que este sistema -- de recubrimiento da una desviación mínima del modelo, parece ser que el problema está en la construcción y operación del pequeño -- rodillo con sistema de medición para dar el control de transferen-- cia del recubrimiento al rodillo aplicador .

El recubridor Champion se usa principalmente sobre máquinas de -- cartón, La medición ,alisado y doctoreado del recubrimiento se --

lleva a cabo por medio de una barra de alambre de 1/4 de pulgada que regresará el recubrimiento a la cuba. Este tipo de recubridor es muy ampliamente usado debido a la simplicidad de operación a su bajo costo inicial y porque ocupa muy poco espacio en la máquina de papel. En algunas instalaciones se ponen unidades múltiples, ya sea para dar recubrimientos múltiples en un solo lado o para el recubrimiento de ambos lados, se aplican recubrimientos de 2 a 4 lb/ream., por cada unidad y los recubrimientos con colorantes son generalmente con un contenido de sólidos de 40 a 45%.

Otro método de recubrimiento que será mencionado es el "Cast Coating" o recubrimiento por vaciado. En este proceso el papel impregnado y húmedo es prensado contra un cilindro de secado chapado con cromo y altamente pulido. Se obtiene un terminado con una superficie lisa y brillante sin necesidad de calandreado del papel. La baja velocidad de éste ha colocado el precio de el papel en el rango mas alto que puede ser tolerado para los trabajos normales de impresión. Este papel se usa principalmente para trabajos de especialidad u representa la mas lata brillantez y la mas uniforme receptividad a la tinta que cualquier papel recubierto que se produce hoy en día.

El proceso de recubrimiento de "Cuchilla de aire" generalmente es usado en recubrimiento de conversión aunque también tiene aplicaciones en la máquina de recubrimiento de cartón. En este proceso un exceso de recubrimiento es transferido del rodillo aplicador al papel. El exceso es eliminado por medio de un doctor el recubrimiento es alisado afuera por medio de una corriente de aire de la cuchilla de aire. Una area de succión o un rodillo de succión localizados en la entrada de los túneles de aire mantienen la tensión del papel durante la aplicación y doctoreado del recubrimiento. El papel pasa a través de un túnel de se-

cado donde aire caliente con vapor sobrecalentado, evaporan el agua. El peso del recubrimiento es fácilmente controlado con la presión del aire sobre el doctor además alterando la velocidad del recubridor.

Existen algunas ventajas con este tipo de recubridor, no hay marcas de recubrimiento y se aplica una capa muy uniforme sobre la superficie del papel. Se logra mas fácilmente uniformidad que con otros tipos de recubridores. Consecuentemente la superficie del papel base no tendrá que ser tan lisa como sobre los rodillos recubridores. El máximo peso de recubrimiento que puede ser aplicado es de 17 lb/ream., la velocidad de esta máquina es limitada principalmente por la capacidad de secado, normalmente opera a cerca de 800 fpm, pero con posibles velocidades hasta de 1500 fpm

El peso de recubrimiento obtenido con este proceso hace posible superar la brillantez pero cambiando la formulación. Por lo tanto también es posible usar papel base encolado internamente, que es importante para el recubrimiento del papel del lado que se va a rotular. Una de las mas importantes ventajas de este método de recubrimiento es que puede ser adaptado a pequeñas porciones de papel y a cambios rápidos de grado de recubrimiento. Un serio inconveniente es que solo se puede recubrir un solo lado en una corrida se debe pasar dos veces el papel para recubrir los dos lados. Se han tenido problemas con este recubridor debido a la espuma en el recubrimiento y a la dificultad de encontrar antiespumantes adecuados sin que causen problemas de manchas de aceite sobre la superficie del papel.

Un método de recubrimiento en la máquina es la Prensa de Encolado que más adelante se discutirá ampliamente.

Uno de los nuevos procesos de recubrimiento en la industria del papel es el "Trailing Blade". Este proceso está siendo utilizado-

tanto dentro como fuera de la máquina de papel. El peso de recubrimiento normal aplicado es de -4 a 7 lb/ream., pero recientes desarrollos han indicado que son posibles pesos de recubrimiento de 14 a 15 lb/ream., Hay dos versiones de este equipo, la primera emplea una charca o presa de recubrimiento detras de la hoja y es el más común, en el otro método el papel es sumergido en el recubrimiento y el exceso es eliminado por medio de un doctor. El control de peso del recubrimiento se lleva a cabo a través del control de sólidos y características de flujo del recubrimiento.

Las ventajas de este proceso son numerosas y significantes. Se obtiene papel recubierto de alta calidad con una superficie muy lisa y el papel base no tiene que ser tan liso como en el recubrimiento con rodillos, aunque debe estar un poco encolado. Este equipo puede ser incorporado a la máquina de papel con un costo mínimo y puede ser usado junto con un rodillo recubridor para obtener la alta calidad del papel doblemente recubierto. No hay limitación práctica en cuanto a velocidad. Un problema común con este método de aplicación del recubrimiento son las marcas sobre la superficie debido a los grumos que se forman detras de la hoja. Normalmente el contenido de agua del recubrimiento es de -- 60 a 65% lo cual da un alto costo de secado. Con la aplicación de recubrimientos de peso ligero se obtiene un mínimo de recubrimiento sobre las irregularidades de la superficie, así que hay una pobre receptividad a la tinta y al barnizado. Es evidente -- que las desventajas de este método son inferiores a las ventajas puesto que hay muchas instalaciones en uso.

En general la descripción del equipo de recubrimiento se ha descrito en numerosas publicaciones incluyendo la monografía TAPPI- No. 8.

\*\*\* FUNCIONES Y OPERACION DE LA PRENSA DE ENCOLADO\*\*\*

Una de las secciones de la máquina de papel que presenta un cuadro de completa simplicidad es la Prensa de Encolado, el proceso parece llevarse a cabo sin ningún problema y el equipo mecánico-requerido parece elemental en su diseño.

En la práctica el encolado del papel requiere del conocimiento de química de una mente analítica y de la paciencia de trabajar con una serie de condiciones que llamaremos variables de la fabricación del papel.

La Prensa de Encolado ha sido usado como una unidad de recubrimiento dentro de la máquina para propósitos esencialmente diferentes en Europa y los Estados Unidos. En los Estados Unidos es considerada principalmente como un pre-recubridor y mas comunmente es usada para aplicar pre-recubridores ligeros a base de almidón para papeles para impresión. En Europa el arte de recubrimiento final en la prensa de encolado ha sido mas desarrollada - hasta 1963 se estimó que la mitad de los papeles recubiertos fueron hechos en la prensa de encolado. Sin embargo con la instalación de máquinas recubridoras de mas alta velocidad esta proporción ha disminuido.

El recubrimiento en la prensa de encolado es actualmente objeto de renovado interés debido al resultado de los avances tecnológicos. físicos y químicos lo cual permite la fabricación de un amplio rango de productos de calidad superior a mas altas velocidades. Lo cual incluye el suso de fibras de maderas y de productos agrícolas en el papel base, mejoramiento en la efectividad de los secadores adicionales y de las superficies no encoladas y un mayor conocimiento en la conveniencia de las formulaciones de

recubrimiento.

En la tabla # 1 se muestran algunas de las numerosas formulaciones de recubrimiento sugeridas en la prensa de encolado

Las formulaciones están principalmente basadas en su naturaleza adhesiva (almidón, proteínas o Caseína) ya se en mezcla de adhesivos naturales o sintéticos. Esto se hace en base a que se desea un mínimo costo total y una mayor compatibilidad en el papel base para obtener productos finales de calidad. Por ejemplo, el uso de Acetato de Polivinilo con Latex Estireno-Butadieno de 25 a 50% reduce la tendencia a arrugarse del papel impreso con las tintas calientes. También se encontró que el recubrimiento con adhesivos sintéticos hace posible que sean más amplios los límites de requerimientos de papel base, etc.

Podemos llegar a la conclusión general de que en la manufactura moderna del papel, se puede llegar con un tratamiento superficial a obtener los mismos resultados que antes se obtenían por medio del tratamiento costoso de la fibra misma. Por lo tanto, un importante concepto en la manufactura del papel ha sido transferido del departamento de preparación de la fibra a la máquina misma de papel.

En el caso particular de la prensa de encolado, el tratamiento del papel o del cartón se hace en uno o dos lados dentro de la zona comprendida entre dos rodillos colocados uno al otro lado o encima uno de otro. Principalmente en sus comienzos, la prensa se utilizaba para efectuar una impregnación superficial con encolante integral iniciado en la preparación de la pasta; esto es para cementar las fibras dentro de la estructura general con el objeto de restringir, entre otras cosas la formación de pelusa.

T A B L A # 1

CLASE DE FORMULACION	GRADO DE PAPEL	PESO DE REC. g/m <sup>2</sup> POR LADO	% DE SOLIDOS	T °C
Almidón	Pre-recubier- to para car- tón de Kraft- blanqueada -- después recu- bierta con cu- chilla de ai- re.	7.5-10.0	12	77-82
	Pre-recubier- ta, de alta -- suavidad, po- co brillo.	4.5-7.5	30-40	
Almidón + Lá- tex Estireno- Butadieno	Offset	7.5	52	50
Almidón + Al- cohol Poliviní- lico.	Impresión	4.5	25	43-49
Almidón + enu- l-sión Acrílica	Impresión		30-40	
Latex-Polivi- nil-Acetato +- Almidón.	Propósitos generales- Offset	10.0	40	55-63

T A B L A # 1  
(CONTINUACION)

CLASE DE FORMULACION	GRADO DE PAPEL	PESO DE REC.g/m <sup>2</sup> POR LADO	% DE SOLIDOS	T °C
Latex Polivinil-Acetato + Almidón	Papel fácilmente borrrable		35	
Proteína	Impresión	4.5-9.0	35	50-55
Proteína+ Emulsión acrílica	Para escritura u Offset	5.0-7.0	30-40	43-49
Caseína + Latex Estireno-Butadieno	Impresión, - papel base - 50% paja de trigo		46	
Alcohol Polivinílico.	Altos grados para entintado	2.0-4.0	25	25-70
Látex de acetato acrílico carboxilado	Offset opaco	3.0-9.0	42-45	43-54

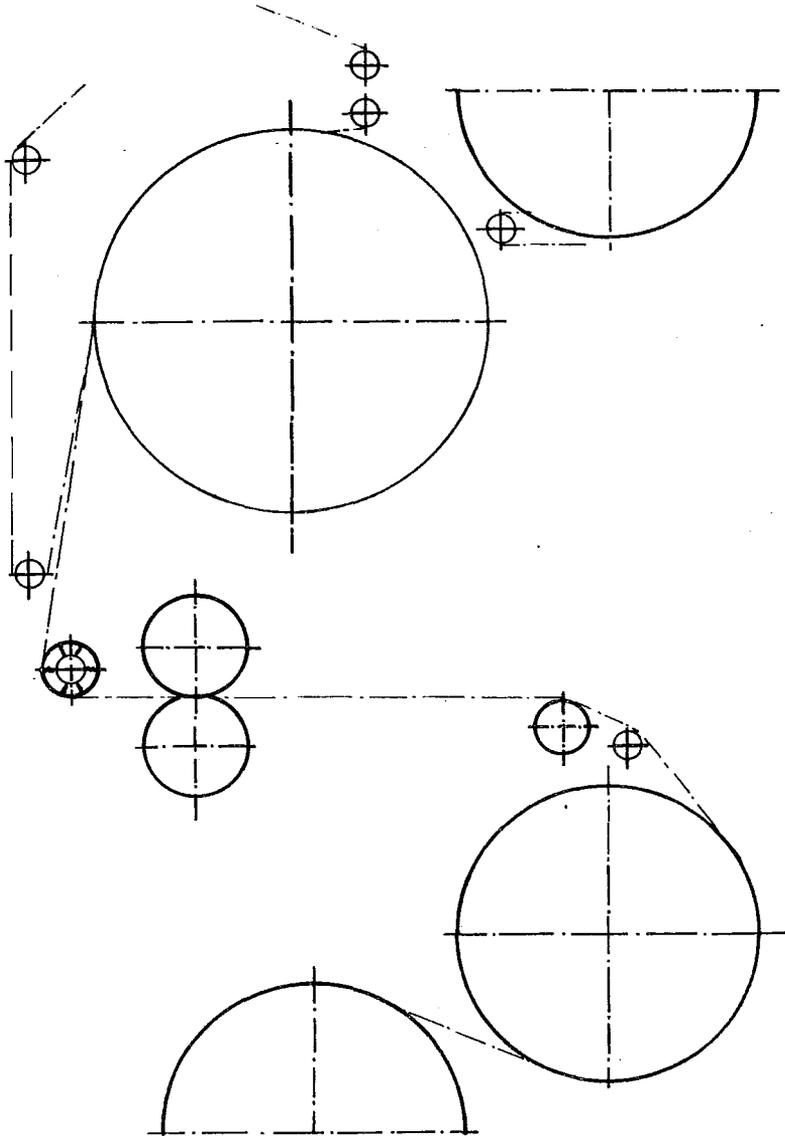
En una proporción cada día mayor, este proceso está ahora utilizándose para recubrir totalmente la estructura fibrosa con un recubrimiento líquido, sobre todo con pigmentos dispersados en almidón, para mejorar la calidad de impresión. Este recubrimiento en la prensa puede considerarse como un compromiso entre la impregnación superficial y el recubrimiento por rodillos. Difiere de este último en que la película de pigmentos no es aplicada por un rodillo y transferida a la hoja bajo presión.

Aquí la película pigmentosa se forma en el embalaje con la hoja al ser eliminada el agua del líquido de recubrimiento a través de la estructura fibrosa de la hoja. Comparado con otros procesos de recubrimiento, el contenido de sólidos en las soluciones utilizadas en las prensas de encolado es por lo tanto inferior al 50% y son relativamente mas caros debido a la alta adición de aglomerantes.

En el caso ideal representado en la Figura No. 1, la hoja de papel se hace pasar con una ligera inclinación a un sector sin lona, recubierto de cromo o teflón, colocando abajo de la prensa por medio de un accionamiento independiente el tiro, que puede ser ajustado antes de entrar al resto de los secadores.

El contenido óptimo de humedad de la hoja al entrar a la prensa debe ser de 7 a 15 %. En estas cifras se toma en cuenta que, por un lado, con una humedad alta la hoja absorberá mas solución, y por el otro hay un límite de humedad relacionado con la resistencia requerida de la hoja, por lo tanto el número de secadores después de la prensa debe ser la tercera o cuarta parte del número total.

El momento crítico es al principio del proceso de secado, puesto



**FIG. no 1**

que en caso de temperaturas excesivas, la solución se seca rápidamente arriba de una capa que permanece húmeda, formándose grietas muy finas. Aparte de esto, el aglomerante acuoso emigra demasiado aprisa hacia la superficie de la solución, aumentando la concentración del que ya existe ahí, de tal manera que las partículas pigmentosas son completamente cubiertas por una película de aglomerantes bajando la capacidad de absorción de las tintas de impresión.

Por lo tanto los dos secadores después de la prensa de encolado son calentados muy ligeramente. Si se utiliza una campana sobre los secadores ésta debe tener una zona ajustable tanto en temperatura como en flujo de aire.

En principio, un secado más intensivo es posible solamente con soluciones de recubrimiento a alta concentración y con papeles absorbentes, en base a esto, los valores óptimos son aplicables a las características de absorción, puesto que en el caso de una absorción excesiva del aglomerante por la hoja, el secado de ésta será deficiente.

Por otro lado, una película de recubrimiento con un contenido bajo de aglomerante provocará la formación de "Pelusa". Hemos oído hablar acerca del fenómeno conocido como "Cáscara de naranja" y todos los papeleros que fabrican papeles recubiertos saben lo que esto significa en número de problemas y malas experiencias. Es sorprendente que hasta ahora no se haya encontrado una explicación precisa de como aparece este fenómeno. Actualmente la siguiente teoría se acepta como probable; Si la hoja con su película de recubrimiento se pasa entre los dos rodillos de la prensa como se ve en la Figura No. 2, de 20 a 30% del agua y por consiguiente de 3 a 4 % del aglomerante son removidos de la solución. Como resultado la viscosidad de la capa de recubrimiento adyacen

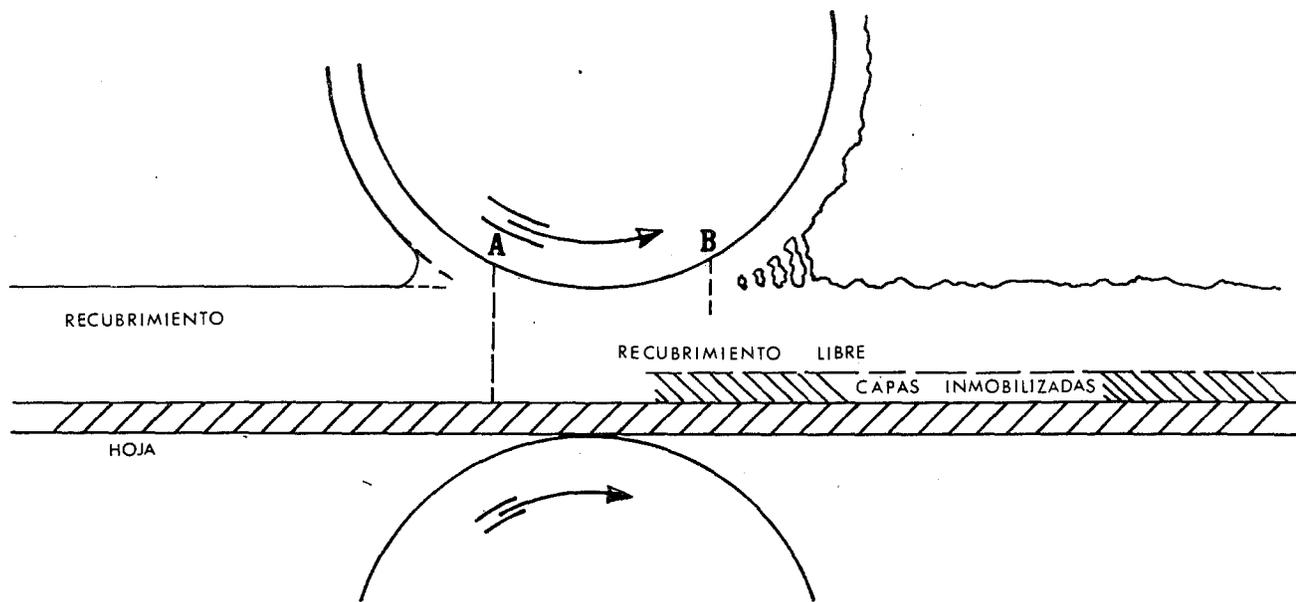


FIG. no 2

te a la hoja aumenta hasta que esta capa se adhiera a la hoja -- la porción de la capa así inmovilizada comparada con el total aumenta con la porosidad de la hoja, la duración de contacto y la presión en la línea de contacto de las prensas, que es inversamente proporcional a la viscosidad de la solución.

La capa libre queda arriba de la capa inmovilizada se reparte en aproximadamente partes iguales entre la hoja y la prensa superior.

Debemos considerar que esta parte del proceso es de suma importancia en cuanto a la calidad del recubrimiento y debemos por lo tanto examinarla en detalle. Dentro de la distancia mas corta entre rodillos, la capa libre entre los puntos A y B, está sujeta a un esfuerzo cortante que se reduce a 0 en el punto B y que se transforma después en un esfuerzo de tensión. Se forman cavidades en la película elongada, la distribución y el tamaño de ellas depende de la flexibilidad y de la tensión superficial del líquido de recubrimiento. Finalmente crecen de tal manera que solamente permanecen filamentos en lugar de la película, entre las dos superficies de los rodillos. Dentro de estos filamentos se puede producir una separación, si los pigmentos con su afinidad mas reducida relativa al recubrimiento del rodillo que el propio aglomerante, pasan en dirección a la hoja de papel. Cuando los filamentos se rompen forman puntitos como consecuencia -- del insuficiente contenido de aglomerantes comparado con el existente alrededor de ellos, presentándose como manchas indistintas al finalizar el proceso de acabado del papel. Esta es la apariencia de Cáscara de naranja, como puede deducirse ahora, esta apariencia aparecerá tanto menos como menor sea la separación de la dispersión y los puntitos mas pequeños.

De este hecho resulta la necesidad de una buena afinidad de los-

componentes de la solución de recubrimiento. Por ejemplo; El almidón y los aglomerantes plásticos son más fáciles de separar de las soluciones a base de pigmentos que de la caseína. El almidón sin embargo, tiene una menor afinidad relativa al recubrimiento de hule de los rodillos que la caseína. Los puntitos permanecerán pequeños si ellos pueden contraerse como consecuencia de la tensión superficial después del rompimiento de los filamentos o si éstos son cortos. La tensión superficial depende de la retención de agua y de la tixotropía del líquido de recubrimiento.-- Por el otro lado los filamentos cortos se forman al romperse la película rápidamente.

Este es el caso con un ángulo grande de rompimiento, esto es: el rodillo de diámetro pequeño o rodillos muy duros, puesto que los filamentos se adhieren enormemente a éstos.

Con el objeto de mantener los filamentos cortos, el espesor de la película no debe exceder de siete micrones. Los filamentos que son muy largos se rompen simultáneamente por dos puntos y la parte central es expelida bajo la forma de una gotita, contribuyendo a la formación de una especie de neblina que puede observarse algunas veces en zonas cercanas a la prensa.

La influencia de los filamentos sobre el proceso de recubrimiento a base de rodillos no puede ser deshechada a la ligera. Este es un punto de vista muy importante al examinar las posibilidades y los límites de uso de la prensa de encolado. En principio la prensa horizontal con embalaje es adecuada para el proceso de recubrimiento con el propósito de emparejar la superficie naturalmente rugosa de la hoja. La experiencia nos demuestra que una cantidad de pigmentos de 4 a 5 g/m<sup>2</sup> y por lado son suficientes con un contenido de aglomerantes del 20 a 30 % en la solución --

de recubrimiento. Sin embargo si se hace necesario se puede llegar hasta 18 a 20 g/m<sup>2</sup> como cantidad total de recubrimientos a velocidades de 120 m/min., con cantidades menores de recubrimiento es posible llegar hasta 400 m/min. A velocidades de máquinas altas se requiere un secado más rápido y los aglomerantes -- plásticos muy caros que exigirían un cálculo bastante exacto del costo final. El recubrimiento con pigmentos puede hacerse en una etapa por medio de la prensa de encolado o en dos etapas con una combinación prensa y doctor de aire. Este procedimiento puede eliminar la apariencia de cáscara de naranja que no es completamente evitable con el proceso de recubrimiento con rodillos. Generalmente el segundo recubrimiento es más ligero.

La Figura No. 3 muestra este arreglo de prensa de encolado y equipo de recubrimiento incorporados a una máquina de papel, éste último colocado después del secado total del recubrimiento inicial.

Naturalmente en algunas fábricas, el papel es tratado dentro de la propia máquina por medio de una prensa de encolado y el segundo tratamiento es dado después por medio de un equipo fuera de la máquina.

Un ejemplo de las posibilidades de doble recubrimiento es el tratamiento inicial por medio de prensa de encolado, en papeles hechos con materias primas baratas tales como pasta mecánica o papeles de desperdicio. En esta forma con un tratamiento a base de almidón modificado a baja viscosidad, se imparte previamente la necesaria rigidez a la hoja que es un requisito exigido para el tratamiento subsecuente con soluciones de recubrimiento de alta calidad.

Puesto que uno mismo podría construir en los casos mas simples,-

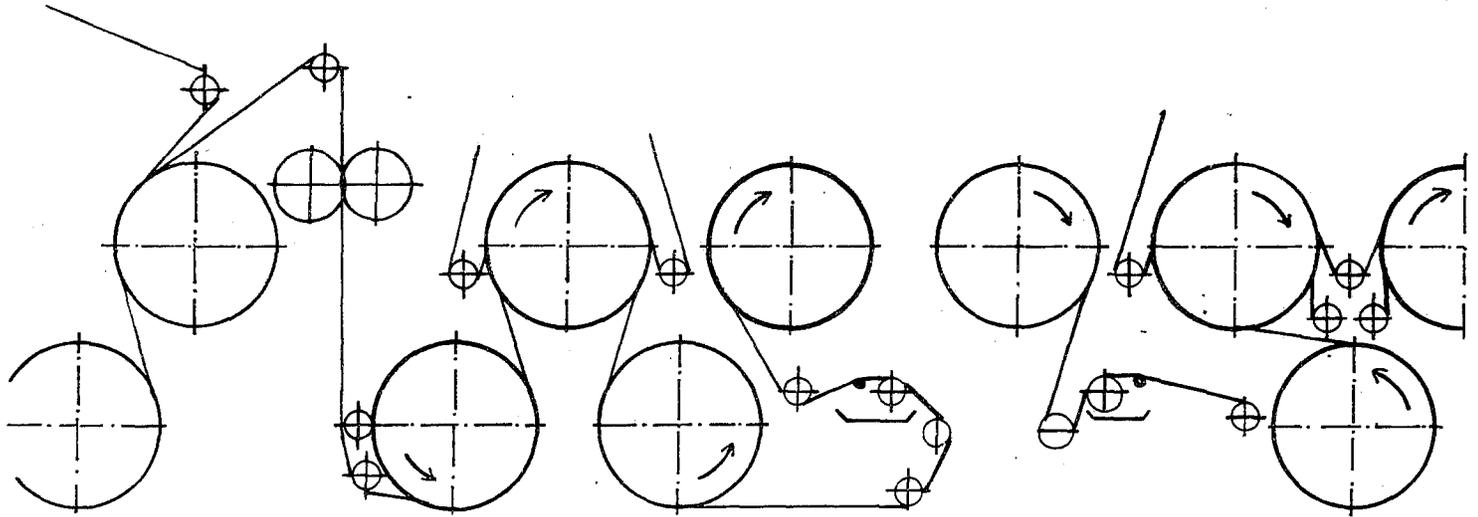


FIG. 3

una prensa de encolado con dos rodillos viejos y unos cuantos --fierros, estos arreglos podrán verse en algunas máquinas de papel, muchas veces con el propósito de prueba o para efectos especiales, Sin embargo para un trabajo permanente se hace necesario una instalación completa con controles especiales, para obtener el máximo rendimiento de velocidad dada por la máquina.

Al considerarse el uso de la prensa de encolado, no estaría por demás tomar en cuenta que en todo caso, la rehumidificación que tiene lugar por la naturaleza misma del proceso, está compensando las tensiones internas de la hoja, de esta manera por lo menos en la dirección de la máquina, la tendencia al hinchamiento producido por el distinto comportamiento de los dos lados de la hoja que varían entre sí por su estructura, es eliminado casi totalmente.

Normalmente, la prensa de encolado es instalada en la máquina de papel como el expediente mas económico y flexible para mejorar la superficie de la hoja. Sin embargo, las exigencias no deben de exceder aquellos límites fijados por el proceso de recubrimientos a base de rodillos, Un recubrimiento de alta calidad exige equipos caros y complicados tales como doctores y doctores de aire, la eficiencia de los cuales sin embargo, puede aumentarse considerablemente anteponiendo una prensa de encolado.

Para operar la prensa de encolado a su mejor eficiencia es indispensable comprender la acción recíproca entre la prensa y la hoja, implicando así mismo un buen conocimiento del líquido de recubrimiento y sus propiedades. Por esta razón deseamos exponer los factores conocidos hasta ahora acerca del líquido de recubrimiento mismo.

El líquido de recubrimiento se caracteriza por su comportamiento Reológico y su retención de agua.

La ciencia de la reología relativamente nueva, abarca la deformación y flujo de la materia y uno no la puede dejar pasar desapercibida., si se desea estudiar con detalle y con éxito el proceso de recubrimiento del papel. Siguiendo los principios de la reología, según la Figura # 4, un líquido inerte en el tiempo  $t = t_0$  - consiste en capas de un espesor " $dr$ ", cuando estas capas se mueven dentro de un periodo " $dt$ " bajo el efecto de un esfuerzo cortante " $s$ ", la velocidad de flujo no será uniforme en todas las capas, solamente en la capa superior se obtendría  $v = dz/dt$ , disminuyendo esta velocidad hacia abajo de capa en capa, siempre en la proporción " $dv$ " como consecuencia de la fricción interna o viscosidad. Este gradiente de velocidad " $dv/dr$ " es una función de la viscosidad y de acuerdo con la ley de Newton  $dv/dr = S/\eta$  lo cual significa que es proporcional al esfuerzo cortante " $S$ ".

Podemos graficar el gradiente de velocidad " $dv/dr$ " contra el esfuerzo cortante " $S$ " obteniendo las llamadas curvas de flujo mostradas en la Figura # 5 .

Las curvas de flujo ilustran el comportamiento de un material y su inclinación con respecto a las ordenadas corresponde a la viscosidad. se puede diferenciar así a los líquidos realmente viscosos, plástico-viscosos y tixotrópicos.

Los líquidos realmente viscosos fluyen inmediatamente al presentarse los esfuerzos cortantes. Sus curvas de flujo atraviesan su origen y su única variable es la viscosidad. Esta es constante en el caso de los líquidos llamados Newtonianos con leyes lineares de flujo, tales como agua y líquidos pseudo-plásticos, principalmente las dispersiones de almidón entre éstos últimos.

Esto se debe a que las cadenas moleculares largas de almidón se alinean bajo la influencia del esfuerzo cortante, provocando una-

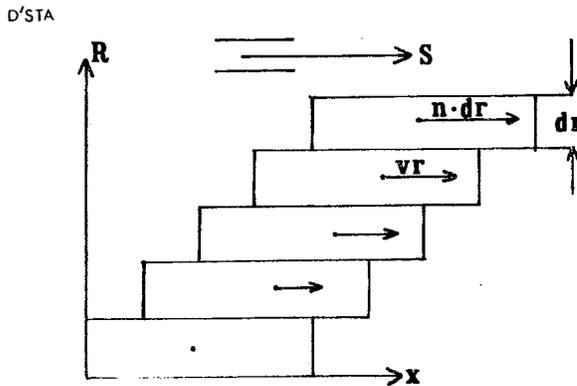
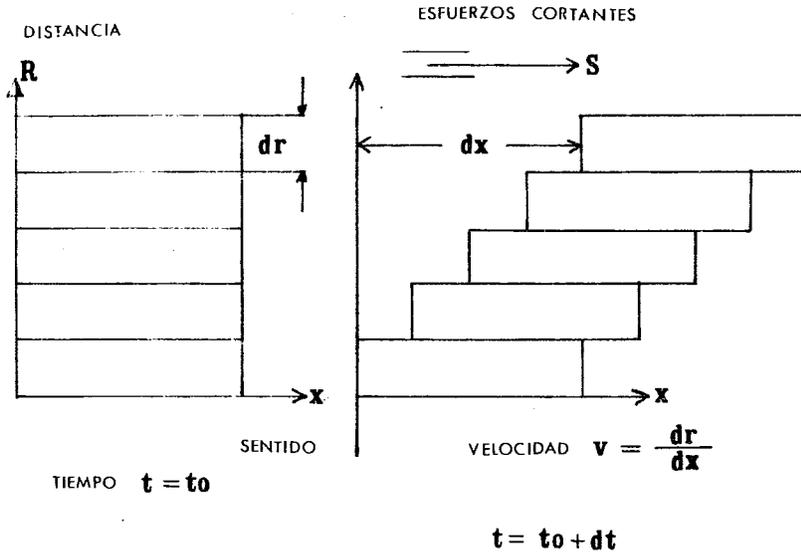
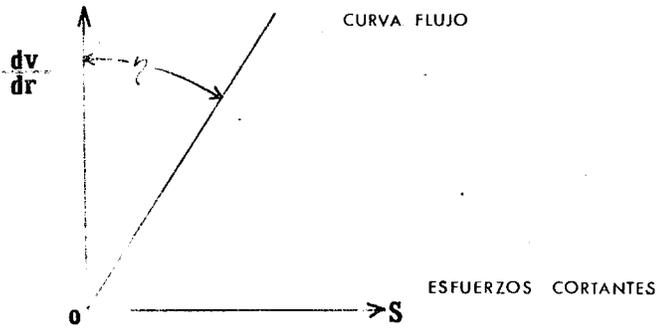


FIG. 4 NEWTON:  $\frac{dv}{dr} \cdot \eta = S$

$\eta$  = VISCOSIDAD O RESISTENCIA AL FLUJO

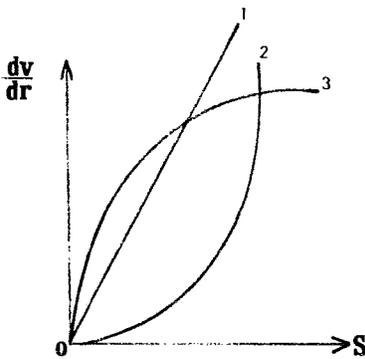
$\frac{dv}{dr}$  GRADIENTE DE VELOCIDAD  $nt$

GRADIENTE DE VELOCIDAD



A) REALMENTE VISCOSOS

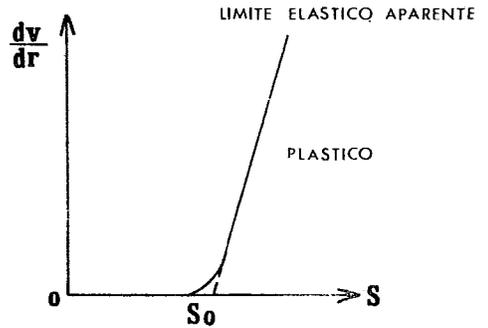
PARAMETRO: VISCOSIDAD  $\eta$



- 1) LIQUIDO NEUTENIANO
- 2) LIQUIDO SEUDO PLASTICO
- 3) LIQUIDO DILATANTE

B) PLASTICO— VISCOSOS

PARAMETRO: VISCOSIDAD  $\eta$



C) TIXOTROPICOS

PARAMETRO VISCOSIDAD  $\eta$   
LIMITE ELASTICO APARENTE  
TIEMPO DE REACCION

FIG. 5 REOLOGIA DEL LIQUIDO DE RECUBRIMIENTO

disminución en la fricción interna,

Contrariamente la viscosidad aumenta con el esfuerzo cortante en materiales lentos con un alto contenido de sólidos. Es verdad que el líquido disponible llena las cavidades cuando está inerte, pero ya no es suficiente para lubricar los puntos de contacto entre las partículas sólidas cuando el volumen de las cavidades aumenta como consecuencia del esfuerzo cortante. Un agente lento de recubrimiento nunca podrá ser alisado muy bien aun cuando su transferencia a la hoja haya sido completa.

Los líquidos Plástico-viscosos, cuya curva de flujo atraviesa el eje de las coordenadas, en  $S_0$ , fluirán solamente después de haber vencido sus fuerzas internas por medio de un esfuerzo cortante de magnitud  $S_0$ , que como, comunmente llamado límite de fluencia, representa una segunda variable además de la viscosidad, su efecto en la viscosidad no puede ser definido exactamente. Sin embargo ambos valores decrecen cuando el líquido se diluye hasta que el valor del límite de fluencia desaparece y aparece el comportamiento realmente viscoso, la mayor parte de los recubrimientos a base de pigmentos, suspensiones de caolín, barnices y tintas de impresión que tienen una viscosidad constante y una curva de flujo casi lineal, pueden contarse entre ellos.

El comportamiento de los líquidos tixotrópicos está determinado por tres variables: Viscosidad, Valor límite de fluencia y Tiempo durante el periodo inerte las partículas sólidas se alinean, tal alineamiento debe ser destruido por un esfuerzo cortante antes que el límite de fluencia tome los bajos valores correspondientes a un comportamiento realmente viscoso., Después de que el esfuerzo cortante ha desaparecido, reaparece el alineamiento de las partículas sólidas y la sustancia se solidifica nuevamente. Un líquido de recubrimiento tixotrópico hasta cierto punto, se hará fluido bajo el efecto de presión de la prensa y se distribuirá unifor

mente en las cavidades de la hoja, solidificándose rápidamente como película después de eliminar la presión y antes de secarse. - naturalmente se tendrá que encontrar un valor óptimo para la tixotropía puesto que el exceso de ella causará problemas.

Por lo tanto podemos ver que el comportamiento reológico del material de recubrimiento está basado en las acciones mutuas y propiedades de sus componentes.

Contrariamente, a esto la segunda característica, Retención de agua, está relacionada solamente con el aglomerante. La retención de agua es de menos significancia para las soluciones encolantea, pero es de extrema importancia para los recubrimientos con dispersiones de pigmentos. Siempre debemos de imaginarnos que el aglomerante cubre las varias partes de pigmentos anclándolas entre ellas mismas así como a la superficie del papel.

Dependiendo de la propiedad de retención de agua del aglomerante, la hoja absorbe el agua del recubrimiento, por lo tanto el contenido de pigmentos aumenta directamente arriba de la superficie de la hoja hasta que se ha formado una capa filtrante. Sobre esta capa permanecerá una porción en forma líquida, esta porción es de decidida importancia para los filamentos. La proporción entre la capa filtrante y la líquida determina la capacidad de elongación del recubrimiento sobrante. Será necesario ajustarla de tal manera que se asegure la subsecuente posibilidad de alisar el recubrimiento.

El aglomerante sigue al agua absorbida por el papel y se concentra dentro de la capa filtrante, durante el periodo de secado, parcialmente emigra otra vez hacia la superficie del recubrimiento. El máximo efecto del aglomerante en formación, depende por lo tanto de la retención de agua, de su tamaño y de su posición dentro de la capa filtrante.. Afecta por lo tanto la solidez del recubrimiento-

y la calidad de impresión del papel recubierto. Si se excede cierto máximo, el recubrimiento tiende a agrietarse. Si la porción en la capa filtrante de aglomerante disminuye abajo de un mínimo la capa filtrante estará desprovista de la resistencia al Picking requerido para la impresión y también la densidad necesaria que hace posible la transferencia clara y limpia de las tintas de impresión a la superficie del papel.

Con excepción de la retención de agua la eliminación del agua del recubrimiento está también influida por las propiedades de absorción de la hoja misma, esto es, por el grado de encolado. En caso de una absorción desigual, las partículas mas pequeñas de pigmentos serán deslavadas dentro de la estructura fibrosa en las zonas de mayor absorción de agua. Por el contrario las partículas mas grandes se depositarán en la superficie recubierta. En la zona de menos absorción la película de recubrimiento permanecerá en general sobre la hoja y las partículas pequeñas y ligeras de pigmento flotarán hasta que el recubrimiento pierda su agua por evaporación.

Esta distribución variable produce manchas que se harán visibles -- principalmente después del proceso de acabado.

Estas manchas si n embargo, pueden ser causadas por la anisotropía de la propagación de la humedad. Si la propagación de la humedad y el grueso de la hoja es variable se formarán cavidades que se llenarán con el recubrimiento y reaccionarán exactamente como queda descrito en el caso de zonas de menor absorción.

Esto demostrará que la calidad de recubrimiento depende decididamente de la formación de la hoja y sus consecuencias. Es totalmente imposible mejorar una hoja de formación deficiente con ningún tipo de recubrimiento. Por otro lado, existe el peligro de que una hoja bien formada sea hechada a perder durante el proceso de recubrimien

to. Por lo tanto, para evitar estos problemas y con la cada día mayor demanda de papeles de alta calidad, es indispensable que todos los experros sean informados acerca de lo más reciente en recubrimiento.

#### MECANISMO DEL TRATAMIENTO DEL PAPEL EN PRENSA DE ENCOLADO.

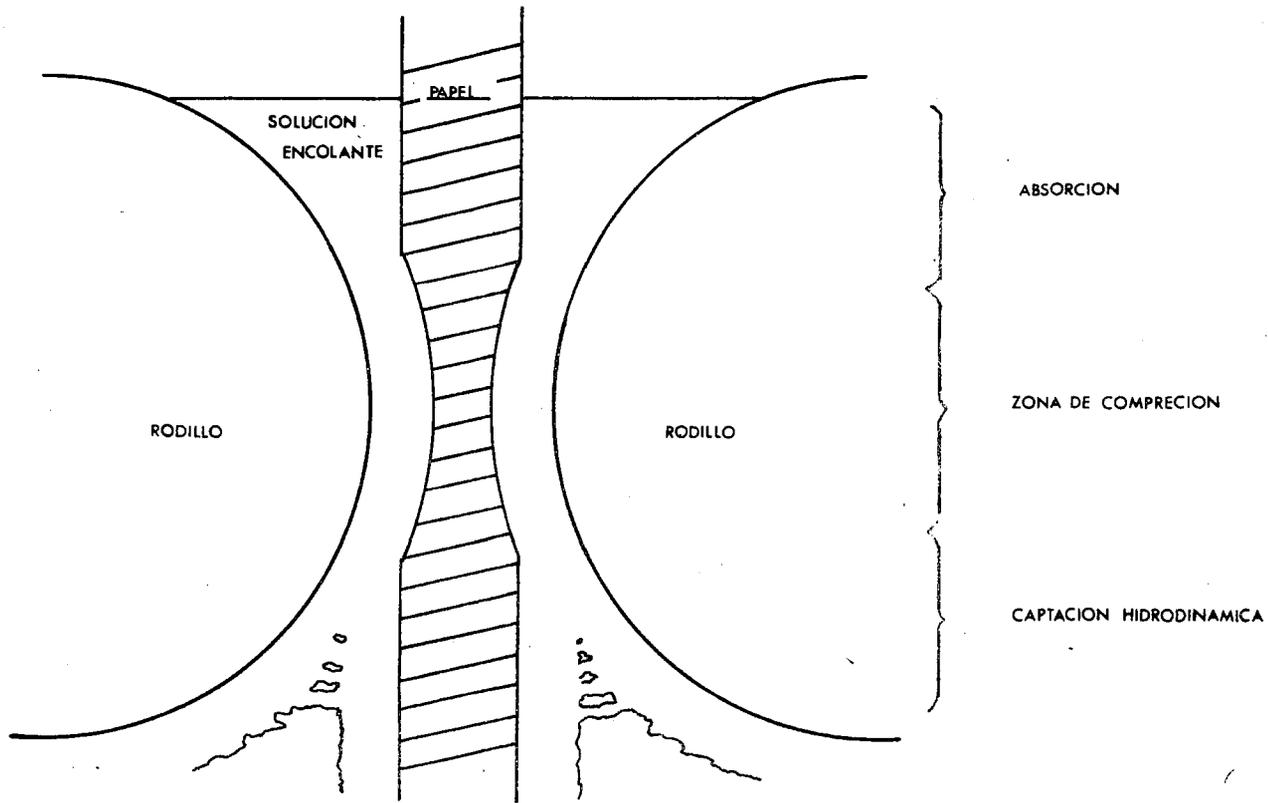
La zona de contacto de la prensa de encolado puede ser convenientemente dividida en tres regiones como se muestra en la Figura # 6 , que tiene lugar tan pronto como el papel entra en la charca que se forma de la solución encolante y tiene lugar la absorción. Después la hoja pasa a través de la región central donde el papel puede -- ser comprimido y el líquido es forzado a pasar a través de la hoja. Al salir de la zona de contacto tiene lugar el METERING HIDRODINAMIC AND FILM SPLITTING. Probablemente por medio de un mecanismo de cavidades y filamentación.

En base a las anteriores postulaciones se puede escribir la siguiente ecuación para describir la captación de la solución encolante por medio de la prensa de encolado.

$$P_u = K_1 + \frac{K_2}{(\eta S)^n} + K_3 \eta S$$

Donde  $P_u$  es el aumento de peso del papel húmedo,  $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$  son coeficientes,  $\eta$  es la viscosidad de la solución encolante.  $S$  es la velocidad del papel a través de la prensa de encolado y  $n$  es un índice. Los tres términos son llamados respectivamente: El término del papel, El término de absorción y el Término hidrodinámico.

El primer término o término del papel cuenta para cualquier solución encolante la cual es inmovilizada sobre la superficie del papel-



**FIG.6** ZONA DE CONTACTO EN LA PRENSA DE ENCOLADO

debido a la rugosidad de la superficie y para cualquier efecto que surja como consecuencia de la compresión y expansión del papel --- cuando pasa a través de la zona de contacto y se encuentra que depende solamente de las propiedades del papel base especialmente -- del grado de batido.

El término de absorción determina la cantidad de líquido captado - a través: de la hoja conforme viaja a través de la charca de encolado antes de entrar a la zona de contacto. El término es derivado de la ecuación de Lucas-Washburn. El coeficiente  $K_2$  depende tanto de la viscosidad de la solución como del grado de batido del papel base.

El índice "n" se ha encontrado que depende de la viscosidad, el va lor exacto se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$N = 0.63 \eta + 0.72$$

Donde  $\eta$  es la viscosidad (Brookfield a 100 rpm) en Poise.

El término hidrodinámico es una medida de la cantidad de la solu-- ción encolante la cual entra a la superficie de la hoja en la sali-- da de la zona de contacto, el coeficiente  $K_3$  está dado por la si-- guiente ecuación:

$$K_3 = a \frac{5}{4} \frac{R/P}{(2.7 - \mu)}$$

Donde "a" es el factor por Film splitting (generalmente se considera que es 0.5) R es el radio de los rodillos, P es la carga en la zona de contacto expresado en unidades de fuerza por unidades de longi-- tud y  $\mu$  es un factor de deformación de la superficie de los ro dillos, y está dado por.:

$$\mu = \frac{2}{1 + \frac{2R \eta SE}{(1 - \nu^2) P^2}}$$

Donde E es el Módulo de Young y "v" es el radio de Poisson del material con que está recubierto el rodillo. Este valor varía de 0 a 2.

Para todos los rodillos duros por ejemplo de acero, este valor es suficientemente pequeño como para ser despreciado de la ecuación. Para rodillos suaves como por ejemplo de caucho, este valor es significativo y su valor o contribución en el término hidrodinámico no puede ser despreciado.

La ecuación descrita para el aumento de peso del papel húmedo se derivó de una serie de experimentos en planta piloto y de un análisis cuantitativo y cualitativo del tratamiento del papel en la prensa de encolado y muestra las inter-relaciones entre los siguientes factores: Velocidad de la máquina, Viscosidad de la solución encolante y las Propiedades del papel base.

En los experimentos para este propósito se usó una prensa de encolado horizontal. La velocidad máxima que pudo ser alcanzada fué de 150 m/mín. Y la máxima carga en la zona de contacto fué de  $75 \times 10^2$  N/m aplicando 44 lb/in.

Las soluciones de almidón fueron preparadas usando viscosol 202 a concentraciones de 5 a 17% de sólidos produciendo un rango de viscosidades de 20 a 100 cp (Brokfield a 100 rpm).

Todo el papel base fué preparado usando pulpa al sulfato blanqueada batida a diferentes grados. Esto fué hecho sobre una máquina de

papel UNIST con un gramage nominal de 80 g/m<sup>2</sup>.

La captación de la solución de almidón por el papel en la prensa de encolado se midió usando un sistema Beta-Gauge que tiene fuentes de Kriptón 85, colocada inmediatamente antes y otra inmediatamente después de la prensa de encolado permitiendo una medición directa de la cantidad de la solución de almidón aplicada a la hoja.

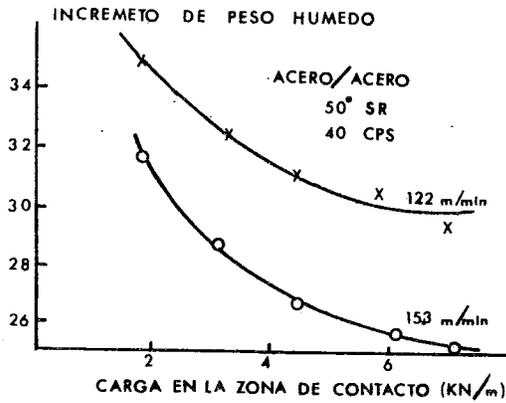
#### E F E C T O   D E   L A S   V A R I A B L E S   S O B R E   L A   - C A P T A C I O N   D E   S O L U C I O N   E N C O L A N T E .

1.- EFECTO DE LA CARGA EN LA ZONA DE CONTACTO Y DUREZA DE LOS RODILLOS. El efecto de la carga en la zona de contacto entre los rodillos sobre aumento de peso de la hoja se muestra en las Gráficas 1, 2, 3, y 4 para varias condiciones de dureza de los rodillos usando un 10% de sólidos en la solución de almidón y un papel base con un batido de 50 SR.

Para rodillos de acero, podemos suponer que el parámetro de deformación  $n = 0$  y por lo tanto el aumento de peso será una función de  $1/P$ .

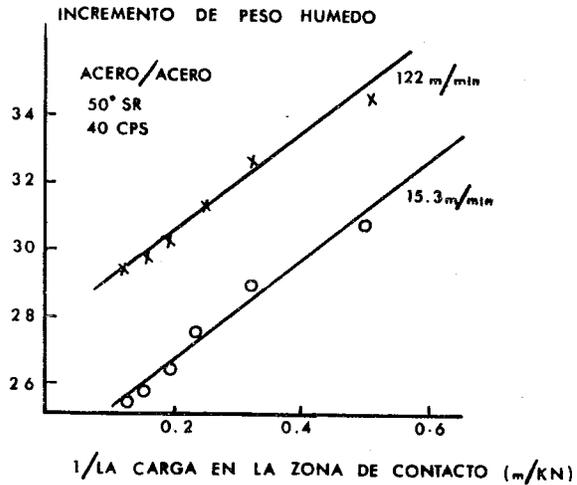
Una gráfica del aumento de peso contra  $1/P$  se muestra en gráfica #2 obteniéndose una relación lineal. Esto se obtuvo en la sección transversal de la hoja, una mancha de iodo confirmó que a altas cargas en la zona de contacto, se obtiene mayor penetración de la solución de almidón en la hoja aun cuando el aumento de peso total disminuyó.

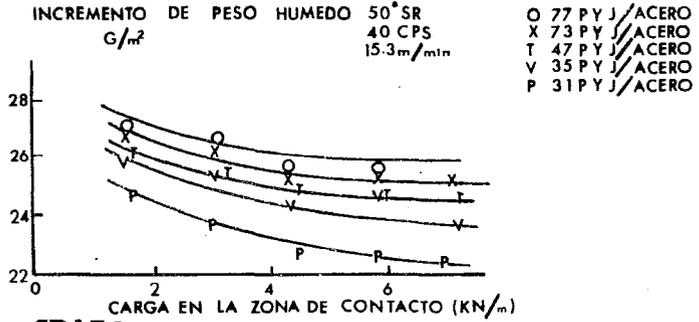
Con rodillos de caucho o goma, ya aparecen curvas desapareciendo la tendencia lineal sobre  $1/P$ . Indican que el parámetro de deformación juega un papel mas importante en la modificación del efecto de la -



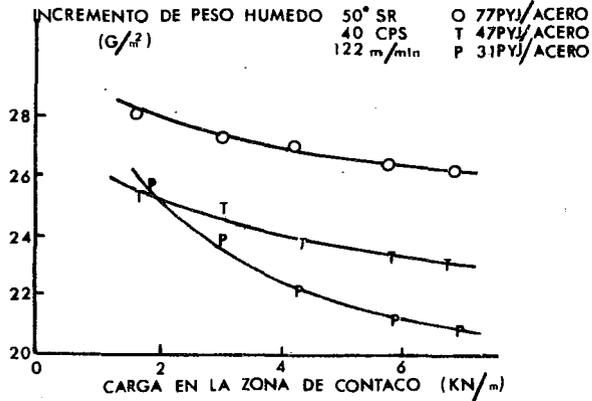
**GRAF. 1** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON CARGA EN LA ZONA DE COMPRESION

**GRAF. 2** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON 1/CARGA EN LA ZONA DE CONTACTO





**GRAF.3** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON CARGA EN LA ZONA DE CONTACTO Y RODILLOS Duros

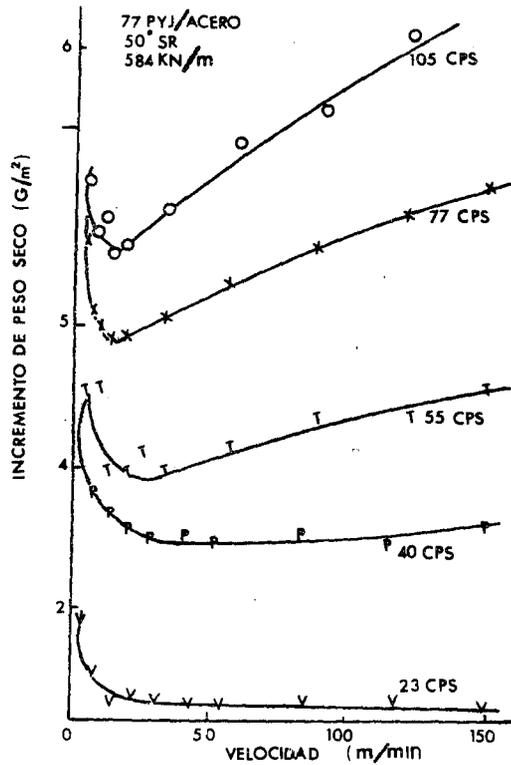


**GRAF.4** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON CARGA EN LA ZONA DE CONTACTO Y RODILLOS Duros

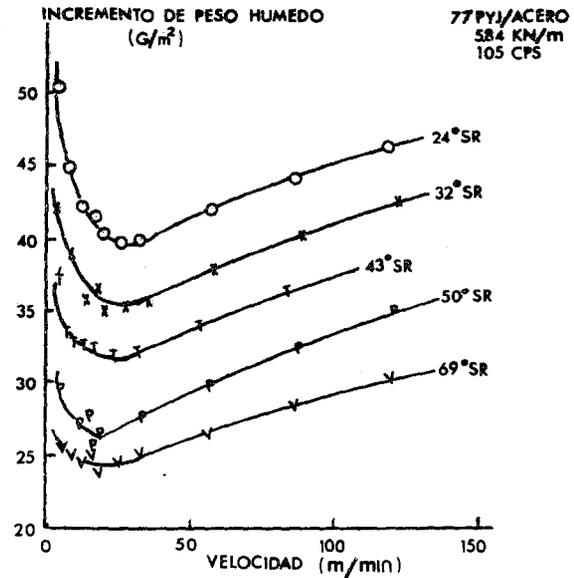
carga en la zona de contacto sobre el aumento de peso. también se puede ver que el incremento de la dureza de los rodillos produce una disminución en el aumento de peso tanto a altas como a bajas velocidades en base a las que en este estudio se hicieron.

2.- EFECTO DE LA VELOCIDAD DE LA MAQUINA: Las Gráficas 5,6, y 7 -- demuestran primero una disminución después un incremento en el aumento de peso con el aumento de la velocidad de la máquina, el término de absorción es dominante a bajas velocidades, dando una disminución en el aumento de peso conforme se incrementa la velocidad Pero a altas velocidades el término hidrodinámico es mas importante produciendo un incremento en el aumento de peso con el aumento de la velocidad. En las velocidades intermedias no predomina ningún término y hay por lo tanto un mínimo en la curva de aumento de peso contra velocidad. La velocidad a la cual se presenta este mínimo está influenciada por la viscosidad de la solución y el grado de batido del papel base. La velocidad correspondiente al aumento de peso mínimo se incrementa por la disminución de la velocidad y por la disminución del grado de batido. (gráficas 5 y 6). En efecto con un papel muy abierto, no encolado usando una viscosidad baja de la solución de almidón, la velocidad a la cual se presenta el mínimo puede ser tan alta como 1000 m/min. El gradiente de la porción que sube de la curva es muy afectado por dos factores: Una disminución en la dureza de los rodillos produce un incremento en el gradiente (gráfica 7)., Un incremento en la viscosidad da un incremento dramático en el gradiente (gráfica 5); esto es esperado debido a que el término hidrodinámico es directamente proporcional a la viscosidad. En el caso extremo es decir a alta viscosidad y con rodillos suaves el gradiente no es constante pero disminuye con el incremento de la velocidad debido a la influencia -- del parámetro de deformación que es importante en estas condiciones particulares.

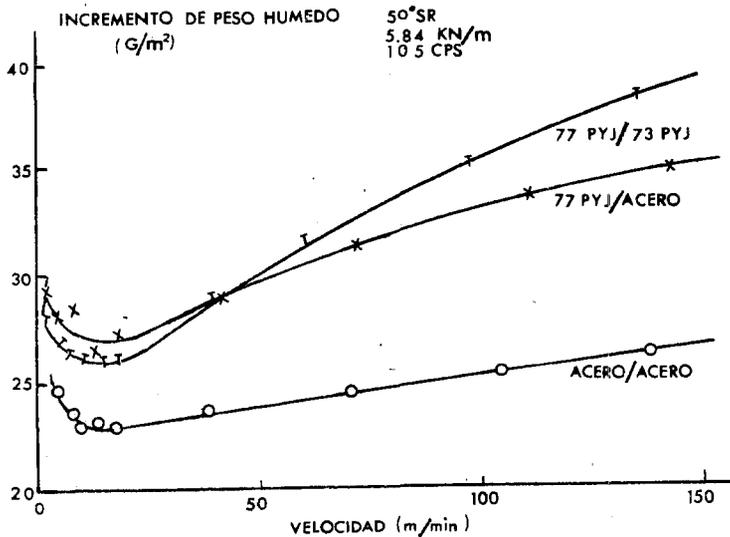
EFECTO DE LA VISCOSIDAD: La viscosidad puede tener un efecto dramá



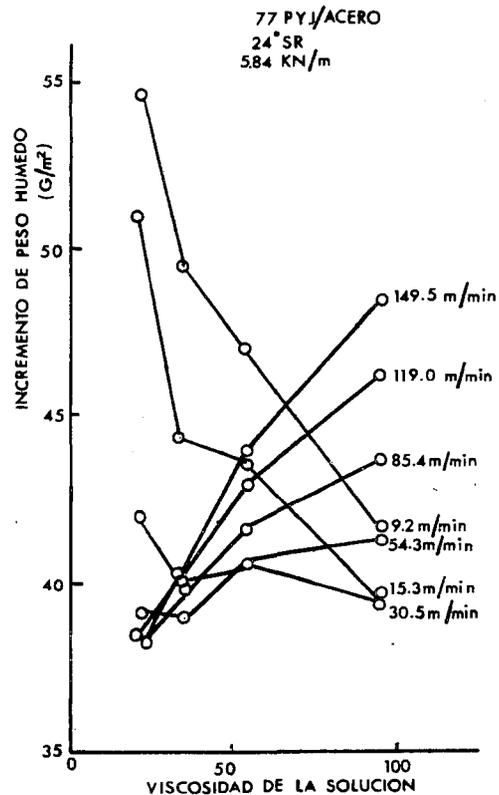
**GRAF.5** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO SECO CON VELOCIDAD A DIFERENTES VISCOSIDADES



**GRAF.6** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON VELOCIDAD A DIFERENTES GRADOS DE BATIDO



**GRAF.7** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON VELOCIDAD PARA VARIAS CONDICIONES DE DUREZA



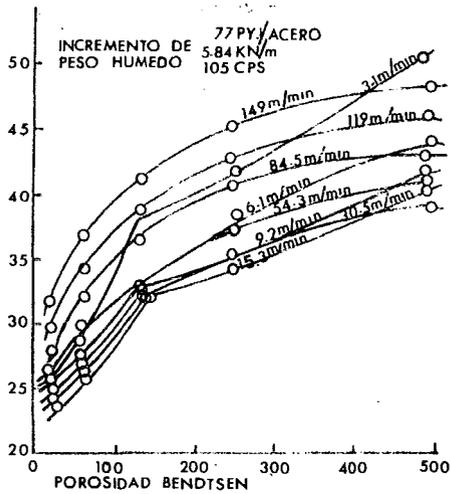
**GRAF.8** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON SOLUCION VISCOZA

tico sobre el aumento de peso, como se ilustra en la gráfica 8, a bajas velocidades el aumento de peso disminuye con el incremento de la viscosidad pero a altas velocidades el incremento de peso se incrementa sobre el mismo rango de viscosidad. la gráfica 8 muestra el efecto que la viscosidad puede tener sobre la importancia relativa de los términos de absorción e hidrodinámico.

La carga en la zona de contacto y la viscosidad de la solución son solamente las variables que pueden ser cambiadas durante el proceso la viscosidad puede por supuesto ser variada, cambiando la concentración de la solución y el grado de almidón o la temperatura.

4.- EFECTO DEL GRADO DE BATIDO DEL PAPEL BASE: El efecto del grado de batido del stock que se usa para el papel base se muestra en la gráfica 9. la permeabilidad Bendtsen al aire del papel base se grafica representando un cambio en grado de batido de 24 a 69 grados SR., el cambio en el aumento de peso con el batido ilustra la importancia de las propiedades del papel base sobre el término del papel  $K_1$  en la ecuación de aumento de peso o captación de solución-encolante.

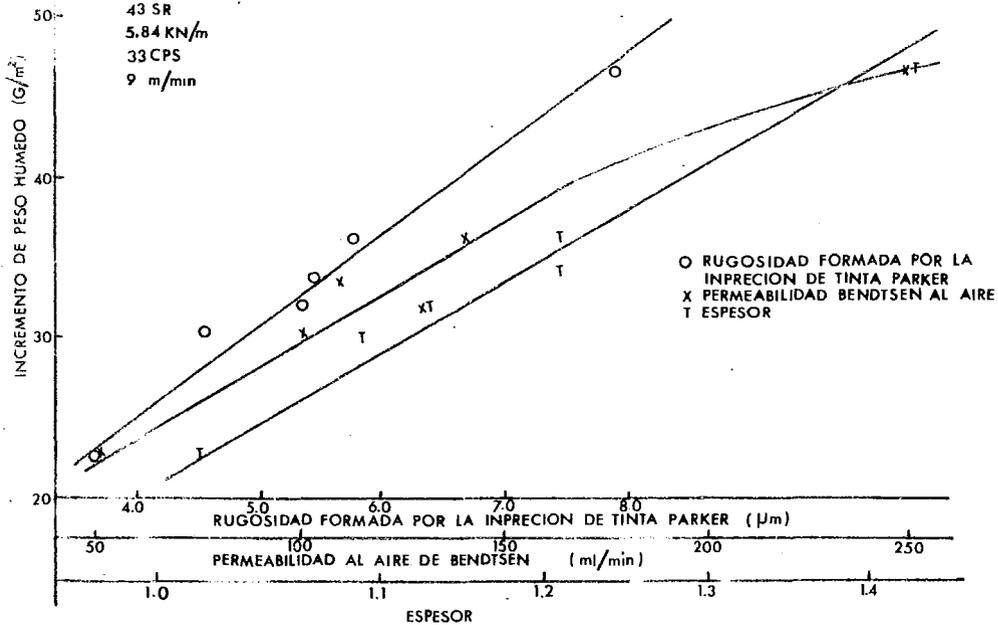
5.- EFECTO DEL SUPERCALANDREADO: El supercalandreado del papel base afecta radicalmente las propiedades del papel, el cual por consiguiente afecta los términos del papel y de absorción de la ecuación de aumento de peso. El cambio en las propiedades de la hoja, por ejemplo la permeabilidad Bendtsen al aire, rugosidad y volumen producidos por el supercalandreado del papel base y su efecto sobre el aumento de peso se muestran en la gráfica # 10, el papel mas denso viene a reducir el tamaño del término del papel de la ecuación de aumento de peso, un papel mas liso aumenta el ángulo de contacto entre la superficie del papel y la solución encolante, el papel se humedece por lo tanto menos facilmente y la influencia del término de absorción se reducirá. El supercalandreado como tal solamente a-



**GRAF.9** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON EL GRADO DE BATIDO DEL PAPEL BASE

**GRAF.10** VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON EL SUPER CALANDREADO

77 PYJ/ACERO  
 43 SR  
 5.84 KN/m  
 33 CPS  
 9 m/min



fectará en tratamiento fuera de máquina, sin embargo algunas instalaciones tienen una conexión antes de la prensa de encolado sobre la máquina y esto tendrá efectos similares.

6.- EFECTO DEL ENCOLADO INTERNO: El grado de encolado interno del papel base controla las propiedades de absorción de la hoja, por un incremento del ángulo de contacto, como se muestra en la Tabla II, La gráfica 11 muestra como el incremento de peso en la prensa de encolado puede disminuir por la adición de resina y alumbre al stock para la fabricación de la hoja y por el encolado de la hoja previo al tratamiento en la prensa de encolado.

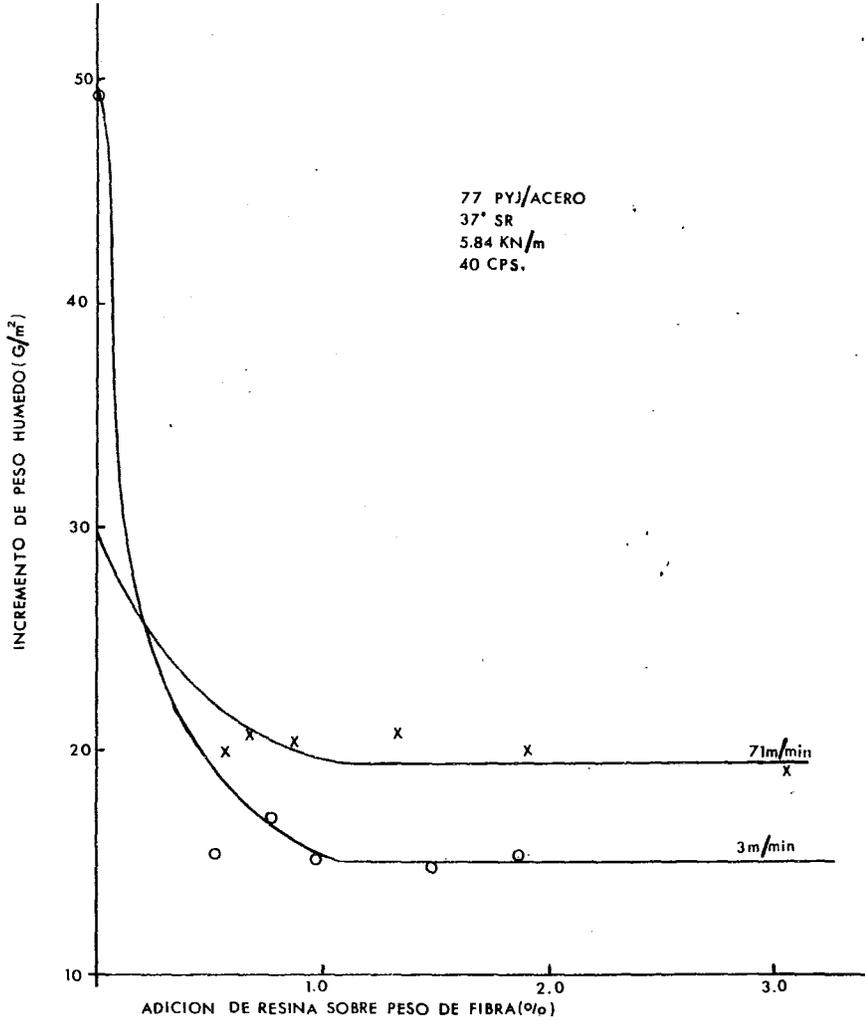
T A B L A II

ENCOLANTE ADICIONADO EN %	g / m <sup>2</sup>	ÁNGULO DE CONTACTO
0	150.0	---.---.---
0.5	25.0	103.5
0.75	21.5	108.0
1.0	20.0	112.5
1.5	19.0	114.5
2.0	18.1	115.5
3.0	18.0	117.0

APLICACIONES PRACTICAS DE ESTAS CONCLUSIONES: Las situaciones prácticas a que puede conducir el control del aumento de peso del papel al pasar por la prensa de encolado son en primer lugar: La carga de los secadores después de la prensa de encolado, si el papel absorbe mas o menos líquido la carga del secado será mayor o menor por lo tanto hay que aumentarla o disminuirla.

GRAF.11

VARIACION DE INCREMENTO DE PESO HUMEDO CON ENCOLADO INTERNO



A la pregunta de porque las propiedades físicas del papel cambian sin razones obvias? se considera que puede ser debido al encolante introducido en la recirculación del stock lo cual en algunos casos es verdadero. Por lo tanto se debe agregar el suficiente encolante al papel para controlar y cambiar la cantidad de material añadido en la prensa de encolado. Puesto que el aumento de peso en la prensa de encolado es mas sensitivo que los ensayos normales de encolado.

La mayoría de las compañías tienen algunas batidoras en su planta pero hay la tendencia en cambiarlas por otras , por varias razones entre ellas económicas. Las máquinas van a diferentes velocidades y usan diferentes encolantes, la consideración de estos datos puede permitir una mejor duplicación de una fabricación y una mejor optimización.

Finalmente hay nuevas técnicas en desarrollo que permiten grandes mejoras económicas. La optimización del sistema encolante para impartir el nivel deseado de resistencia al agua al mas bajo costo y el teñido en la prensa de encolado son dos de estos desarrollos.

#### SECADO DEL PAPEL RECUBIERTO O TRATADO SUPERFICIALMENTE EN LA PRENSA DE ENCOLADO

El espacio útil y económico y las consideraciones técnicas determinan la forma mas adecuada de los secadores que siguen a la prensa de encolado. Básicamente la selección gira alrededor de los costos relativos del vapor, aceite y gas natural o sintético, junto con la eficiencia con la cual un tipo particular de secador utiliza la energía. Otros costos asociados son de importancia secundaria.

Es muy difícil diferenciar técnicamente los diferentes tipos de secadores, por ejemplo: Secadores convencionales de vapor sobrecalentado con alta velocidad y secadores con infrarrojo, tienen diferentes velocidades de secado. La velocidad de secado muestra la conducta -- del adhesivo del recubrimiento y la naturaleza del secado (ya sea su superficial, de un lado, de ambos lados o interno) también va a ser un factor contribuyente. Puesto que la migración del adhesivo es actual mente conocida como uno de los principales efectos que gobiernan la aplicación del recubrimiento, se evaluará éste para determinar como lo afectan los diferentes secadores.

Actualmente se está dando particular atención a los secadores infrarrojos. También la eficiencia del secado está siendo mejorada con la incorporación de sistemas de aire, y se está haciendo el intento de hacer fluir en dirección transversal el perfil de humedad controlando la temperatura de radiación por secciones transversales de la hoja.

Una hoja de 30 a 300 lb requerirá casi el mismo número de secadores -- después de la prensa de encolado, previendo que cada peso de papel -- se recubra a la misma velocidad en fpm., es evidente que el número -- de secadores adelante de la prensa de encolado variará a tal punto -- que la hoja de 300 lb tendrá de 4 a 5 veces mas secadores a menos -- que tengamos un alimentador poco común, estamos seguros que se puede -- usar la regla del pulgar para determinar el número de secadores des -- pués de la prensa de encolado. Esta regla postula que podemos entrar a la prensa de encolado solamente con una humedad de alrededor de -- 4 a 8 % y dice así: Son necesarios 5 secadores de 48 in a 400 fpm -- mas uno adicional por el aumento en la velocidad de cada 100 fpm., -- a menos de 400 fpm generalmente son necesarios 5 secadores y mas de -- 1000 fpm se puede obtener el número progresivamente como se dijo an -- tes. a más de 1600 fpm son necesarios 15 secadores de 48 in o su e -- quivalente en  $ft^2$  de area de secado.

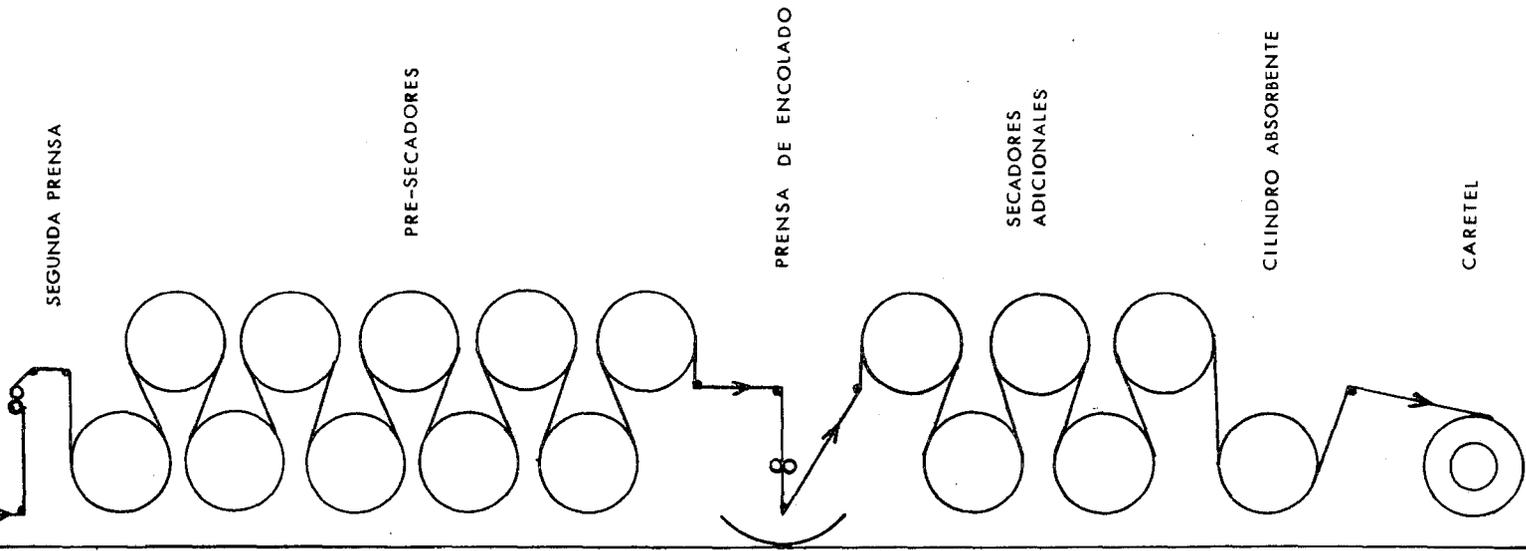
El secado del papel tratado en la prensa de encolado sobre la máquina de papel difiere del secado convencional del papel en que el agua es aplicada una vez más en la prensa de encolado y ésta tiene que ser evaporada. Por esta razón el secado de papeles tratados superficialmente requiere mas energía que el secado convencional.

El tratamiento superficial del papel sobre la máquina y el secado del papel tratado deben tener propiedades físicas óptimas con una cantidad mínima adicional de consumo de vapor y una máxima producción de papel en la máquina, en el secado de papeles tratados superficialmente la cantidad de energía adicional, comparada con la energía consumida en un secado convencional, si las condiciones de secado, humedad inicial, ventilación, material encolante, etc., -- son las mismas depende solamente de dos factores:

- 1.- Contenido de humedad del papel base
- 2.- Cantidad de solución aplicada sobre la prensa de encolado

Se estudió la interdependencia de estos dos factores con énfasis especial a las propiedades físicas y otras resultantes de la variación de los factores, sin pretender cubrir todos los aspectos en cuestión, solamente poner en claro los aspectos principales.

El estudio del secado del papel tratado en la prensa de encolado se llevó a cabo en un papel de impresión de  $70 \text{ g/m}^2$  preparados sobre una máquina de papel experimental modelo Kameroner, a una velocidad de  $2.0 \text{ m/min.}$ , los ensayos de encolado en la planta se llevaron a cabo sobre la máquina de papel a  $220 \text{ m/min.}$ , el papel de la máquina experimental tuvo 10 secadores y 5 secadores adicionales, como se muestra en la Figura 7. El diámetro de los rodillos fué de  $150\text{-mm}$ , La temperatura superficial de los cilindros fué continuamente regulada por el calentamiento eléctrico. La prensa de encolado fué con posición vertical de los rodillos con una presión en la zona--



**FIG. No 7** MAQUINA EXPERIMENTAL DE PAPEL

de contacto de los rodillos de 13 Kp/cm.

La máquina de papel a escala piloto tuvo 22 presecaadores, una prensa de encolado horizontal y 7 secadores adicionales. El contenido de humedad del papel antes de entrar en la prensa de encolado fué controlada manualmente por el operador de la máquina, la temperatura de los secadores adicionales fué controlada por aparatos Lippke. Fueron estudiadas las condiciones de recubrimiento con el uso de soluciones de almidón oxidado por tratamiento de superficie.

En primer lugar se estudió el efecto del contenido de humedad del papel antes de entrar en la prensa de encolado con respecto a la cantidad aplicada de humedad sobre la prensa de encolado y sobre el contenido de humedad en el papel y sus propiedades físicas para establecer las diferentes condiciones de secado óptimas con relación a estos parámetros .

Para establecer las diferentes interrelaciones entre estos experimentos se llevaron a cabo éstos en ambas máquinas. Alterando la temperatura de los secadores y con idénticas condiciones de encolado, se obtuvieron diferentes condiciones de humedad antes de la prensa de encolado, también fueron determinados el contenido de humedad después de la prensa de encolado y el almidón aplicado. El contenido de humedad promedio también se determinó secando completamente muestras de papel. La cantidad de almidón aplicada fué calculada no solamente de Pick-up o aumento de peso húmedo y de la concentración de la solución de almidón sino también por la extracción del papel encolado de acuerdo al método TAPPI.

La temperatura de los secadores adicionales fué controlada para obtener una humedad final de 4 a 6%. En el curso de los experimentos se midieron las siguientes variables.

- 1.- Temperatura de los secadores.
- 2.- Contenido de humedad después de cada cilindro secador.
- 3.- Gramage.
- 4.- Concentración y temperatura de la solución de almidón.
- 5.- Propiedades físicas del papel recubierto y no recubierto.

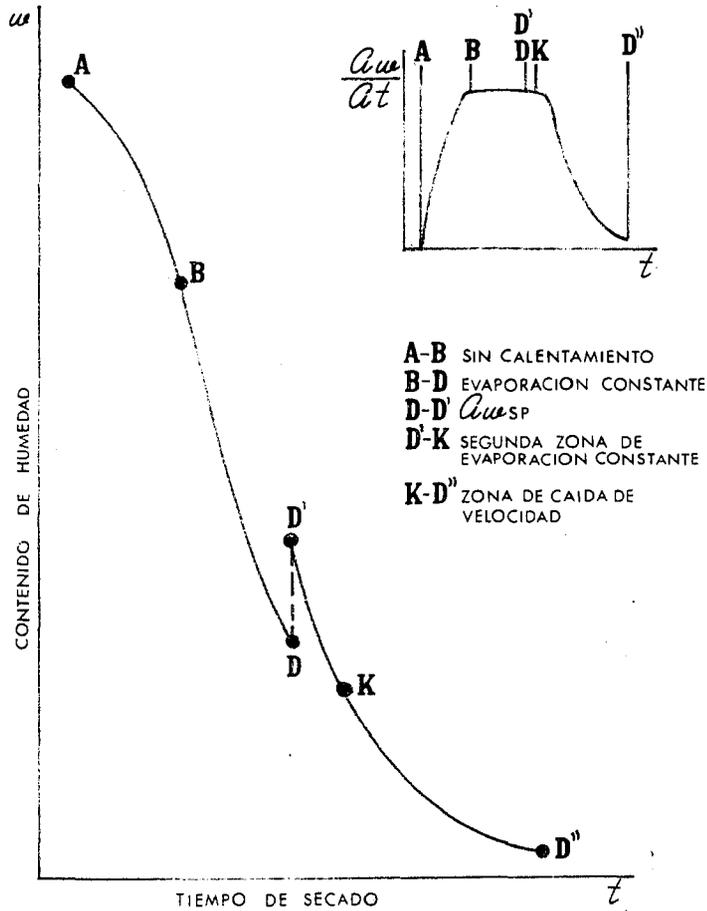
Se notó que el contenido de humedad del papel con respecto al papel de la máquina experimental cambió en un rango de 1 a 180% antes de entrar en la prensa de encolado, pero estos mismos efectos no pudieron ser alcanzados en las condiciones de planta piloto.

A diferencia del secado convencional la curva de secado del papel encolado superficialmente consiste esencialmente en 3 pasos. El primero es el paso de presecado, el cual puede incluir, calentamiento, evaporación constante y zonas de caída de velocidad. depende del contenido de humedad antes de la prensa de encolado por encima y por debajo del nivel crítico.

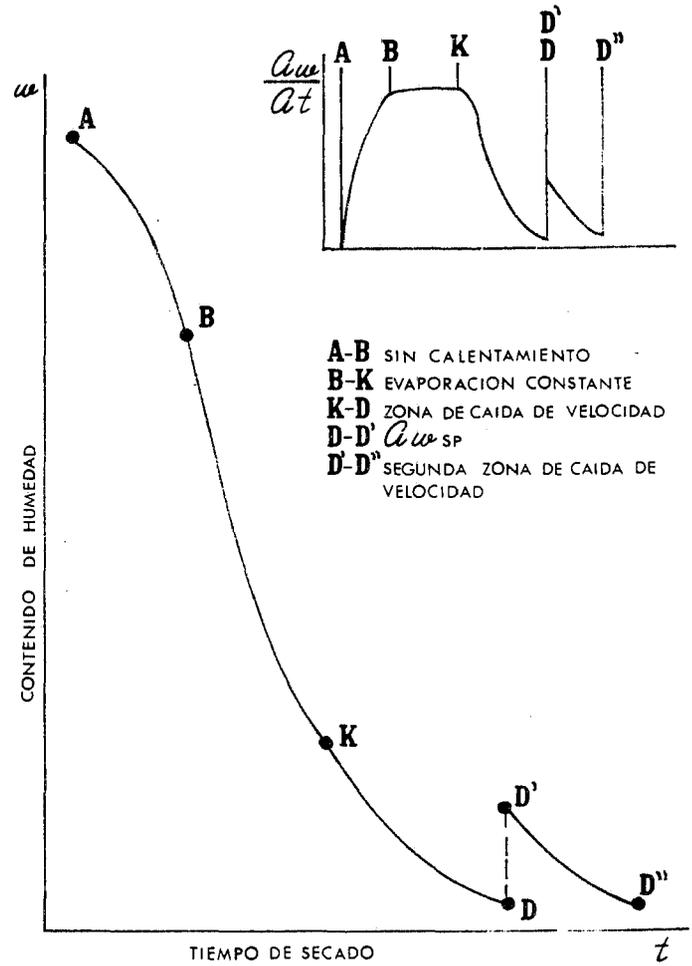
El segundo paso es la humedad aplicada sobre la prensa de encolado y el tercero es el paso de secado adicional, el cual depende del contenido de humedad del papel, después de la prensa de encolado, puede incluir una evaporación constante y una zona de caída de velocidad.

En base a esto el proceso tiene dos puntos críticos y dos zonas de caída de velocidad (Gráfica 11) si el papel fué secado en la sección de presecado abajo del contenido de humedad crítico. Mientras que si el contenido de humedad antes de la prensa de encolado alcanzó el punto crítico el secado tiene dos zonas constantes de evaporación y solamente una zona de caída de velocidad. (gráfica 12)

En el curso de los experimentos los procesos de secado variaron entre límites amplios. dos casos extremos se ilustran en la gráfica - 13.



**GRAF. No 12** PAPEL SECADO EN LA SECCION DE PRESECADO A UN CONTENIDO DE HUMEDAD MAS ALTO QUE EL CRITICO



**GRAF. No 11** PAPEL SECADO EN LA SECCION DE PRESECADO ABAJO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD CRITICO

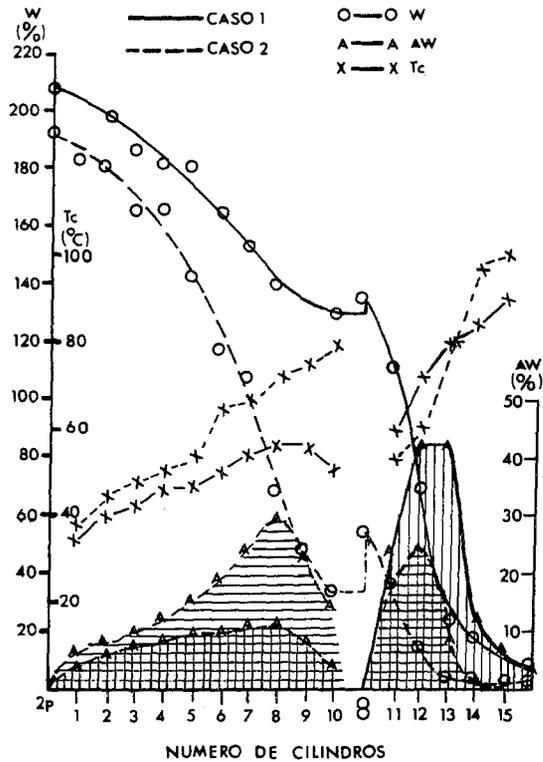


La temperatura de los cilindros también se ilustra en la gráfica - 13, de estos resultados fueron calculados la humedad y almidón aplicados (Tabla III). relacionando los valores de humedad antes de la prensa de encolado es posible determinar el aumento de peso del papel debida al almidón y la dependencia del contenido de humedad del papel antes de la prensa de encolado (gráfica 14)

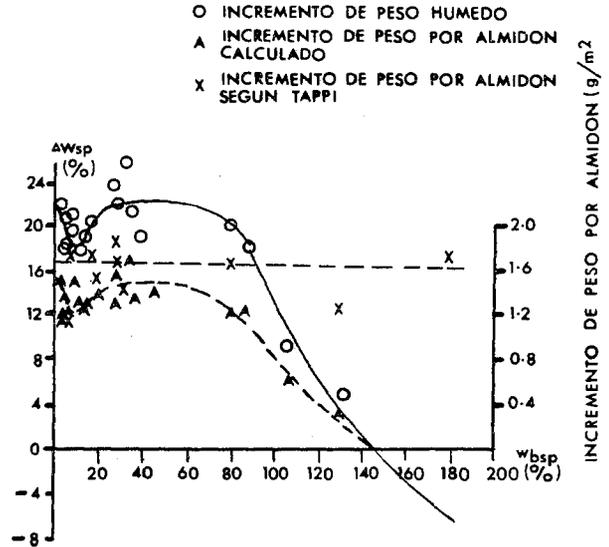
Los experimentos llevados a cabo en la máquina de papel experimental y en la planta piloto mostraron que la humedad en la prensa de encolado tiene un mínimo a  $W_{bsp}$  (humedad antes de la prensa de encolado) de cerca de 5 a 10%. El lugar exacto del mínimo depende de las propiedades del papel y del almidón, también como de los parámetros de la máquina. Para valores de humedad arriba y abajo de -- los valores mencionados, el aumento de peso húmedo se incrementa -- y a contenidos de humedad arriba de 60% disminuye otra vez. (dependiendo de la presión en la zona de contacto), el papel no tomará -- más cantidad de agua que la correspondiente a su contenido, una cantidad mayor será eliminada por la zona de contacto en la prensa de encolado. Con altos contenidos de humedad el valor que toma  $W$  -- tiene un valor negativo. Bajo estas condiciones experimentales a --  $W_{bsp} = 180\%$  cerca de 6.5% de agua es eliminado por la prensa de -- encolado y el valor de  $W$  obtenido fué igual a 0 (gráfica 14). en esta figura fué a un contenido de 145%.

El aumento de peso por almidón fué estimado directamente del aumento de peso por agua e indirectamente por el método de extracción. El primer método da naturalmente una curva paralela a  $W = f/W_{bsp}$  -- para un contenido de humedad de  $W_{bsp} = 145\%$  el aumento de peso por almidón será nulo; los contenidos de almidón todavía mas altos en que puede ser eliminada el agua del papel en la prensa de encolado -- la solución de almidón sería diluida.

El contenido real de almidón del papel determinado por el método --



**GRAF. 13** DOS CASOS EXTREMOS DE LOS EXPERIMENTOS DE SECADO



**GRAF. 14** LA INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PAPEL SOBRE EL AUMENTO DE PESO POR ALMIDON

T A B L A III

DATOS EXPERIMENTALES PARA HUMEDAD Y ALMIDON APLICADOS EN LA PRENSA DE ENCOLADO

N	$W_{bsp}$	$W_{asp}$	W	ALMIDON APLICADO CALCULADO $g/m^2$	ALMIDON APLICADO SEGUN M. TAPPI $g/m^2$
1	4.7	23.3	18.6	1.213	1.26
2	33.8	55.5	21.7	1.384	1.59
3	29.0	52.5	23.5	1.540	1.69
4	130.0	134.5	4.5	0.294	1.26
5	3.6	24.4	20.8	1.379	----
6	2.0	24.0	22.0	1.481	1.71
7	80.6	100.8	20.2	1.190	1.64
8	4.5	23.0	18.5	1.184	1.76
9	28.8	51.2	22.4	1.350	1.87
10	10.8	29.3	18.5	1.339	1.57
11	179.2	172.9	6.3	-----	1.73
12	50.0	65.3	15.3	1.169	----
13	39.7	58.6	18.9	1.443	----
14	5.9	26.1	20.2	1.541	----
15	7.8	27.7	19.9	1.438	----
16	14.8	34.4	19.6	1.415	----
17	6.1	26.9	20.8	1.504	----
18	0.0	21.5	21.5	1.554	1.73
19	88.3	106.6	18.3	1.190	----
20	106.6	115.7	9.1	0.593	----
21	34.1	60.0	25.9	1.684	----
22	17.0	37.1	20.1	1.306	----
23	10.5	29.5	19.0	1.232	----
24	13.1	31.0	17.9	1.167	----
25	3.6	22.0	18.4	1.198	----

de extracción determina sin embargo, que el aumento de peso por almidón es casi independiente del contenido de humedad eliminado en la prensa de encolado. De acuerdo con la gráfica 14 el aumento de peso por almidón aplicado, determinado por el método de extracción fué de más o menos  $1.6$  a  $1.8 \text{ g/m}^2$ , independientemente del contenido de humedad del papel y de cuando  $W_{\text{bsp}}$  fué igual a  $180\%$ , cuando el agua fué prensada fuera del papel, el contenido de almidón fué mas o menos el mismo. Estos resultados inesperados nos llevan a calcular el contenido de almidón por otro método. Por medio de la diferencia en la reflexión de la luz del papel antes y después de la absorción de vapores de yodo obteniéndose así valores consistentes con los obtenidos por el método de extracción.

El papel es tratado sobre la prensa de encolado para cambiar algunas de sus propiedades. Entre las propiedades físicas del papel estudiadas se incluyen: Suavidad, Permeabilidad al aire, Estabilidad dimensional en húmedo y Resistencia al rasgado. Como las diferencias en contenido de humedad antes de la prensa de encolado se alcanzaron ajustando la forma de la curva de evaporación, es obvio que cambiando la velocidad de secado la mayoría de las propiedades del papel base también serán alteradas. Esto es especialmente marcado en el caso de la suavidad del papel, la cual se incrementa con la disminución de la velocidad de secado, Para eliminar la influencia de las propiedades del papel base, se puso énfasis especial en la elaboración de diferencias del papel recubierto y del no recubierto. Como esperábamos pudo ser demostrado que las propiedades estudiadas como la permeabilidad al aire, que disminuyó y la resistencia al rasgado que se incrementó mas significativamente como resultado del recubrimiento con almidón.

Los valores de la Prueba Dennison nos dieron información no solamente de la resistencia Picking del papel sino también de la penetración del almidón en el papel. De acuerdo con las investigacio-

nes de Chilson también se puede postular que a contenidos de humedad bajos, como de 5% la resistencia Picking fue incrementada debido a la baja penetración del almidón puesto que el almidón quedó sobre la superficie del papel. Como las investigaciones cubrieron un amplio intervalo en contenido de humedad los resultados han sido obtenidos en una amplitud mayor de humedad para la penetración de almidón. En este caso el valor Dennison caracterizando la resistencia picking también se incrementó.

De los valores de resistencia Picking y de acuerdo con la observación microscópica de la sección transversal se puede concluir que para contenidos de humedad abajo de 5% y arriba de 80% el almidón será localizado sobre la superficie del papel, mientras que para valores dentro de éstos límites el almidón penetra en la sección transversal.

La localización de la prensa de encolado puede ser determinada desde el punto de vista económico y de energéticos por el contenido de humedad específico antes de la prensa de encolado de tal manera que el consumo de energía para evaporación sea el más pequeño.

La determinación de esto es posible de la interrelación de la curva de evaporación,  $W = f/$  y el aumento de peso de agua sobre la prensa de encolado  $W = f/W_{bsp}$  graficando las dos curvas sobre un diagrama obtenemos junto con la curva de evaporación una curva límite, cada punto de la cual significa a un valor de  $W = "C"$  para cada  $W_{bsp}$ , del conocimiento de esta curva límite, para cualquier contenido de humedad del papel sabremos el tiempo de secado, del presecado y de la sección de secado después de la máquina. (gráfica 15).

Con el propósito de ilustración se presentarán estos tres casos:

$$1.- W_{bsp} = W_{crit.}$$

$$2.- W_{crit.} = W_{bsp} \cdot W_z$$

$$3.- W_z = W_{bsp} = 0$$

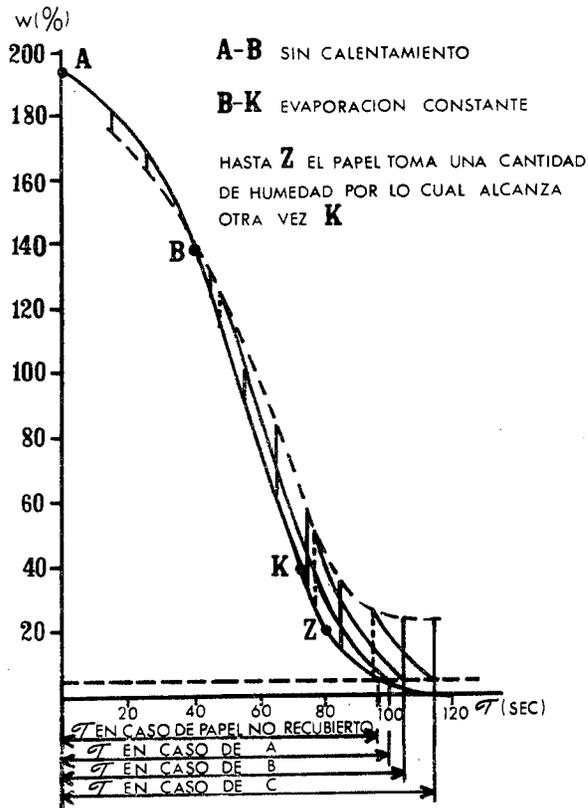
El tiempo total de secado es igual a la suma de los tiempos parciales de la sección de secado. El tiempo de secado de los tres casos es:

$$1.- t_t = t_{e1} + t_{e2} + t_{d2}$$

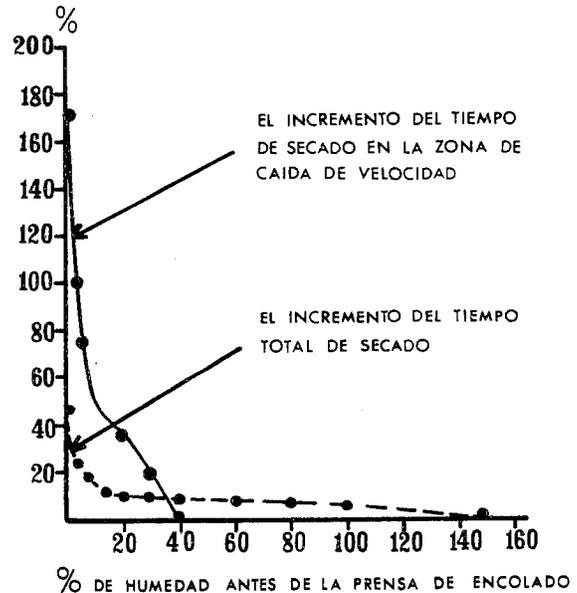
$$2.- t_t = t_{e1} + t_{e2} + t_{d1} + t_{d2}$$

$$3.- t_t = t_{e1} + t_{d1} + t_{d2}$$

El cálculo de los tiempos de secado para un número de casos similares y la relación de éstos a los tiempos de secado del papel no recubierto están representados como función de  $W_{bsp}$  en la Gráfica 15- los cuales muestran solamente un cambio mínimo en el tiempo de secado total para contenidos de humedad abajo de 20%, mientras que a -- contenidos de humedad mas bajos el tiempo de secado se incrementa -- significativamente. Esto significa que comparando el papel no recubierto o las condiciones donde  $W = 0$  la capacidad de la máquina de papel disminuye, por ejemplo: con un contenido de humedad en la entrada de 20% el valor será de 90% y a un 3% será de 75%, tomando -- el tiempo de secado proporcional a la longitud de la máquina. La diferencia es principalmente causada por un incremento en la longitud de las zonas de caída de velocidad, como se observa en la gráfica- 16.



**GRAF. 15** LA CURVA DE SECADO DE DIFERENTES PAPELES RECUBIERTO Y NO RECUBIERTO



**GRAF. 16** EL IMPACTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD CON EL INCREMENTO DEL TIEMPO DE SECADO RELATIVO AL PAPEL NO RECUBIERTO

PROPIEDADES DEL PAPEL RECUBIERTO -  
EN PRENSA DE ENCOLADO .

El entintado del papel encolado superficialmente en forma convencional puede ser mejorado de un 50 a un 300% por recubrimiento en la prensa de encolado. Se pueden obtener porosidades Sheffield que van de más de 400 a menos de 40 después de la aplicación de un recubrimiento en la prensa de encolado. La opacidad y la brillantez muestran un incremento hasta de 7 puntos, mientras que es usual una caída de éstas con el encolado superficial convencional, los valores de resistencia al desgarramiento son generalmente mas bajos en los papeles recubiertos en la prensa de encolado que los recubiertos convencionalmente, especialmente sobre aquellos que son recubiertos con resinas termo-plásticas. Los valores de IGT también son generalmente mas bajos pero las diferencias relativas no son tan grandes como las que se ven con la resistencia al desgarramiento, sucede lo mismo -- cuando se usa encolante de resina, es decir, los valores de resistencia al desgarramiento son mas bajos en la prensa de encolado que en el encolado convencional.

PROPIEDADES OPTICAS: Las propiedades ópticas, especialmente la opacidad y la brillantez son importantes a considerar en el recubrimiento en la prensa de encolado. los niveles de aumento de peso por el recubrimiento, normales, varían de 6 a 20 lb/300 ft<sup>2</sup> . comparando los papeles recubiertos en la prensa de encolado con los no recubiertos podemos considerar que el reemplazamiento de la fibra y el relleno por el recubrimiento influyen las propiedades ópticas del papel terminado.

Se ha reportado un estudio con fines del análisis de estas propiedades donde se usa un papel base representativo del tipo usado para el recubrimiento en la prensa de encolado y todas las comparaciones fueron hechas en relación a éste. Este papel tuvo un peso base de 32 lb por ft<sup>2</sup>, se recubrió a través de una prensa de encolado y le fueron-

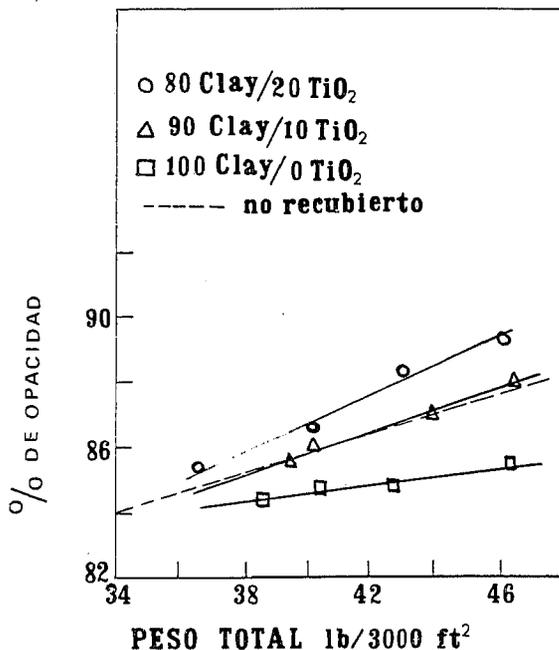
aplicadas varias cantidades de recubrimiento, dependiendo principalmente del contenido de sólidos de la solución de recubrimiento. Los datos de opacidad y brillantez de este experimento se muestran en las gráficas 17,18,19,20,21, y 22. Como el papel base tiene un peso de 32 lb un papel con un peso total de 40 lb, tiene 8 lb de recubrimiento sobre él, con un peso total de 43 lb se han aplicado 11 lb de recubrimiento etc., la línea interrumpida en cada gráfica muestra la opacidad y la brillantez de un papel base sin recubrir.

La gráfica 17 muestra que la opacidad del papel terminado no se mejora conforme el recubrimiento se va aplicando, cuando el recubrimiento es solo caolín a un nivel de 50 partes, el papel recubierto en este caso es tan opaco como un papel no recubierto a un peso comparable.

En la gráfica 19 para un nivel de 30 partes de adhesivo por 100 partes de pigmentos, comparado con el papel recubierto con solamente caolín da un papel terminado con aproximadamente la misma opacidad que un papel no recubierto. El efecto del nivel de adhesivo sobre la opacidad se ilustra en la Tabla IV, las opacidades de los papeles recubiertos y de la película de recubrimiento sobre placas de vidrio son muy diferentes para niveles de adhesivo de 50 a 40, a niveles de 30 partes de adhesivo hay un incremento agudo en la opacidad de las películas sobre placas de vidrio, aparece mas bien como un perceptible pero menos dramático cambio en la opacidad sobre el papel recubierto.

Los efectos del nivel de adhesivo y composición del pigmento sobre la brillantez son similares a los efectos sobre la opacidad. de las figuras se puede ver que un alto nivel de adhesivo (50 partes) y sin Oxido de Titanio puede reducirse la brillantez total del papel. Cuando se reemplaza un 10% de caolín por óxido de titanio, la brillantez total se mejora conforme se va aplicando el recubrimiento.

GRAF. 17

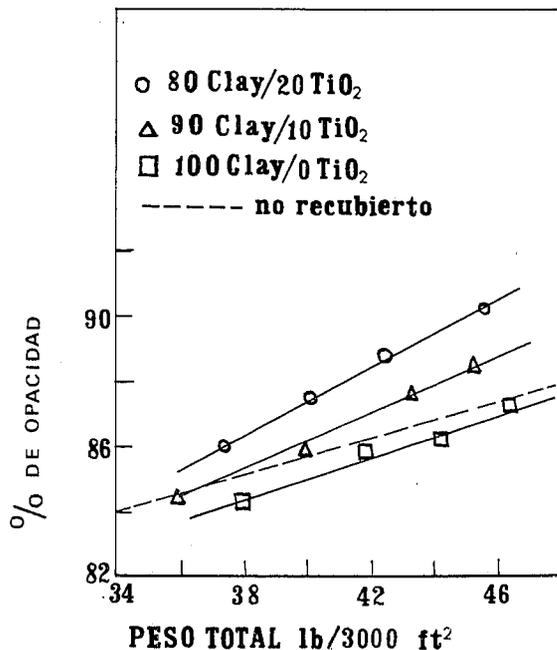


PESO TOTAL lb/3000 ft<sup>2</sup>

OPACIDAD COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 50 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO.

● Clay = Caolin

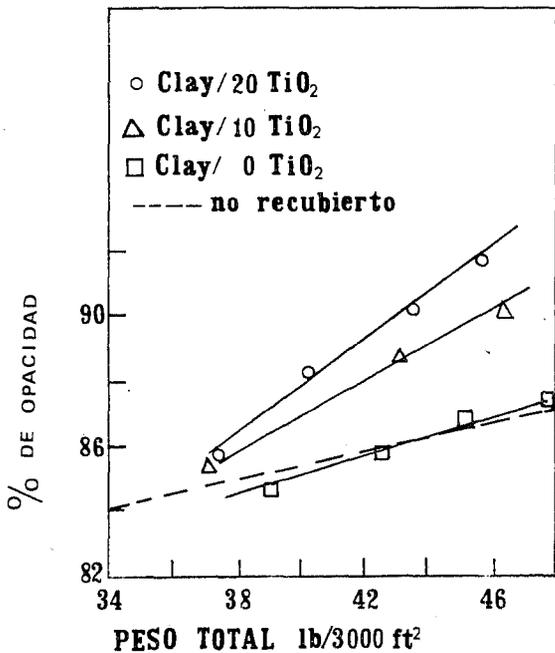
GRAF. 18



PESO TOTAL lb/3000 ft<sup>2</sup>

OPACIDAD COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 40 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO.

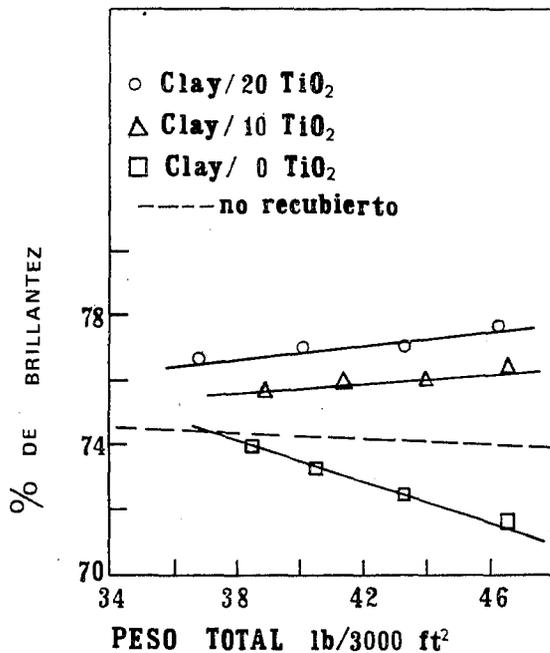
GRAF.19



OPACIDAD COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 30 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO.

● Clay= Caolin

GRAF.20



BRILLANTEZ COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 50 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO; PESO BASE DEL PAPEL 32 lb.

T A B L A IV

BRILLANTEZ Y OPACIDAD DE RECUBRIMIENTOS SOBRE PAPEL Y SOBRE PLACAS DE VIDRIO

PARTES DE ADHESIVO POR 100 PARTES DE PIGMENTO	CAOLIN/TiO <sub>2</sub>	PROPIEDADES OPTICAS DEL PAPEL		PROPIEDADES OPTICAS DEL FILM SOBRE PLACAS DE VIDRIO	
		OPACIDAD %	BRILLANTEZ %	OPACIDAD %	BRILLANTEZ %
50	100/0	85.5	73.0	26.0	19.0
40	100/0	86.0	74.0	27.5	19.5
30	100/0	87.3	74.0	44.5	24.5
50	80/20	89.0	77.0	83.5	50.5
40	80/20	89.0	78.0	85.0	51.5
30	80/20	91.0	79.0	92.5	64.0

T A B L A V

EFECTOS DE LA ARCILLA Y EL CARBONATO DE CALCIO SOBRE LA PENETRACION DE LA TINTA SCHEAFFER

PARTES DE ADHESIVO/ 100 DE PIGMENTO	ADHESIVO ALMIDON/RESINA	PIGMENTO ARCILLA/CaCO <sub>3</sub>	PENETRACION DE TINTA SEG.
50	25/25	100/0	9
50	25/25	80/20	54
30	15/15	100/0	19
30	15/15	80/20	85
Papel no rec. superficialmente			35
Papel con un recubrimiento con 8% de almidón			50

Sobre un papel de 45 lb (32 lb de papel base y 13 lb de recubrimien to) la cantidad de  $TiO_2$  corresponde a un 2% basado en el peso total del papel.

En la gráfica 22 los recubrimientos contienen 30 partes de adhesivo en este caso la brillantez del papel recubierto solamente con cao-- lín fué más o menos igual al papel no recubierto, a diferentes valo res o relaciones de oxido de titanio se obtiene la brillantez espe-- rada.

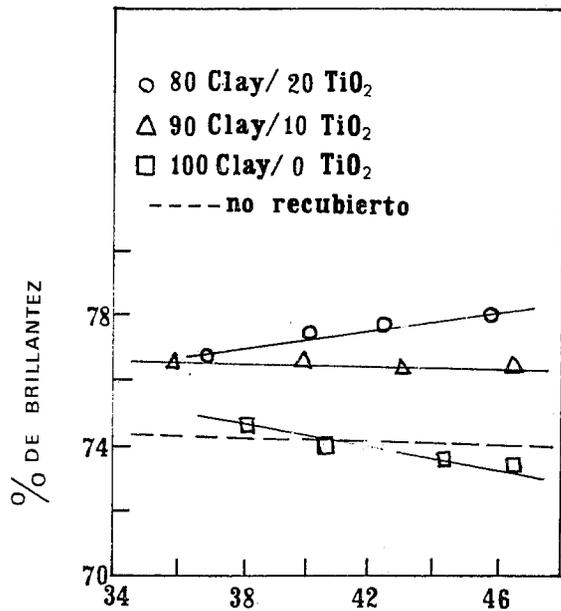
No obstante que estos experimentos fueron hechos sobre una prensa - de encolado en el laboratorio los resultados están de acuerdo a los obtenidos en la fábrica. Estos datos ópticos dependen primariamente de la fórmula de recubrimiento y de la cantidad de éste, mas bien - que del tipo de aplicación.

Para mantener una viscosidad similar en las formulaciones de recu-- brimiento, se usó una cantidad constante de almidón y la porción de latex en el adhesivo se varió para alcanzar los diferentes niveles--

Las formulaciones con 50, 40 y 30 partes contenian las siguientes - relaciones Almidón / Latex, 20 / 30, 20 / 20 20 / 10 respectiva-- mente, con un sistema de pigmentos dado y a un nivel de aplicación-- del recubrimiento las propiedades discutidas dependen primariamente de la cantidad de adhesivo presente, para un sistema de adhesivos - dado. Estas diferentes relaciones de adhesivo no influyen en los -- resultados de éstas.

El contenido total de sólidos de los recubrimientos fué de 43 - 20% con lo cual se varió el nivel de aumento de peso y los papeles fue-- calandreados en una calandria del laboratorio de 2 zonas de contac to a 200 Pli., y 120°F.

GRAF. 21

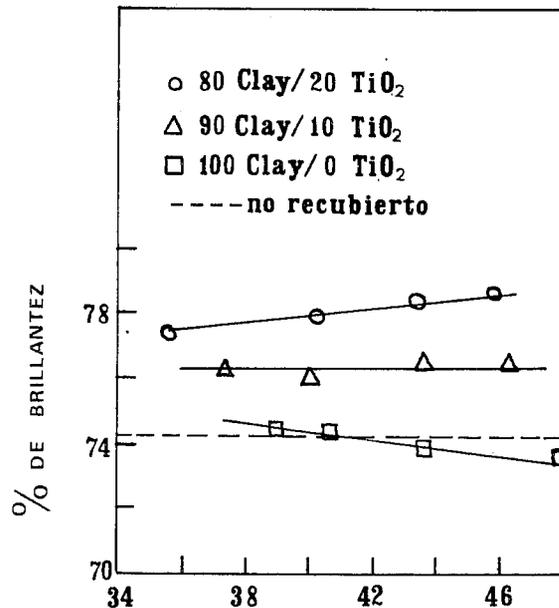


PESO TOTAL lb/3000 ft<sup>2</sup>

BRILLANTEZ COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 40 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO; PESO BASE DEL PAPEL 32 lb.

● Clay=Caolin

GRAF. 22



PESO TOTAL lb/3000 ft<sup>2</sup>

BRILLANTEZ COMO UNA FUNCION DEL PESO TOTAL DE LA HOJA RECUBIERTA A 30 PARTES DE ADHESIVO/100 PARTES DE PIGMENTO; PESO BASE DEL PAPEL 32 lb.

PROPIEDADES DE IMPRESION: Los datos en la tabla VI muestran algunos de los efectos del recubrimiento en la prensa de encolado, sobre las propiedades de entintado del papel. Fueron tomados sobre papel de 60 lb / 3000 ft<sup>2</sup> Offset se terminó en la máquina bajo las mismas condiciones. El papel recubierto contiene aproximadamente 11 lb / 3000 ft<sup>2</sup> de recubrimiento y con una formulación que contiene 40 partes de adhesivo por 100 partes de pigmentos.

Aunque el papel base teñido no se afectó en un alto grado por el recubrimiento que fué aplicado en la prensa de encolado, los ensayos a la tinta K & N se incrementaron en un 60%, la lectura de transmitancia aumentó cerca de 400% y la suavidad se mejoró bastante. El papel también fué mucho mas cerrado después del recubrimiento por los datos de porosidad Scheffiel obtenidos.

Los datos de la Tabla V muestran los efectos del recubrimiento sobre la prueba de penetración a la tinta se usó tinta Scheaffer (Sheaffer's azul negra permanente No. 232) mas bien que el ensayo ácido convencional para permitir un mayor desarrollo de los resultados.

El papel contenía 0.5% de resina y se puede ver de los datos de dicha tabla que los resultados fueron mucho mas bajos cuando el recubrimiento aplicado era solamente Caolín. Los recubrimientos causantes de la disminución de esta prueba son el caolín aunque la alcalinidad y los surfactantes también afectan esta prueba.

El CaCO<sub>3</sub> en el sistema mejoró notablemente los resultados y aunque se usó un 20% en este caso pequeñas porciones hasta de un 5% son benéficas.

E F E C T O S   D E   L A   C O M P O S I C I O N   Y   R E O L O -  
G I A   D E L   R E C U B R I M I E N T O   S O B R E   U N   M O -  
D E L O   E N   P R E N S A   D E   E N C O L A D O .

Un problema que ha limitado el uso del recubrimiento en la prensa de encolado es el defecto conocido como "Cáscara de naranja" en la superficie recubierta en la prensa de encolado.

Se debe obtener un modelo con un acabado continuo para poder desarrollar un papel de alta calidad en la prensa de encolado. Hay varias variables que contribuyen a la estabilidad en el recubrimiento en la prensa de encolado, tales como: Configuración de la prensa de encolado, Propiedades del papel base y Contenido de sólidos del recubrimiento. Sin embargo la reología del recubrimiento se cree que es la variable que controla en mayor grado el desarrollo de un modelo correcto. Estudiando la relación entre la reología del recubrimiento y modelo de recubrimiento en la prensa de encolado se puede saber como minimizar este problema de un modelo adecuado.

Para entender mejor este problema se diseñó un estudio para:

- 1.- Observar la correlación estadística entre diferentes propiedades reológicas de recubrimiento y el modelo en la prensa de encolado.
- 2.- Determinar que propiedades reológicas contribuyen mas a la reducción del modelo.
- 3.- Observar los efectos del contenido de sólidos de recubrimiento Nivel de adhesivos, y tipo de adhesivos en la prensa de encolado.
- 4.- Evaluar el efecto de los modificadores e hidrocóloides sobre la reducción del modelo.

Se cree que la estabilidad del patrón de recubrimiento en un tipo de zona de contacto depende principalmente de la reología y viscosidad del recubrimiento de la velocidad de aplicación y del peso del recubrimiento.

Otro autor puntualiza a la formulación de recubrimiento como una solución "Viscoelástica-macromolecular" en su explicación del mecanismo de la formación de la "cáscara de naranja" , indicó que la división de la película de recubrimiento al salir de la zona de contacto causará que la película se extienda perpendicularmente a la superficie del papel recubierto hasta que ésta se rompa y las moléculas del polímero se acomoden formando una superficie rugosa. Encontró que esta conducta viscoelástica es particularmente pronunciada a cierto contenido de sólidos, causando una notable formación de cáscara de naranja sobre la superficie recubierta.

Otro autor puntualizó la importancia de la relación entre la retención de agua y los problemas reológicos que ocurren durante la aplicación del recubrimiento, Dice, que en el instante de la aplicación de un recubrimiento con retención pobre de agua hay un incremento inmediato en el contenido de sólidos del recubrimiento. Este incremento es mayor en los puntos cercanos de la superficie de la hoja donde causa el conocido problema de cáscara de naranja o sea que la película se rompe también en el rodillo aplicador. Sugirió que para obtener mejores resultados en la película de recubrimiento ésta debe romperse entre el papel y el rodillo aplicador y dijo que esto se puede llevar a cabo usando un recubrimiento con alta retención de agua donde se pierde solamente una pequeña parte de vehículo a través de la hoja y por lo tanto no incrementa la resistencia al flujo.

Otros autores sugieren que los recubrimientos Tixotrópicos trabajan mejor en zonas de contacto del tipo Metering. Indicaron que cuando-

el papel se introduce en una zona de contacto que contiene recubrimientos con colorantes el papel empieza inmediatamente a absorber agua de la solución de colorantes. Esta absorción de agua solidifica una capa de recubrimiento en el papel de tal manera que no puede haber flujo lateral tan rápidamente. Estas son las razones de la ruptura de la película de recubrimientos tixotrópicos que ocurren entre el papel y el rodillo aplicador que es el punto donde el esfuerzo cortante es mas alto y la viscosidad mas baja. En este punto se produce el modelo mínimo, justo en la superficie del rodillo aplicador.

La parte experimental del estudio está diseñada para examinar comparativamente el modelo producido en la prensa de encolado por diferentes recubrimientos con un amplio rango de propiedades reológicas.

Fueron asignados valores numéricos a las propiedades del recubrimiento tales como Viscosidad, Grado de tixotropía, Índice de nivelación y retención de agua. También se asignaron valores numéricos en bases comparativas al grado de patrón producido y fueron dados de 1 a 100. A modelos finos les fueron dados valores mas altos que a los modelos ásperos. Las superficies recubiertas mas uniformes resultaron de los modelos de recubrimientos mas finos.

Para obtener la relación entre el modelo de recubrimiento en la prensa de encolado y la reología del recubrimiento se usaron técnicas estadísticas tales como coeficientes de correlación y análisis de regresión.

Este programa experimental fué dividido en 6 partes:

- 1.- Preparación del papel base y formulaciones de recubrimiento.

- 2.- Aplicación de los recubrimientos con una prensa de encolado.
- 3.- Determinación de las propiedades reológicas de los recubrimientos.
- 4.- Determinación del modelo producido en la prensa de encolado sobre el papel recubierto.
- 5.- Análisis estadístico de la relación entre la composición del recubrimiento y el modelo de recubrimiento.
- 6.- Análisis estadístico de la relación entre la Reología del recubrimiento y el modelo de recubrimiento.

Se obtuvieron los siguientes resultados.:

REOLOGIA: Se prepararon reogramas Hércules para cada formulación usada. De estos reogramas se obtuvieron el grado de Tixotropía, el Índice de nivelación y la viscosidad Hércules a  $18,196 \text{ Sec}^{-1}$ . También se tomaron las viscosidades Brookfield a 20 y a 100 rpm y las retenciones de agua para todos los recubrimientos.

Se graficaron los datos de cada propiedad contra el valor del modelo en la prensa de encolado, de donde fué evidente la relación general que existe entre el modelo en la prensa de encolado y cada una de las propiedades reológicas del recubrimiento. Estas gráficas indican la tendencia en la reducción del modelo en la prensa de encolado con incrementos en el grado de tixotropía, Índice de nivelación y Retención de agua.

Se usaron coeficientes de correlación y valores de t de Student's para checar la relación entre el patrón y las diferentes propiedades reológicas del recubrimiento. La tabla VI presenta una lista de

las propiedades del recubrimiento y su correlación al modelo en la prensa de encolado. Hubo 3 muestras de recubrimientos incluidas en el análisis estadístico. Por lo tanto los valores de t deben de ser mayores de 2.625 para una distribución 2 Tail para un nivel de confiabilidad de 99%. Todas las propiedades del recubrimiento que se presentan tienen valores de t mayores de 2.625 por lo tanto tienen una relación estadísticamente significativa con el modelo en la prensa de encolado.

El objeto del estudio fué encontrar una sola propiedad reológica -- o una combinación de propiedades que tuvieran la mayor influencia -- en el modelo del recubrimiento.

Por lo tanto las propiedades con el mayor coeficiente de correlación y valor de t (Índice de nivelación, Viscosidad de Hércules y Retención de agua) fueron combinados como variables independientes en un análisis de regresión múltiple para describir el modelo en la prensa de encolado como una variable dependiente.

Los resultados del análisis de regresión múltiple indicaron varias cosas: Usando el Índice de nivelación como variable independiente se determinó un coeficiente de 0.872 lo cual significa que el 87.2 % de la variación en el modelo de la prensa de encolado se atribuye al Índice de nivelación. Añadiendo la contribución de la viscosidad Hércules como una segunda variable independiente a la ecuación de regresión múltiple, el aumento en el coeficiente fué de 0.7%, finalmente la adición de la contribución de la retención de agua solo incrementó la determinación del coeficiente en un 0.3%.

Esto significa que la contribución combinada de la viscosidad de Hércules y la retención de agua dieron un incremento de 1.0% en la determinación del coeficiente, este pequeño aumento no garantizó la descripción de la relación entre la reología y el modelo de recubrimiento mediante el uso de tres variables independientes y por lo --

T A B L A V I

COEFICIENTES DE CORRELACION Y VALORES DE "t" QUE RELACIONAN LAS PROPIEDADES REOLOGICAS CON EL MODELO EN LA PRENSA DE ENCOLADO.

PROP. REOLOGICA	COEFICIENTE DE CORRELACION (PEARSON R)	"t" DE STUDENT'S
Indice de Nivelación	0.934	27.1
Viscosidad Hércules a 18,196 Sec <sup>-1</sup>	0.848	16.7
Retención de agua	0.809	14.3
Viscosidad Brookfield a 100 rpm	0.806	14.1
Viscosidad Brookfield a 20 rpm	0.794	13.6
Grado de Tixotropía	0.785	b

b.- Los valores de "t" relativos al grado de tixotropía no fueron obtenidos.

tanto la siguiente ecuación de regresión múltiple, basada únicamente en el Índice de nivelación describe simplemente la relación entre la reología del recubrimiento y el modelo en la prensa de encolado.

$$Y = 32.2 + 596.1 (L)$$

Donde Y es el valor cuantitativo del modelo y L es el Índice de ni-

velación del recubrimiento. Como la relación con el Índice de nivelación fué grande es probable que el modelo de recubrimiento pueda ser predicho en una base comparativa a través del Índice nivelador.

#### MODIFICACIONES EN EL RECUBRIMIENTO:

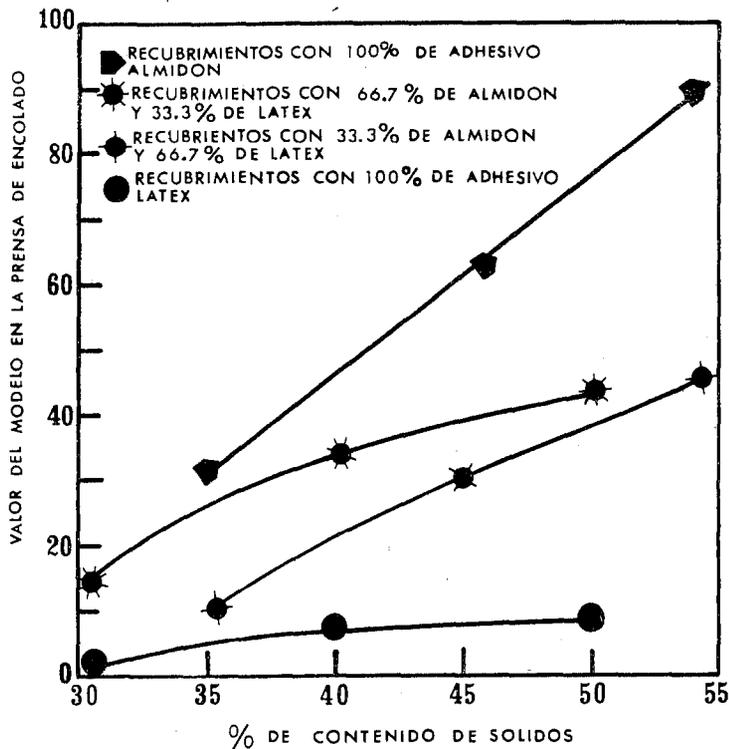
Con relación a los efectos reológicos se indica la tendencia general con relación al modelo en la prensa de encolado y a las variables del recubrimiento tales como: Contenido de Sólidos, Nivel de adhesivos, y Modificadores de flujo.

1.- COMPOSICION DE ADHESIVO: En la gráfica 23 se comparan los recubrimientos para determinar el efecto del contenido de sólidos y composición del adhesivo sobre el modelo en la prensa de encolado, las formulaciones de recubrimiento fueron hechas con ingredientes idénticos a un nivel de adhesivos de 14 pph en base a los pigmentos, -- las únicas variables fueron el contenido de sólidos y el almidón,.- La gráfica 23 indica que el modelo de recubrimiento generalmente se mejoró con un incremento en el contenido de sólidos del recubrimiento.. También se mejoró el modelo conforme se incrementó la relación de almidón-Latex.

Los recubrimientos con 100% de latez como adhesivo produjeron modelos con valores chicos,, mientras que aquellos que contienen un 100 % de almidón como adhesivo produjeron modelos relativamente finos - similares resultados se obtuvieron a niveles de adhesivo de 11, 17- y 20 pph.

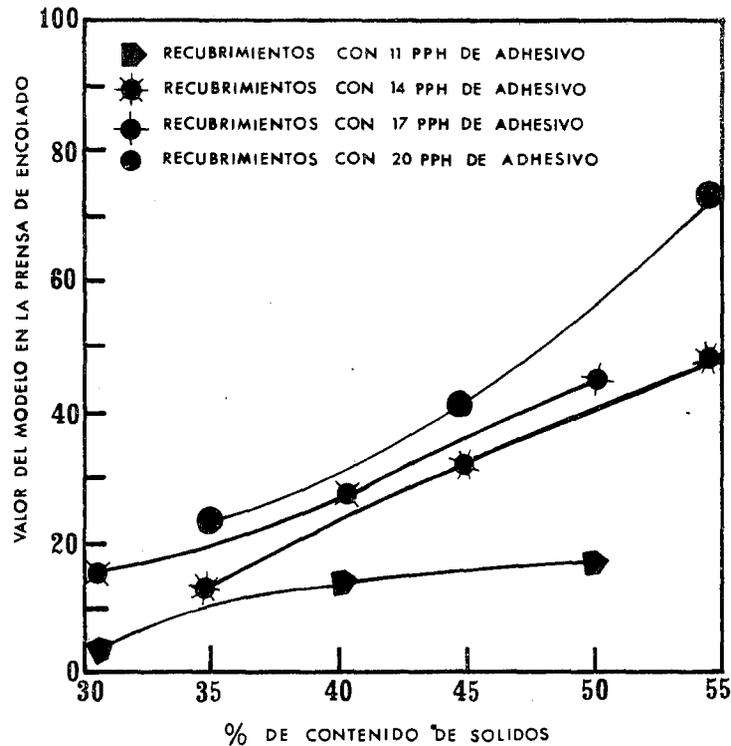
2.- ADICION DE DIFERENTES GRADOS DE ADHESIVO: Los recubrimientos comparados en la gráfica 24 muestran el efecto del nivel agregado de adhesivo sobre el modelo en la prensa de encolado. Estos recubrimientos contienen Almidón-Latex 33-66. Las únicas variables fueron - el contenido de sólidos y el grado de adición de adhesivo. El rango

GRAF. 23



CONTENIDO DE SOLIDOS VS. EL MODELO EN LA PRENSA DE ENCOLADO PARA 4 DIFERENTES TIPOS DE ADHESIVO

GRAF. 24



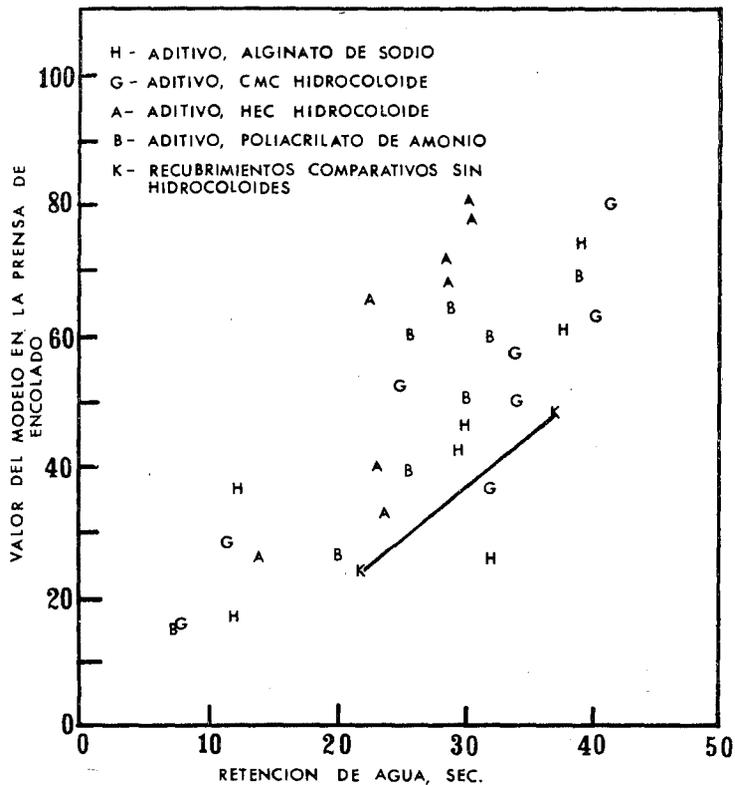
CONTENIDO DE SOLIDOS VS. MODELO DE PRENSA DE ENCOLADO PARA 4 DIFERENTES ADICIONES DE NIVELADOR

de contenido de sólidos fué de 30 a 55% y sus niveles de adhesivo fueron de 11 a 20 pph en base a los pigmentos . En la gráfica 24 - se observa que el modelo es mejorado conforme se incrementa el nivel de adhesivo total. Resultados similares fueron observados con recubrimientos con diferentes relaciones de Almidón-Latex.

3.- ADITIVOS HIDROCOLOIDES: Cuatro Hidrocoloides de viscosidad media (Alginato de sodio, CMC, HEC y Poliacrilato de amonio) se estudiaron para mejorar la retención de agua y las propiedades de flujo. Estos fueron añadidos a niveles de 0.2 a 0.8% basados en el -- contenido total de sólidos del recubrimiento. La gráfica 25 compara la retención de agua de estos recubrimientos con el modelo en laprensa de encolado. Los puntos de referencia de esta gráfica están muy separados para comparar adecuadamente el hidrocoloide individual. El modelo en la prensa de encolado mejoró con la habilidad de retención de agua en los recubrimientos. El incremento de retención de agua se incrementó con las concentraciones de los aditivos hidrocoloides. También indicados en la gráfica 25, hay dos puntos - que representan el recubrimiento con los mismos sólidos y nivel de adhesivos que las muestran pero sin aditivos hidrocoloides.

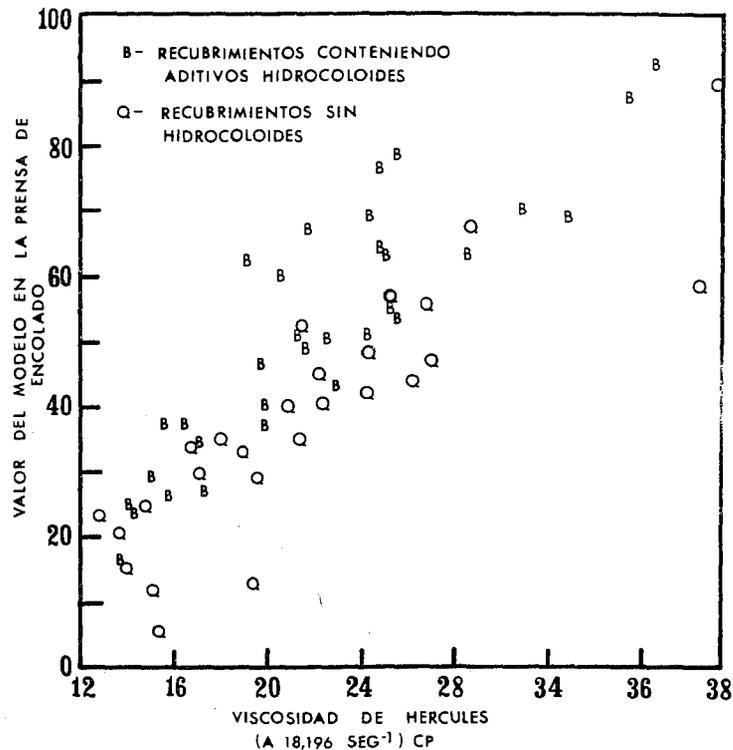
La comparación de estos puntos muestra que el contenido de hidrocoloides en el recubrimiento produce modelos mas finos a valores de - retención de agua comparables.

La gráfica 26 compara los recubrimientos con y sin hidrocoloides sobre la gráfica de viscosidad de Hércules contra el modelo de recubrimiento. Esta también indica que a viscosidades de hércules comparables los aditivos mejoran muy poco el patrón. Esto significa que aun cuando se usen en el recubrimiento adhesivos que den buena viscosidad y propiedades de flujo la adición de un hidrocoloide puede aun mejorar el modelo de recubrimiento.



**GRAF. 25**

RETENCION DE AGUA VS. EL MODELO EN LA PRESA DE ENCOLADO PARA UNA COMPARACION DE 4 ADITIVOS HIDROCOLOIDES



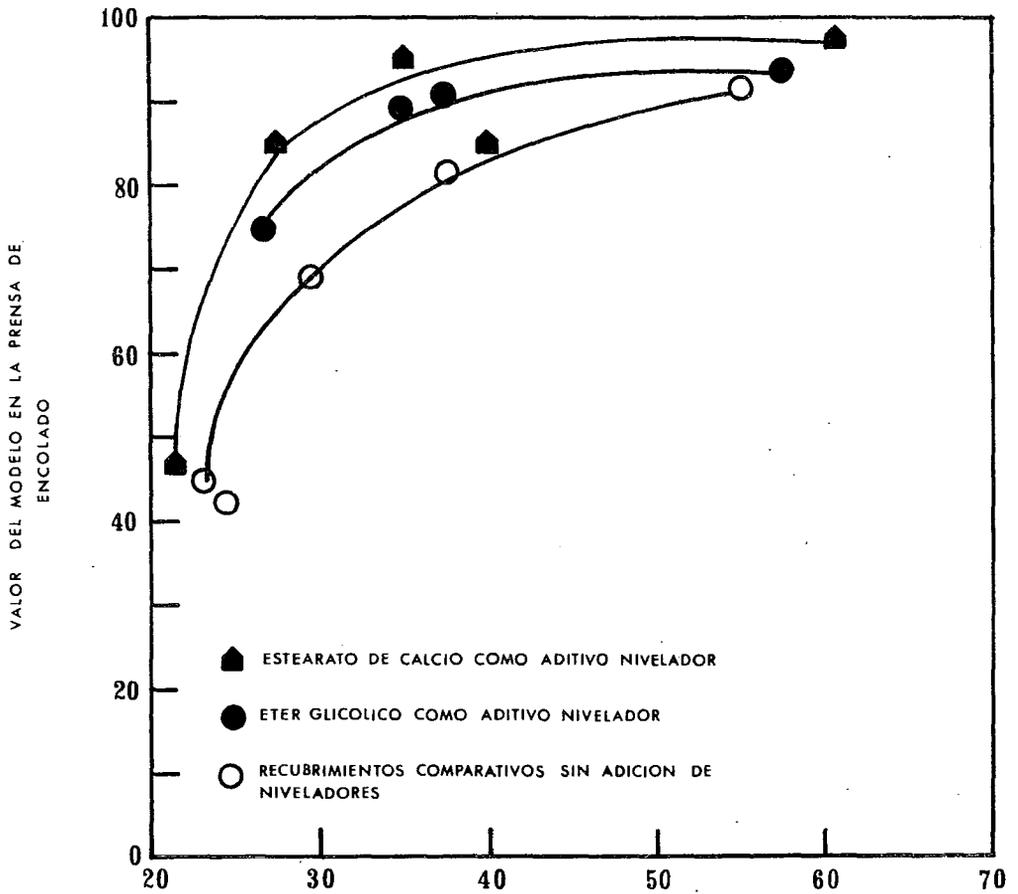
**GRAF. 26**

COMPARACION DE RECUBRIMIENTOS CON Y SIN HIDROCOLOIDES

4.- ADITIVOS NIVELADORES: Dos aditivos niveladores (estearato de calcio y Glycol eter) se usaron para observar su efecto sobre el modelo en la prensa de encolado. Estos se añadieron en 0.5% basados en el contenido total de sólidos. En la gráfica 27 se compara el efecto -- del contenido de niveladores con recubrimientos con el mismo contenido de sólidos y sin niveladores.

En general se puede concluir que las formulaciones de recubrimiento que presentan propiedades de flujo Pseudoplasticas-Tixotrópicas producen modelos en la prensa de encolado mas finos. Como la tixotropía contribuye a la determinación del Índice de nivelación, se puede esperar una alta correlación entre el grado de tixotropía y el modelo en laprensa de encolado. Sin embargo el grado de Tixotropía produjo una correlación mas baja con el modelo de recubrimiento que el índice de nivelación del recubrimiento. Es importante por lo tanto optimizar el índice de nivelación mas bien que el grado de tixotropía si se desea obtener un buen modelo de recubrimiento. Un buen Índice de nivelación se presenta en recubrimientos que tienen un alto grado de tixotropía acompañados de una viscosidad baja.

El modelo en la prensa de encolado se afectó por la reología del recubrimiento. Las características reológicas de un recubrimiento están controladas en gran parte por el sistema de adhesivos del recubrimiento y los modificadores de flujo tales como niveladores e hidrocoloides. Modelos mas finos son el resultado de un contenido de sólidos en el recubrimiento altamente moderado usando un adhesivo el cual exhibe una conducta Pseudoplástica-Tixotrópica con un alto índice de nivelación. La adición de almidón hidroxietilado produce estas características de flujo. El modelo en la prensa de encolado generalmente fué mejorado conforme se incrementó la relación de almidón hidroxietilado- Latex SBR. Sin embargo cuando el adhesivo latex fué combinado con un aditivo hidrocoloide se produjo una reología de recu--



**GRAF. 27**

VISCOSIDAD DE HERCULES VS. MODELO EN LA PRENSA DE ENCOLADO PARA COMPARAR DOS DIFERENTES ADITIVOS NIVELADORES

brimiento tan bueno o mejorar el adhesivo natural. El factor limitante que controla la adición de hidrocoloideos la viscosidad. La máxima viscosidad operable depende de la velocidad de la máquina y de la configuración de la prensa de encolado.

La técnica que se usa para medir el modelo de recubrimiento en la prensa encolado se basa en el uso de un tinte ultravioleta en el papel base. Los estudios en el laboratorio indicaron que teniendo un papel base fluorescente y un recubrimiento no fluorescente se puede fácilmente ver el patrón de recubrimiento observando el papel recubierto bajo una fuente de luz ultravioleta. Sin embargo se descubrió en algunas muestras, que no fué posible observar completamente la reflexión de la muestra y se hizo difícil observar correctamente el modelo.

El problema se solucionó tratando ligeramente las muestras con grafito. El grafito acumulado en el borde del recubrimiento bloquea la reflexión de la luz ultravioleta haciendo que el modelo se distinga fácilmente.

#### REOLOGIA DEL RECUBRIMIENTO

Viscosidad Brookfield: Las viscosidades fueron tomadas a 100 y a 20 rpm.

Viscosidad Hércules: Los reogramas Hércules se obtuvieron para todos los recubrimientos. Las viscosidades de Hércules fueron determinadas a  $18,196 \text{ Sec}^{-1}$ .

Grado de tixotropía: Estos valores fueron determinados de los diagramas de Hércules y fué indicada por la diferencia entre la viscosidad de Hércules de la curva de arriba contra la de abajo a  $9098 \text{ Sec}^{-1}$ .

Puesto que estos valores fueron usados para propósitos comparativos y todas las muestras se corrieron bajo condiciones iguales fué aceptable indicar la tixotropía como la distancia en centímetros a través de las curvas de histéresis a un punto medio de la tasa máxima de elasticidad. Para un análisis estadístico completo de los estudios de recubrimiento fué necesario incluir valores de 0 y valores negativos de tixotropía para reogramas sin curvas de histéresis o con tendencia a curvas en dirección opuesta.

INDICE DE NIVELACION: Índice de nivelación (L) =  $T / N$

L = Una medida adimensional del Índice de nivelación

T = Una medida del grado de Tixotropía

N = Una medida de viscosidad al máximo rango de elasticidad.

La determinación del Índice de nivelación se obtuvo mediante T y N en centímetros de los reogramas de Hércules.

El valor del Índice de nivelación fué calculado para cada recubrimiento, aun así muchos no exhibieron tixotropía. Esto dió 0 y valores negativos del valor de grado de nivelación cuando no había tixotropía u ocurría una ligera dilatación.

RETENCION DE AGUA: La retención de agua es la habilidad de un recubrimiento para resistir la fuga de agua y componentes solubles en agua hacia la capa de papel. Esta propiedad fué medida por medio de un instrumento conocido como Celula Terminal de anillo estático. Este exámen está basado en que el papel va a absorver aqua del recubrimiento y el papel mojado será conductor de la corriente eléctrica, se

coloca papel seco entre los dos electrodos donde se aplica un voltaje que como es un aislante no conducirá la electricidad. Los valores fueron medidos por el tiempo necesario para alcanzar una corriente - especifica de salida.

D I F E R E N T E S   C O N F I G U R A C I O N E S   D E   L A   ---  
P R E N S A   D E   E N C O L A D O ,   U S O S ,   V E N T A J A S   --  
Y   D E S V E N T A J A S   D E   C A D A   U N A   D E   E L L A S

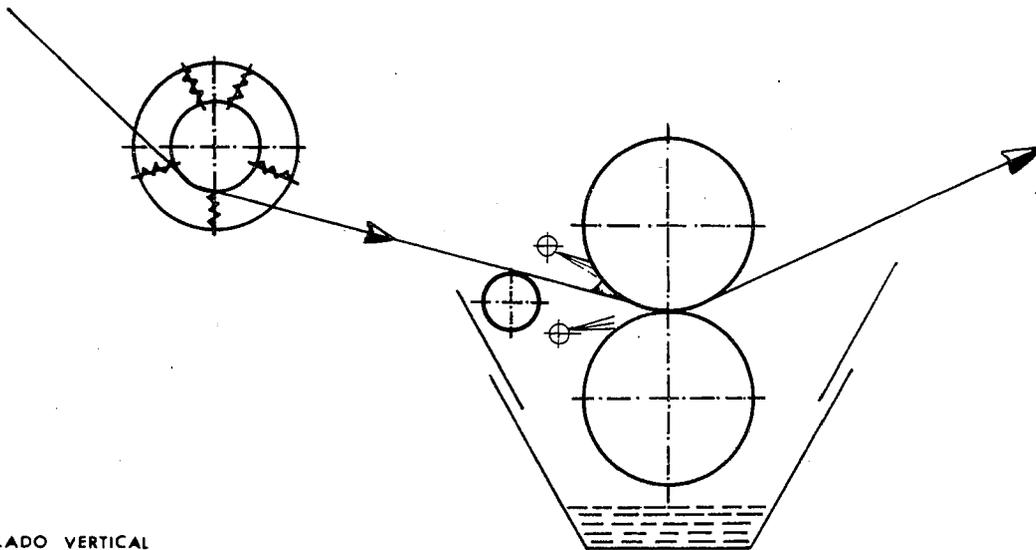
Las configuraciones mas comunes de la Prensa de Encolado son: Vertical, Horizontal e Inclinada. La figura 8 muestra la posición de los rodillos para cada uno de estos tres tipos y finalmente la prensa de encolado con Gate-Rolls que ha sido actualmente introducida, en la - Figura 9 se muestra el arreglo para recubrir en un solo lado o en ambos lados.

1.- PRENSA DE ENCOLADO VERTICAL: Este arreglo es generalmente aceptado como Standart para encolado superficial de papel bond, para li--- bros y Offset para ciertos papeles con alto contenido de trapo el -- viejo estilo de tubo con el papel sumergido aún no ha sido sustituido.

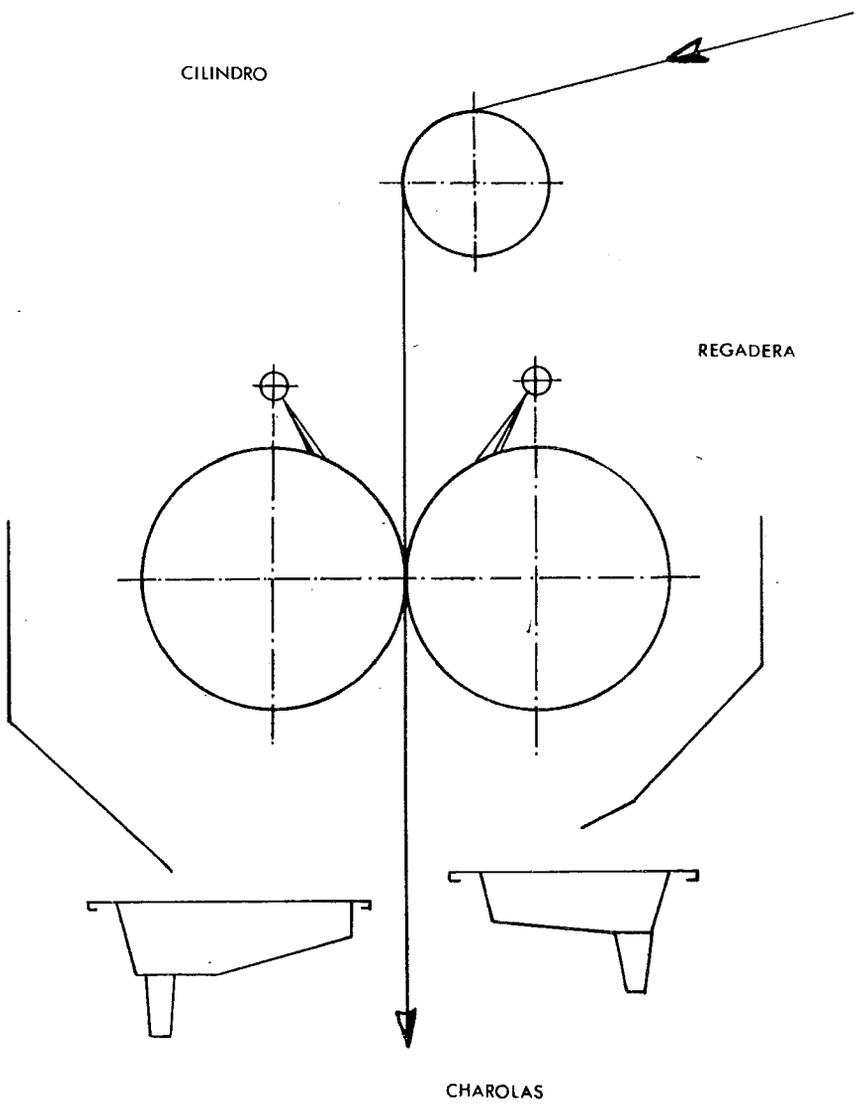
Una seria desventaja de este modelo de la prensa de encolado es que el papel al pasar entre los rodillos debe soportar parte de la carga de encolante que se forma, bajo cuyo peso los papeles delgados se rompen, por otra parte la cara superior de la hoja invariablemente - recibe una aplicación mayor de encolante a menos que se utilicen soluciones distintas en cada lado.

2.- PRENSA DE ENCOLADO HORIZONTAL: El arreglo de tipo horizontal se-- caracteriza por el embalaje que se forma en el espacio entre las dos-- prensas, la hoja se alimenta casi verticalmente de arriba a abajo recibiendo por lo tanto un tratamiento uniforme en ambos lados, trata-- miento que además no provoca esfuerzos de tensión perjudiciales.

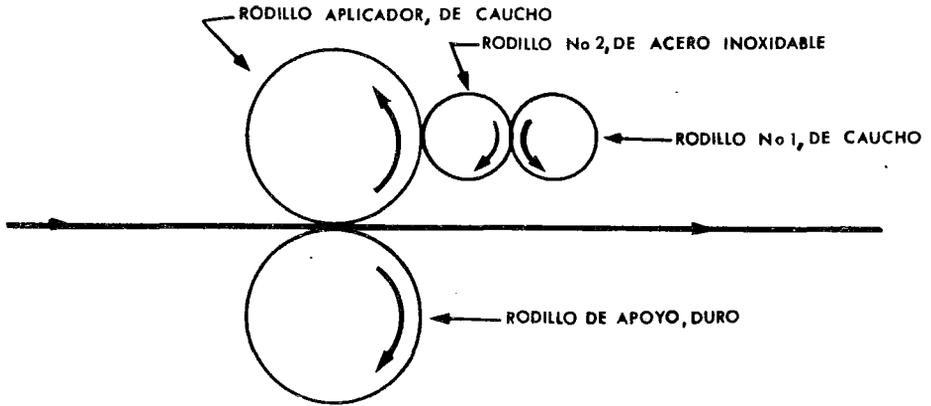
Si la prensa horizontal por consiguiente, es de elegirse cuando se e-- xija una gran uniformidad de tratamiento en ambos lados, existe sin - embargo una limitación, en cuanto a la dureza de los rodillos. El re-



**FIG. 8** PRENSA DE ENCOLADO VERTICAL

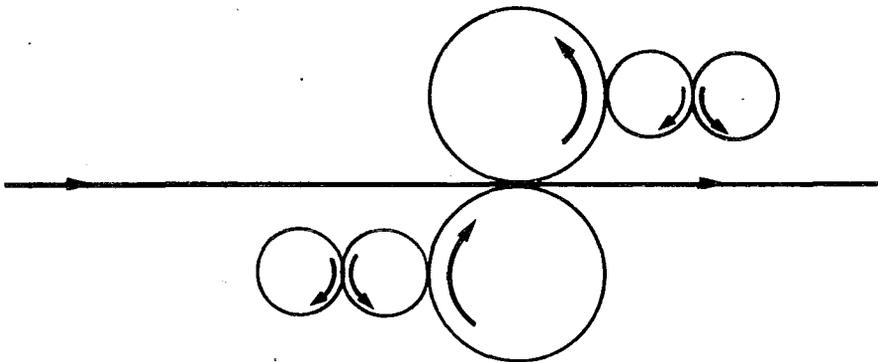


**FIG. 8** PRENSA DE ENCOLADO HORIZONTAL



**A.** CON UNA APLICACION

**B.** CON DOS APLICACIONES



**FIG.9** CONFIGURACIONES GATE-ROLL DE UNA PRENSA DE ENCOLADO

cubrimiento de la prensa, siendo flexible, la hoja de papel no puede huirse en el cuerpo de la misma y una ranura, equivalente al -- grueso de la hoja permanecerá en las orillas de la prensa no cubiertas por la hoja, a través de la cual la solución se infiltrará humeando excesivamente la orilla de la misma. Esto puede causar en el subsecuente embobinado del papel. Por lo tanto la prensa horizontal tendrá su mayor eficiencia con papeles normales.

La prensa vertical por el contrario es susceptible de utilizarse para los papeles mas corrientes y para ciertos tipos especiales puesto que los rodillos pueden ser de una alta dureza sin excluir los cromados. Esta condición es particularmente favorable para evitar el -- tan temido defecto conocido como cáscara de naranja. Por lo tanto -- se justifica escoger para estos casos una prensa vertical con rodillos duros, también en el caso de papeles de alta calidad a velocidades bajas de la máquina de papel. ( por ejemplo base para los papeles fotográficos), también para combinaciones de encolado con cola animal.

Mientras que en los Estados Unidos la solución en una prensa horizontal es drenada lateralmente en su totalidad, En Europa el embalaje se ajusta casi hasta el nivel de los rodillos por medio de se--- llos laterales y la altura del nivel puede ser regulada por medio -- de un rebosadero. Este derrame que es recirculado después de ser -- limpiado, es muy ventajoso puesto que en la zona de recubrimiento y no debe tomar en cuenta ciertos efectos de fraccionamiento. De una mezcla de dos almidones de diferentes viscosidades., la estructura fibrosa por ejemplo absorberá más rápidamente el componente de baja viscosidad con cadena molecular corta que la porción con cadena molecular larga. El mismo efecto tiene lugar con dispersiones acuosas de caolín, las partículas de caolín son absorbidas por la hoja en un pequeño porcentaje y por lo tanto una circulación suficiente es-

necesaria para evitar un aumento en la concentración del embalaje.-- Esta circulación aumenta con el contenido de sólidos y en muchos casos representa el cuádruple o el quíntuple del de la película de recubrimiento. Además el tamaño de los pigmentos debe ser cuidadosamente adaptado al de los aglomerantes y sustancias químicas que por naturaleza sean mas pequeñas. A viscosidades mas altas del líquido de recubrimiento se bombea al circuito.

Con el estudio de esta prensa dos preguntas vienen a nuestra mente - la primera es: En que lado se localizará el rodillo suave? y la segunda Cual rodillo será el conductor del papel?.

La experiencia en planta con la prensa de encolado está en contra del sentido común en algunas areas. Algunas plantas que usan el rodillo de caucho como el conductor reportan menos desgaste del rodillo que aquellas que usan el rodillo duro como conductor. Pero usar el rodillo de caucho como conductor da un uso mas eficiente de la energía necesaria y la excensión de los ayuda de conducción en algunos casos. - Un ayuda de conducción adecuadamente diseñado puede resolver varios - problemas de la prensa de encolado, sin embargo se encuentra donde -- hay alta velocidad y arrugado de la hoja.

La pregunta de si el conductor será el rodillo duro o el rodillo suave sobre la prensa de encolado ha sido planeada varias veces, de acuerdo con el sentido común no habrá diferencias puesto que ambos rodillos tienen el mismo diámetro, pero en la práctica se puede probar que hay importantes diferencias. Como la respuesta a la pregunta afecta el gasto de cientos de pesos , vale la pena por lo tanto examinar la conducta de los rodillos de la prensa de encolado bajo varios arreglos de conducción en uso común.

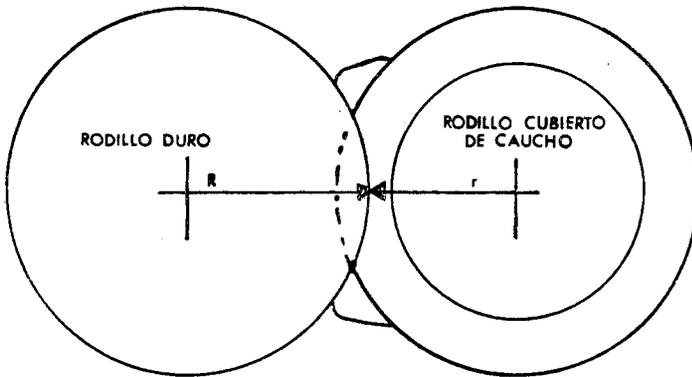
IMPORTANCIA DEL RADIO DEL RODILLO: La Figura 10 muestra el efecto de aplicar presión en la zona de contacto de un rodillo de caucho y un rodillo duro. El radio  $R$  del rodillo duro no cambia. El radio  $r$  del rodillo de caucho disminuye conforme la presión en la zona de contacto se incrementa. El sentido común indicará que el rodillo de caucho cuyo radio  $r$  es mas pequeño dará la vuelta más rápido cuando la conducción esté hecha por el rodillo duro. En la práctica sin embargo, el rodillo de caucho girará mas lentamente que el rodillo duro.

Bajo la carga en la zona de contacto la superficie del rodillo de caucho es deformada. La dilatación crea una circunferencia de mayor diámetro que la circunferencia original antes de la deformación. Es el número de veces que el papel recorre la superficie (circunferencia) lo que determina el número de revoluciones del rodillo de caucho. Los cálculos del radio no pueden ser empleados en alguna forma válida a un radio de caucho deformado, puesto que no es concéntrico.

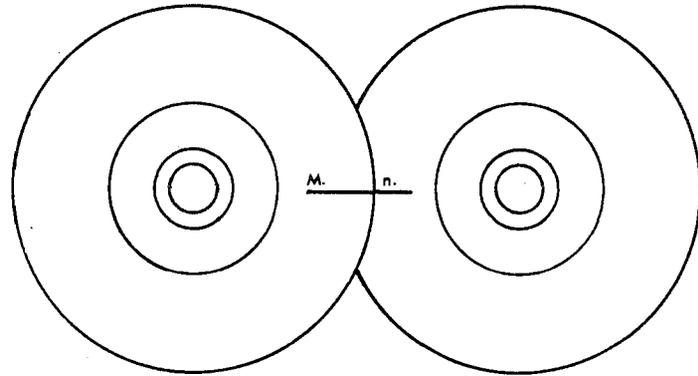
El principio puede ser facilmente controlado midiendo la longitud de una barra de caucho cuando sus lados opuestos están siendo comprimidos. Su longitud se incrementa en sus dos extremos.

FORMA DE CONDUCCION Y EFECTOS DE LA CIRCUNFERENCIA: El hecho de que presión en la zona de contacto entre los rodillos dilate el rodillo de caucho y así afecte la velocidad tiene otras implicaciones. Lo mas importante es la forma en la cual la deformación es generada y la cantidad de deformación en términos lineares. Ambos son una función de como son conducidos los rodillos.

Para demostrar el fenómeno se ha construido un sistema experimental (Figura 11). Un rodillo duro y uno de caucho son montados en una rela-



**FIG. 10** CUANDO UN RODILLO DURO Y UNO SUAVE DEL MISMO DIAMETRO SE JUNTAN Y SE SOMETEN A PRESION ESTÁTICA, LA DEFORMACION RESULTANTE REDUCE EL RADIO DEL RODILLO DE CAUCHO Y NO SE PUEDEN APLICAR LOS CALCULOS PARA UNA CIRCUNFERENCIA



**FIG. 11** SE MUESTRA LA POSICION DE DOS PUNTOS EN UN INSTANTE DADO DE TIEMPO

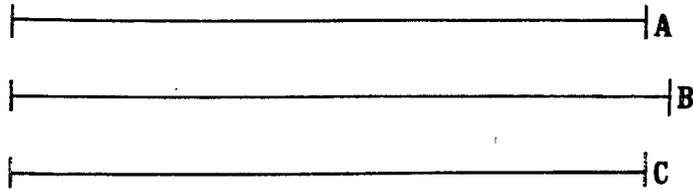
ción fija uno con otro (se usa un rodillo extremadamente suave en la unidad experimental para exagerar los resultados de la demostración. Esto hace mas facilmente ver las diferencias entre los resultados).- Hay en la zona de contacto una presión arbitraria resultado del espaciamento seleccionado. Ambos rodillos están libres para girar cuando el centro es girado con los dedos.

En la Figura 12 el efecto de la deformación por la carga estática se muestra por las líneas a la derecha del dibujo. La línea "A" representa la circunferencia del rodillo de caucho antes de la deformación. La línea "B" representa la circunferencia del rodillo de caucho bajo la carga estática. La línea "C" representa la circunferencia del rodillo duro antes y después de la aplicación de presión en la zona de contacto. Notar que la presión estática solamente incrementa la longitud superficial del rodillo de caucho y causará una rotación mas lenta que en el rodillo duro.

EJEMPLO DINAMICO: Un ejemplo estático prueba esta cuestión. Pero un ejemplo dinámico es necesario para examinar las diferencias en el efecto de usar el rodillo de caucho o el rodillo duro como conductores. En la figura 11 las marcas M y N están alineadas una contra otra justo antes de empezar. En la figura 13 el rodillo duro ha sido girado una revolución. Los resultados aquí son análogos al efecto de usar el rodillo duro como conductor en una prensa de encolado. Notar las diferencias en las posiciones de las marcas M y N.

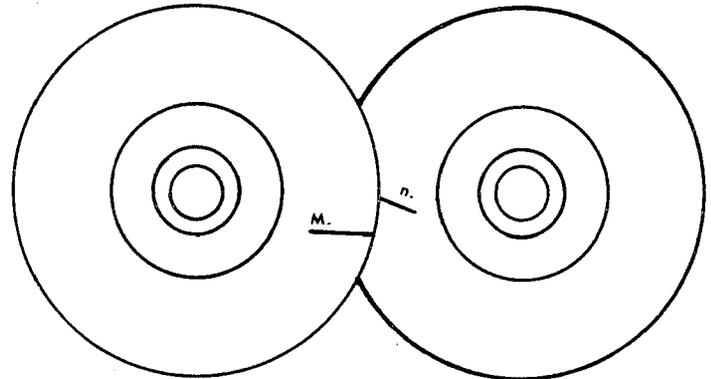
En la figura 14 el rodillo de caucho ha sido girado una revolución y la situación es análoga al hecho de usar el rodillo de caucho como conductor en la prensa de encolado.

La diferencia en la circunferencia del rodillo de caucho es una función de la clase de deformación generada por el método de conducción



**FIG. 12** LAS LINEAS REPRESENTAN LA CIRCUNFERENCIA DE LOS RODILLOS BAJO DIFERENTES CONDICIONES:

- A** CIRCUNFERENCIA DEL RODILLO DE CAUCHO ANTES DE LA DEFORMACION
- B** CIRCUNFERENCIA DEL RODILLO DE CAUCHO DEFORMADO
- C** CIRCUNFERENCIA DEL RODILLO DURO EN AMBOS CASOS

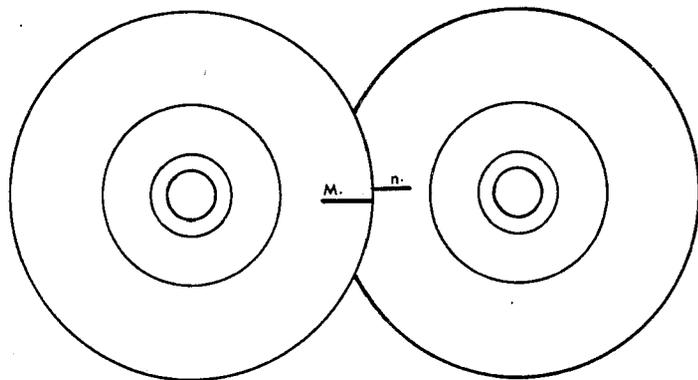


**FIG. 13** ESTE AREGLO MUESTRA EL RESULTADO DE GIRAR EL RODILLO DURO UNA REVOLUCION EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ

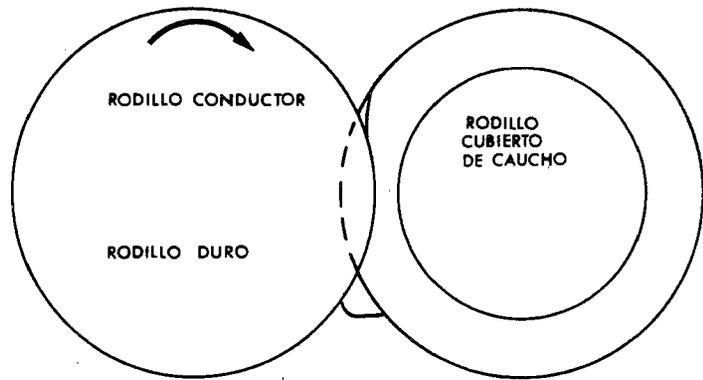
Cuando el rodillo duro es el conductor dilata a la superficie del rodillo de caucho conforme pasa a través de la zona de contacto. De esta manera se incrementa la superficie recorrida sobre el rodillo de caucho (figura 15). Cuando el rodillo de caucho es el conductor, primero comprime su propia longitud superficial, después se dilata conforme pasa por la zona de contacto (figura 16). El resultado es que la diferencia en velocidad es mas pequeña cuando el rodillo de caucho es el conductor debido a su virtualmente instantanea expansión y compresión contra una simple expansión solamente. En otras palabras la longitud neta de la dilatación es menor cuando el rodillo de caucho es el conductor debido a que la superficie está en un estado comprimido justo antes de que la dilatación tiene lugar.

Estos simples experimentos demuestran algunos principios fundamentales del diseño y operación de las prensas de encolado que pueden tener una profunda influencia sobre los resultados con que son operadas las prensas de encolado. Los principios básicos son:

- 1.- La velocidad de un rodillo de caucho es dictada por su circunferencia efectiva en estado dinámico y deformado, mas bien que por su radio o diámetro antes de aplicar la carga.
- 2.- Cuando el rodillo duro es el conductor hay una gran diferencia en la velocidad del rodillo que cuando el rodillo de caucho es el conductor.
- 3.- La diferencia en velocidad no está sujeta a un simple análisis matemático puesto que es influenciada por varias variables (presión en la zona de contacto, dureza del caucho, caballos de fuerza, velocidad y temperatura.)



**FIG. 14** LOS PUNTOS M Y N ESTABAN OPUESTOS UNO CON RESPECTO A OTRO Y EL RODILLO DE CAUCHO FUE GIRADO UNA REVOLUCION EN SENTIDO CONTRARIO A LAS MANECILLAS DEL RELOJ



**FIG. 15** ESTE DIBUJO MUESTRA ESQUEMATICAMENTE COMO LA SUPERFICIE DEL RODILLO DE CAUCHO SE EXTIENDE CUANDO EL RODILLO DURO ES EL CONDUCTOR. EL EFECTO DE LA COMPRESION EN LA PARTE DE ABAJO DE LA ZONA DE CONTACTO NO ALTERA LA LONGITUD SUPERFICIAL

EFECTO DEL RODILLO SUAVE COMO CONDUCTOR: Descontando la posibilidad de resbalamiento entre los rodillos, se toma la misma cantidad de fuerza para conducir una prensa de encolado ya sea que el rodillo de caucho o el rodillo duro sean los conductores. La diferencia esencial está en la cantidad de fuerza que puede o debe ser transferida a través de la zona de contacto por medio de la fricción superficial. Para conducir el rodillo no conductor por ejemplo, consideremos que se toman 7 h p para conducir una prensa de encolado, consideremos que la fricción del rodillo duro gasta 2 h p , que la fricción del rodillo de caucho usa 2 h p , y que 3 h p se consumen en la deformación del rodillo de caucho en la zona de contacto.

Si el rodillo de caucho es el conductor, se usan 2 h p para superar la fuerza de fricción, 3 h p se usan para deformar la superficie de caucho y solamente 2 h p son transmitidos a través de la zona de contacto para superar la fuerza de fricción del rodillo duro. Como el rodillo de caucho está obligado a la conducción, los 3 h p requeridos para deformarlo son transmitidos por medio de fricción superficial entre los rodillos. Si el rodillo duro es el conductor, 2 h p se usan para superar la fuerza de fricción, 3 h p son transmitidos a través de la zona de contacto para deformar el caucho, y 2 h p más van a través de la zona de contacto para superar la fuerza de fricción del rodillo de caucho. En el primer arreglo solamente 2 h p son transmitidos por medio de fricción superficial entre los rodillos; en el segundo arreglo son transmitidos 5 h p .

Puesto que más caballos de fuerza ( h p ) son transmitidos a través de la zona de contacto cuando el rodillo duro es el conductor que cuando el rodillo de caucho conduce. Hay mayor fuerza transmitida a través de la zona de contacto, el mayor desgaste del rodillo de caucho, y la mayor posibilidad de resbalamiento, todo esto hace posible entender porque se causa mayor desgaste sobre el rodillo de caucho cuando el rodillo duro es el conductor; y porque el rodillo-

de caucho se desgasta menos cuando es el conductor.

Una fábrica reportó oficialmente que cambiaban el rodillo de caucho de su prensa de encolado cada semana hasta que optaron por usar el rodillo de caucho como conductor. Este cambio aumentó su tiempo de duración a 3 meses. Y por lo tanto un gran ahorro de dinero.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS AYUDA DE CONDUCCION: La diferencia de velocidad entre los rodillos y la diferencia de fuerza requerida hacen importante considerar cuidadosamente el diseño de ayudas de conducción. Solamente la velocidad del rodillo duro puede ser predicha y medida con respecto a la velocidad del papel, la velocidad del rodillo de caucho o rpm requeridos para propósitos de ayuda de conducción, no pueden ser predichos exactamente. Este hecho ha sido ampliamente demostrado cuando tratamos de usar una conducción positiva entre los rodillos que han sido probados. Los resultados han sido pobres, involucrando ruptura de las cadenas, de enlace, ruptura de los dientes de engrane, excesivo desgaste del rodillo, y otros quebraderos de cabeza.

La experiencia en plantas está en favor de colocar el rodillo conductor de caucho sobre el extremo húmedo de la conducción y la conducción del rodillo duro sobre el extremo seco de la prensa de encolado. Mientras que algunas plantas consideran innecesaria una ayuda de conducción con este sistema, unos cuantos prefieren usar uno solamente.

La presencia de encolante resbaladizo tiende a reducir el coeficiente de fricción entre los rodillos permitiendo resbalamiento aún en el punto en que el rodillo de caucho puede pararse completamente durante una ruptura del papel. Esto es más evidente cuando el rodillo duro es el conductor debido a la mayor cantidad de h p que están siendo transferidos a través de la zona de contacto por fric-

ción, y a la mayor cantidad de h p que se pueden perder por el resbalamiento. Una ayuda de conducción apropiadamente diseñada previene este resbalamiento y también aumenta la vida del recubrimiento-- del rodillo de caucho.

Para manejar la diferencia de velocidades, una prensa de encolado - con ayuda de conducción puede usar, Slip Belts, un motor d.c. Clutch de Eddy - Current, motor hidráulico o cualquier torque constante. Las constantes para encolado de una ayuda de conducción no están es tablecidas. La experiencia indica que aproximadamente un 25% de los h p normales necesarios para conducir a una prensa de encolado, se rán adecuados para una ayuda de conducción y eliminar el resbalami- ento.

Cuando se requiera acelerar la velocidad dle rodillo de ayuda de -- conducción con la zona de contacto abierta, la capacidad del ayuda- de conducción ha de ser controlada de acuerdo con la fórmula  $W R^2$  - para estar seguros que la aceleración deseada se va a alcanzar en - el tiempo deseado. Algunas otras dificultades de la prensa de enco- lado se pueden operar relativamente libres de problemas añadiendo - una ayuda de conducción o reemplazandolo de un diseño impropio de- ayuda de conducción.

Sobre nuevas prensas de encolado es mejor especificar el rodillo de caucho como el conductor para aumentar al máximo la vida de éste. a- demás del rodillo de caucho estará localizado sobre el extremo hū- medo de la prensa de encolado. Con tal arreglo no será necesario -- una ayuda de conducción en varios casos. Donde sean necesarias al- tas velocidades es necesario una ayuda de conducción independiente- de ptras consideraciones.

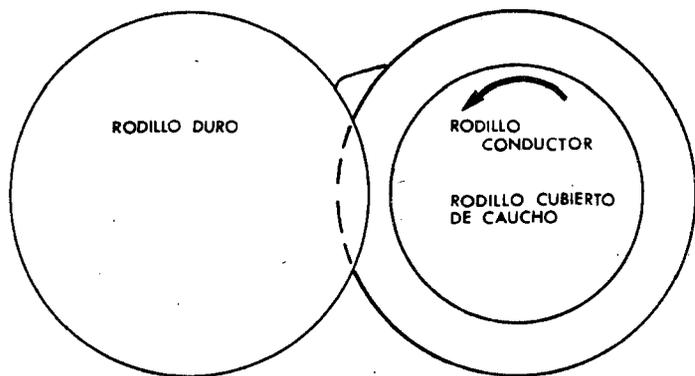
LA CUCHILLA DOCTOR: Ningún detalle en la prensa de encolado es mas -

controversial que el doctor. La introducción de laprensa de encolado horizontal ha hecho posible ver la claridad de las diversas opiniones. Para algunos papeles un doctor puede ser Superfluo, para otros necesario.

CONDUCTOS DE SALIDA O DESAGUE: En el diseño de conductos de salida hay menos misterio que el que pueda ser imaginado, éstos serán en forma de V con un pequeño diámetro, colocados abajo del punto tangencial de los rodillos de la prensa; deberán estar cerrados para que no estén en contacto con los rodillos, debe haber una abertura para preveer que se reciba el líquido que sale.

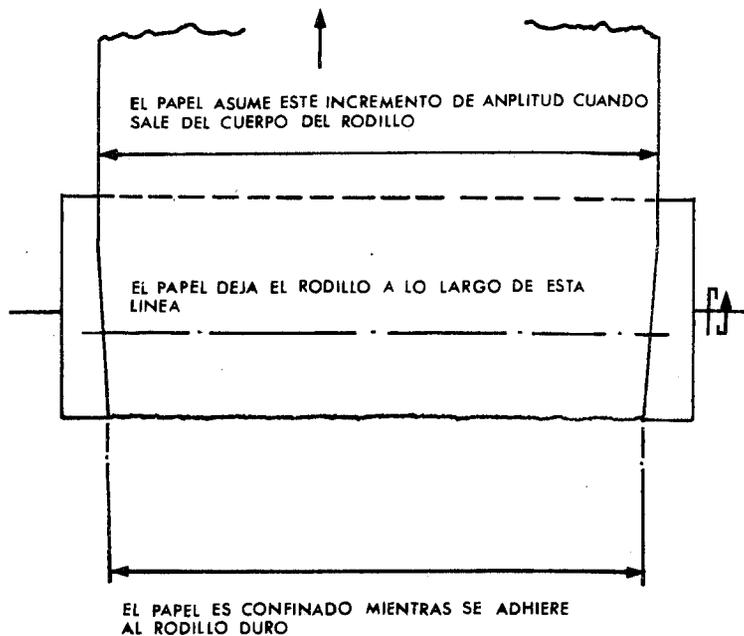
LOS RODILLOS DE LA PRENSA: El primer requisito para los rodillos de la prensa es que ambos deben tener exactamente la misma cara a un ángulo de 90°, tener una mayor que otra impide seriamente el flujo de encolante, para impedir la interferencia con los conductos de salida el extremo de los rodillos será mas bien liso que cónico. Como se anticipan presiones bajas, los rodillos de la prensa deberán ser balanceados estática y dinamicamente conforme lo demande la velocidad del papel. teóricamente el diámetro puede ser más pequeño para una prensa horizontal pero en realidad esto no es válido. aunque los rodillos son solo soportes se necesita un buen diseño de ingeniería, el diámetro es frecuentemente dictado por la intercambiabilidad del equipo existente para que los rodillos viejos en otros usos puedan ser usados.

Una condición que puede dar problemas es el gran arco de contacto que sigue después de la presión en la zona de contacto para algunos papeles y velocidades causará arrugado en el papel que al expandirse no podrá ser alisado. Estas marcas pueden estar presentes después del calandreado. Por ejemplo, un papel que es rehumedecido debe expandirse en alguna dirección. Prensado contra un rodillo no tendrá-



**FIG.16** EFECTO DEL RODILLO DE CAUCHO COMO CONDUCTOR. EL EFECTO QUE SE OBSERVA EN LA PARTE DE ARIBA DE LA ZONA DE CONTACTO REPRESENTA LA COMPRESION DE LA SUPERFICIE DE CAUCHO Y EL ALAGAMIENTO QUE TIENE LUGAR CONFORME CAUCHO COMPRIMIDO PASA ATRAVES DE LA ZONA DE CONTACTO

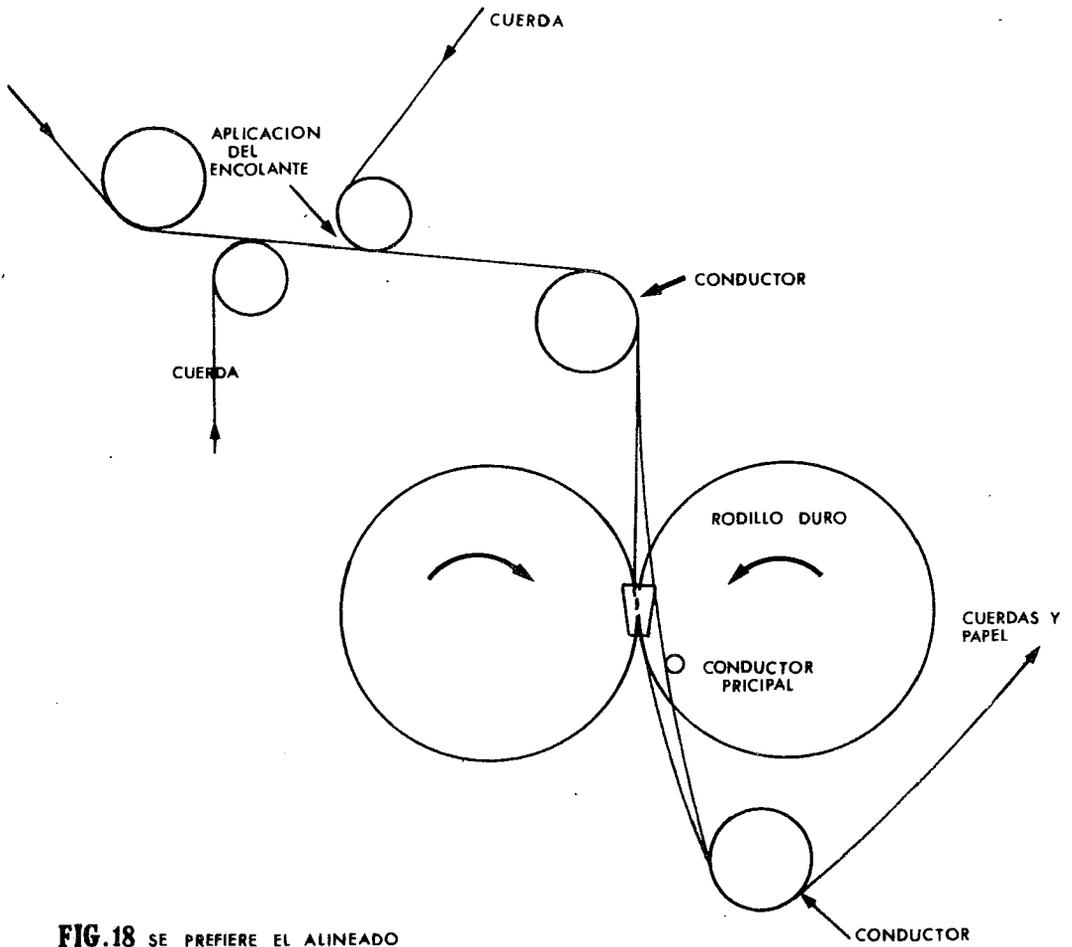
**FIG.17**



libertad de movimiento lo cual causará arrugado, la figura 17 muestra esta condición. Cuando el papel entra después a un secador hacia arriba, este arco de adhesión es crítico. Si entra a un secador colocado hacia abajo este problema es aminorado. La forma positiva de prevenir este daño es introducir un rodillo hacia abajo de la prensa como se muestra en la figura 18.

SINTESIS DE VENTAJAS DE LA PRENSA DE ENCOLADO HORIZONTAL:

- 1.- La prensa horizontal es idealmente adecuada para papeles de peso ligero.
- 2.- El papel no soporta mas que su propio peso. No hay peligro de formación de bolsitas.
- 3.- La reducción de la tensión en el papel en la entrada permite un trabajo seguro.
- 4.- El paso del papel a través de la zona de contacto de la prensa es simple y libre de peligro para el operador.
- 5.- El tiempo de aplicación de encolante es igual para ambos lados.
- 6.- El nivel de la charca de encolante es facilmente controlado.
- 7.- La reducción de la presión en la zona de contacto y las mínimas rupturas hacen que el pulido del rodillo sea menos frecuente.
- 8.- La reducción de la presión en la zona de contacto significa un mayor aumento de peso por el encolante y por lo tanto se puede llegar a un mejor control.
- 9.- Es muy simple quitar y reemplazar los rodillos de la prensa.



**FIG. 18** SE PREFIERE EL ALINEADO DEL PAPEL Y LAS CUERDAS, EL ANGULO DE CONTACTO ENTRE EL PAPEL Y EL RODILLO DURO SE REDUCE

10.- La alimentación del encolante se reduce a un tiempo menor.

11.- Con un buen sistema de control de presión ya sea neumático o hidráulico, la presión en la zona de contacto puede ser exactamente evaluada y si es necesario duplicarla.

#### PRENSA DE ENCOLADO CON GATE-ROLLS:

La prensa de encolado con Gate-Rolls tiene la ventaja de aplicar una película de encolante que permanecerá relativamente sobre la superficie, por lo cual la impresión y receptividad a la tinta son mejorados y se alcanza mas fácilmente una suavidad mejor.

La prensa de encolado con gate-rolls emplea la vieja teoría del rodillo de transferencia, esencialmente se diseñó para la aplicación de recubrimientos con pigmentos, hoy sin embargo la técnica del rodillo de transferencia, está siendo usada como un aplicador de encolado superficial de alta velocidad.

Una prensa de encolado convencional, operando a altas velocidades y aplicando un film de adhesivo sin pigmentos puede causar salpicado en la zona de contacto. El salpicamiento es generalmente prevenido reduciendo la viscosidad del material de tratamiento superficial pero es reducido a tal grado que la fuerza inherente del material se pierde.

Para aplicar almidón a altas velocidades, sin salpicar en la prensa de encolado se requiere como ya se dijo antes una viscosidad reducida esto se logra por medio de una aplicación adicional de almidón convertido en la planta o por el proveedor, de cualquier forma esto reducirá la fuerza del almidón. Tratando de operar sin esta viscosidad reducida habrá salpicado sobre el papel tratado y sobre el equipo causando otros problemas bien conocidos.

Tratando de resolver algunos de los problemas de operación a altas - velocidades fué introducida la prensa de encolado con gate-rolls en- la industria del papel y del cartón en 1960. Fué desarrollada por Be loit Corporation, para aplicación de pre-recubrimiento sobre la má-- quina de papel ya sea con o sin pigmentos.

TEÑIDO DEL PAPEL EN LA PRENSA DE  
ENCOLADO

La aplicación del color en superficie por medio de la prensa de encolado es un campo relativamente reciente pero cuya difusión, gracias a las ventajas que presenta ha sido notable en los últimos años. Una rápida enumeración de tales ventajas, frente al método convencional-coloración en masa, lo muestran como obvio.

- 1.- Una más cómoda manipulación de los colorantes.
- 2.- Eliminar la presencia de colorantes en los circuitos de pasta, - en el agua de fabricación, en los vertidos y en los circuitos de recuperación de pastas y agua.
- 3.- Cambios rápidos de color, sin limpieza intermedia y con el mínimo de papel utilizable.
- 4.- Ofrece una gran facilidad en las correcciones de matiz e intensidad, durante la fabricación.
- 5.- Menor desperdicio de papel.
- 6.- Mejor rendimiento de los colorantes.
- 7.- Menor costo de proceso especialmente en papeles gruesos.
- 8.- Reduce los tiempos improductivos destinados a limpieza de circuitos y máquina.
- 9.- Elimina el ensuciado de las bayetas y fieltros de la prensa.
- 10.- Permite la fabricación de pequeñas cantidades de papel de color

incluso en grandes cantidades de producción.

11.- Se logran coloraciones muy brillantes y de gran viveza.

12.- Se consigue el estudio rápido de matices en el laboratorio, con gran fidelidad en la reproducción de los mismos.

13.- Es posible, además el combinar la coloración en el encolado superficial con almidones y con ciertas resinas de encolado hidrófobo.

14.- Contribuye a solucionar los problemas ecológicos, resultante de los vertidos de colorantes a las corrientes de aguas naturales.

Presenta sin embargo las siguientes desventajas:

Pobre resistencia al sangrado: Particularmente con matices fuertes hechos a base de colorantes ácidos y en los contrastes entre las superficies coloreadas que vienen a resultar aparentemente como daños debidos al uso o abrasión. Esta última desventaja es un serio problema en la producción de papel cartoncillo donde las pobres propiedades de doblez de la lima tope pueden producir rompimientos a lo largo del doblez o canto exponiendo una superficie no coloreada, sin embargo es posible minimizar esta desventaja por teñido del fondo y subsuperficie de tal forma que el contraste entre la superficie y la subsuperficie se reduce bastante. La resistencia al sangrado se puede mejorar por la aplicación de agentes fijantes.

La intensidad del color en la prensa de encolado es controlada principalmente por la concentración del colorante empleado. Se considerará cuidadosamente no exceder los límites de solubilidad del colorante usado. Si se quiere lograr una producción de un matiz fuerte esto puede ser mejor efectuado por dos aplicaciones que por una sola.

Las soluciones de colorantes para aplicaciones superficiales deben ser cuidadosamente preparados, considerando el uso a que se destinará. Cuando se va a utilizar una mezcla de colorantes como azul y amarillo para obtener un verde se hace necesario controlar las condiciones así como prevenir la absorción selectiva de un color sobre otros pues ésto puede ocurrir por la diferencia en las solubilidades de los colorantes y por lo tanto la posibilidad para tener varios tonos existentes al instante.

Para prevenir diferentes tonos y tener una producción uniforme a lo largo de una corrida, tendremos a nuestra disposición como mínimo 2 tanques uno para la preparación y almacenamiento del colorante y otro más pequeño como tanque de servicio, en este último solo se retendrá una cantidad mínima, que deberá ser suficiente para humedecer completamente el sistema con un ligero exceso. Conforme la mezcla colorante sea consumida se reemplazará del tanque de almacenamiento o de preparación por medio de una válvula, el reemplazamiento no excederá la velocidad con que se consume,

Hasta hace poco tiempo atrás, a pesar de las obvias ventajas del sistema la mayoría de las técnicas ensayadas fracasaban a causa del encolado. Un encolado en húmedo difícilmente permitirá una homogeneidad en la coloración superficial, consecuentemente, salvo pocas excepciones una satisfactoria coloración solo puede lograrse tratando un papel sin encolar.

Con el advenimiento de encolantes sintéticos a base de dispersiones plásticas a base de dispersiones plásticas se ha facilitado el desarrollo de las coloraciones en superficie, dado que es factible, en una sola operación colorear y encolar en la prensa de encolado, trabajando sobre la base de un papel sin encolado interno (o en mínimo grado requerido por la técnica correspondiente). Esta técnica está

siendo usada con marcado éxito en numerosas fábricas de Europa y Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón y más recientemente (aunque con menor difusión) en América Latina. Recetas tipo serían las siguientes:

---

Agua	93 Partes	94 Partes	96 Partes
Almidón	5 "	3 "	0 "
C M C	0 "	1 "	2 "
Baysyntol A60	2 "	2 "	2 "
Colorante con Anión activo	0.05-1.0	0.05-1.0	0.05-1.0
Antiespumante DNE (según necesidad)	0.001-0.01	0.001-0.01	0.001-0.01

---

En todos los casos el papel base (sin encolar) contiene 1 - 2 % de  $Al_2(SO_4)_3$  (Puede ser reemplazado por aluminato de sodio).

Es muy importante determinar el porcentaje de humedad (secado) más conveniente con que el papel debe llegar a la prensa de encolado, --tentativamente se puede sugerir entre 7 - 10 %. A mayor contenido de humedad es predecible una mayor uniformidad en la coloración.

De la misma forma es posible reemplazar en las formulaciones dadas -- el colorante aniónico por ABO para la elaboración de papeles blancos.

#### PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:

La tintura en superficie se practica desde ya hace bastantes años y--

los sistemas utilizados podemos resumirlos, según su fundamento, en los procesos siguientes:

PROCEDIMIENTO DE COLORACION A: Solución acuosa de almidón soluble y colorantes directos:

Proporciona una coloración económica en la prensa de encolado pero debido al empobrecimiento del baño durante el proceso de tintura y a la relativamente alta solubilidad en agua de la capa de almidón, no permite una coloración igualada ni sólida al agua.

PROCEDIMIENTO DE COLORACION B: Agentes sintéticos catiónicos para el encolado en superficie, almidón y colorantes básicos.

Este procedimiento presupone el empleo de un agente sintético, catiónico, para el encolado en superficie y sólo son posibles las coloraciones igualadas usando el papel sin apresto ni encolado y a base de celulosa blanqueada.

Si se trata de papel sin apresto ni encolado y sin blanquear, la gran afinidad de los colorantes básicos por la celulosa no blanqueada y la pasta mecánica originaría inevitablemente un empobrecimiento del baño y, como consecuencia de ello, una tintura mal igualada con progresivas diferencias de tono e intensidad, en cambio, sobre papeles sin apresto ni encolado pero blanqueadas, por este procedimiento se obtienen coloraciones vivas e igualadas, si bien con mediana solidez al agua y escasa solidez a la luz.

PROCEDIMIENTO DE COLORACION C: Agentes sintéticos, Aniónicos, para el encolado superficial, almidón y colorantes aniónicos (ácidos y directos).

Este procedimiento presupone el empleo de agentes de encolado sintéticos, aniónicos sobre papeles sin apresto ni encolado, si se emplean colorantes ácidos, las coloraciones resultan ciertamente igualadas, - pero tienen mala solidez al agua.

Si en este procedimiento se emplean colorantes directos, tampoco está asegurada una coloración igualada en los matices medios e intensos, - por la misma razón de empobrecimiento del baño, la solidez al agua de estas coloraciones es buena o mediana.

Los papeles con pasta mecánica resultan jaspeados.

PROCEDIMIENTO CIBA-GEIGY: El proceso en cuestión trata de conseguir - las ventajas de la tintura en superficie y eliminar las desventajas - de la tintura en superficie eliminando los principales inconvenientes las ventajas que se obtienen son las siguientes:

- 1.- Buena igualación durante la fabricación, sin empobrecimiento del baño.
- 2.- Tinturas igualadas independientemente de la composición del sustrato.
- 3.- De excelente a buena solidez al agua y buena solidez a la luz.

El método propuesto se basa en el empleo de un baño con los siguientes componentes:

- a).- Solución acuosa de un adhesivo: Puede ser un almidón aniónico el cual confiere las características de resistencia superficial, deseables en un papel para impresión del ripo offset, y que usualmente se utiliza en el encolado superficial.

b).- Colorantes: Pueden ser ácidos, debilmente ácidos o sustantivos- es necesaria una selección de los mismos con vista a los resultados- deseados.

c).- Un agente regulador: Consiste en un disolvente orgánico, miscible con el agua y compatible, a las dosis de empleo, con los demás - componentes.

d).- Sulfato de alúmina: Actúa como agente de fijación de los colorantes y confiere a la tintura la necesaria solidez al agua.

El método propuesto, se puede prescindir del adhesivo, en el caso de que su empleo no sea necesario para la calidad del papel fabricado.- La novedad principal está en el empleo de un disolvente como agente- igualador y en la utilización del sulfato de alúmina como un agente- de fijación de colorante.

¿Por que se emplea un disolvente y el Sulfato de Alúmina?

En un principio se ensayaron diversos productos para conseguir efectos deseados de igualación y solidez. Sin embargo, la mayoría de ellos significaron, bien la introducción de modificaciones en las características del papel o bien la necesidad de recurrir a productos- de elevado precio y, en todo caso, no usuales en la industria papelera. El empleo de un disolvente resulta ventajoso, por los efectos si guientes:

1.- Al evaporarse, deja inalterables las características del papel.

2.- Mantiene en solución el complejo Colorante-Alúmina que se forma- al preparar el baño y permite altas concentraciones de colorante para tinturas intensas.

3.- Facilita una rápida y uniforme humectación del papel a su paso -

por la prensa.

4.- Evita la formación de espuma y permite conservar el baño durante-- largos periodos de tiempo (semanas), lo que permite guardar los sobrantes, para futuras operaciones.

Como disolvente, recomendamos especialmente el empleo del eter monoetilico del etilenglicol, que:

a).- A dosis recomendadas de empleo, es compatible con la mayoría de - los productos utilizados sen el encolado superficial.

b).- Es miscible con agua en cualquier proporción.

c).- Se evapora totalmente en los secadores posteriores a la prensa de encolado.

d).- No ofrece peligro de toxicidad ni de inflamación, bajo las condi- ciones normales de trabajo en los locales e instalaciones existentes - en la mayoría de las fábricas de papel que disponen ya de medios para- la extracción de vahos y de ventilación suficiente.

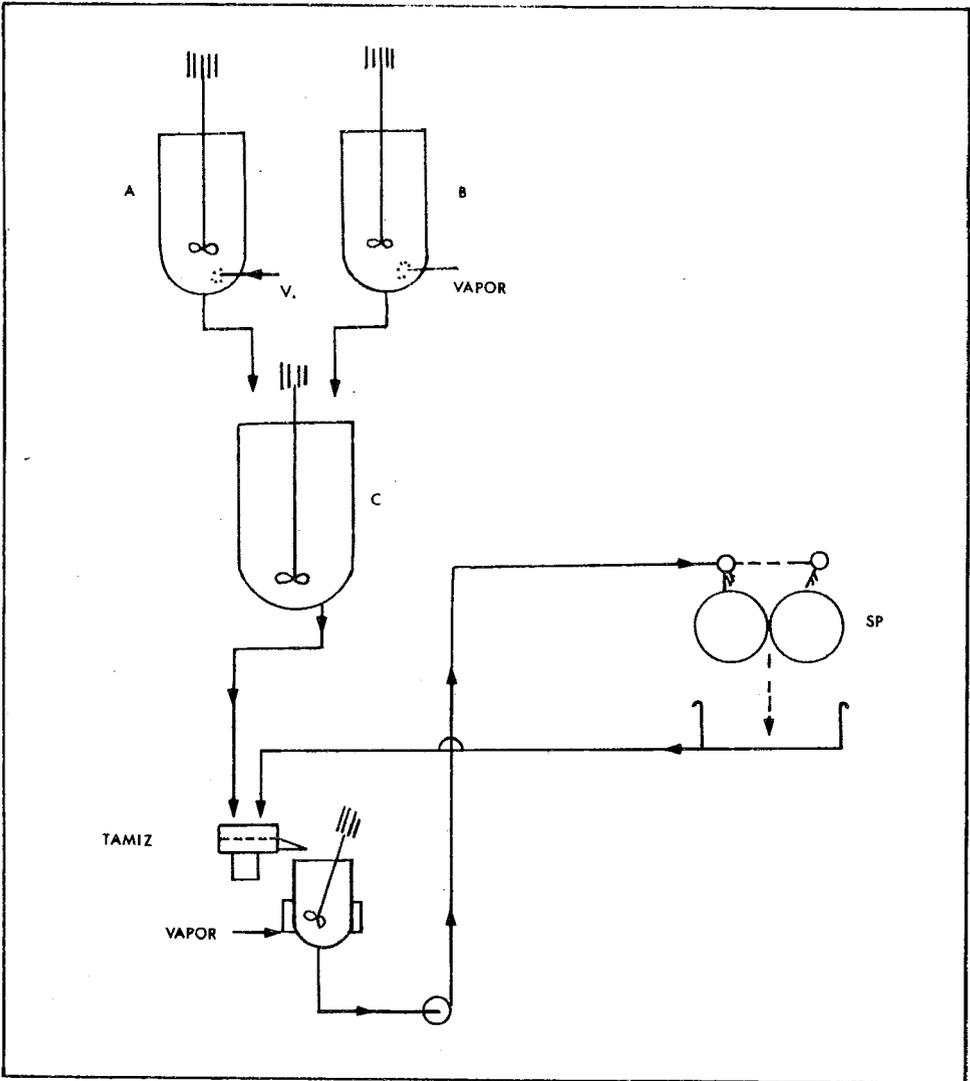
El empleo de sulfato de alúmina, como agente de fijación de colorantes tiene la ventaja inapreciable de su bajo costo y de ser un producto común en las fábricas de papel.

#### INSTALACIONES NECESARIAS PARA LA PREPARACION DE LOS BAÑOS DE TINTURA

El proceso que describimos está ideado sobre la base de utilizar las - instalaciones existentes pudiéndose recurrir, si se estima rentable a- instalaciones mas o menos sofisticadas, de preparación y de mezcla en- continuo.

FIGURA 19 (Instalación en esquema).

FIG. 19



#### PREPARACION DE LOS BAÑOS DE TINTURA:

Las operaciones de preparación de los baños de tintura se resumen en las dos siguientes formulaciones:

FORMULACION 1: Baño de tintura sin adhesivos, para un volumen de baño de 1000 litros.

a).- En un recipiente de material enoxidable (Figura 19 A) calentarse a 60°C, 450 litros de agua de la disponible en la instalación.

b).- Disolver las dosis necesarias del colorante según el matiz deseado, manteniendo la agitación adecuada hasta la completa disolución.

c).- En otro recipiente se calienta a 60°C, 200 litros de disolvente y se añaden a la disolución del colorante (B).

e).- El baño de tintura se completa con agua hasta 1000 litros, regulando la temperatura entre 50 y 60°C y queda de esta forma dispuesto para ser llevado a la prensa de encolado,

En caso de calentar a vapor directo, debe calcularse el volumen de agua que corresponderá al vapor condensado, Aunque no es necesaria la precisión en las operaciones intermedias, si es necesario ajustar el volumen al final de la preparación.

FORMULACION 2: Baño de tintura con adhesivos (Almidón), volumen del baño a preparar: 1000 litros.

a).- se cuece el almidón en el recipiente A, disponiendo una cantidad conveniente de agua para que al final de la cocción haya un volumen de 450 litros, La temperatura a alcanzar producida obligada por-

la cocción oscila entre 85 y 95°C.

b).- Se disuelve en el almidón cocido, las dosis necesarias de colorantes y se vierten en el recipiente C.

c).- En el recipiente B se calientan a 40°C, 200 litros de disolvente y el agua necesaria para que al final, se tenga un volumen de 300 litros, que se vierten sobre la solución de almidón con los colorantes, (C), poco a poco y agitando.

d).- A la mezcla anterior se adicionan 15 Kgs, de alúmina disuelta - en 150 litros de agua.

e).- Se completa con agua a 1000 litros y se regula la temperatura final, entre 50 y 60°C.

CONTROLES A REALIZAR DURANTE LA COLORACION: Antes de proceder a la tinttura en la máquina se procede a determinar la conformidad en --- cuanto al matiz e intensidad del baño, mediante una aplicación sobre el soporte a colorear en la máquina.

En casos de diferencias de matiz, añadir las dosis de colorantes necesarias para la corrección a 100 ml. del baño objeto de control. Una vez logrado el tono deseado en el laboratorio se adicionas las -- cantidades de colorante calculadas para la corrección, sobre el total del baño en fábrica. La operación no ofrece ninguna dificultad.

Debemos repetir una vez más, que la reproducción de las muestras del laboratorio en la práctica industrial es muy aproximada, dándose únicamente ligeras variaciones en cuanto a la intensidad de la coloración.

DOSIS DE ALUMINA, SU REGULACION; En tonos muy intensos, es preciso -

regular las dosis de alúmina hasta lograr la óptima solidez al agua.

Para la comprobación basta extender un poco de baño sobre el soporte a tinter, una vez completamente seco, humedecerlo con algunas gotas de agua y prensar con la mano entre dos hojas de papel filtro, no debe producirse ninguna coloración sobre el papel filtro. En caso contrario deberá reforzarse la dosis de alúmina, hasta lograr la doli-dez total.

En algún caso, ésta no se alcanza (en ciertas coloraciones muy inten-sas) pero, de todos modos, el sangrado debe ser muy ligero.

#### VARIABLES A CONTROLAR DURANTE EL TRABAJO EN LA MAQUINA:

1.- El encolado del soporte a la entrada en la prensa de encolado, - debe permitir la absorción regular del baño (cobb entre 20 y 26) puede corregirse la absorción mediante la cantidad de disolvente, entre ciertos límites.

2.- La dosis de disolvente puede ser regulada, de acuerdo con los re-sultados obtenidos, oscilando entre 15 y 30 % del volumen total del baño.

3.- La humedad de la hoja en la entrada de la prensa de encolado debe estar comprendida entre 8 y 12 % como límite. Es recomendable la regularidad y la uniformidad.

4.- Es necesario que la temperatura del baño esté comprendida entre 45 y 55°C. Es deseable mantener lo mas constante posible la temperatura, lo que se consigue suficientemente, con el calor de la hoja de papel, que procede de la primera sección de secadores.

5.- El secado posterior a la prensa de encolado debe ser completo para eliminar todos los restos de disolvente.

6.- La dureza de los rodillos de la prensa es recomendable que sea de 98-96 °Sch (Papeles de alto gramaje) 90-88 para bajo gramaje, pero no es indispensable.

7.- La presión de la prensa entre 20-50 kgs., por centímetro lineal - al aumentar la presión disminuye ligeramente y en forma gradual la intensidad de la tintura.

8.- Además es necesario: Un buen estado y limpieza de los rodillos de la prensa, y un buen tiro de las campanas de extracción de vahos.

9.- La recirculación del baño debe de ser la normal para un baño de almidón, en algún caso se ha trabajado sin recirculación y no se han presentado dificultades dignas de mención.

10.- La altura del baño, en la entrada o en la cubeta formada por los rodillos, apenas incide sobre los resultados, trabajando a velocidades superiores a 120 m/min. unicamente influye, cuando una absorción de baño ligeramente mayor, a velocidades de fabricación muy bajas.

#### INFLUENCIAS DEL SOPORTE:

La composición del soporte prácticamente no incide sobre la igualdad de la tintura. Solo pueden apreciarse las diferencias importantes en el grado de blanqueo de las pastas empleadas, por cuanto influyen sobre la pureza de los colores obtenidos.

La formación de la hoja influye en la repartición del baño, en cuanto a diferencias de absorción. Es necesaria una distribución muy regular de las fibras y un transparente lo mas perfecto posible, para evitar-

el aspecto irregular de la tintura.

Es conveniente que el encolado sea uniforme y según sea mayor o menor influye en una menor o mayor absorción de baño.

La doble faz del papel se forma en la mesa de fabricación y es allí -- donde se debe intentar reducirla al mínimo, puesto que, en la opera-- ción de tintura superficial, no es posible la total corrección cuando el soporte presenta una acusada doble faz.

Un refino muy elevado no es conveniente, ya que limita la absorción -- del baño y como consecuencia, provoca una tintura irregular.

Las pequeñas cantidades de recorte de color que se producen, pueden -- ser reincorporadas en la preparación de pastas y, en todo caso, pue-- den ser fácilmente descoloradas en el pulper, mediante una adición de hipoclorito de sodio. (entre 2 y 5 litros de hopoclorito comercial -- por 1000 kgs. de recorte).

#### ASPECTOS ECONOMICOS:

En los cálculos de coste de la tintura superficial para ser compara-- bles a los métodos de tintura en la masa, deben ser tenidos en cuenta los aspectos concernientes a:

- 1.- Costo de las dosis de colorantes por kilo de papel.
- 2.- Costo de las dosis de los colorantes por metro cuadrado de papel-tintado.
- 3.- Costo de los trabajos de limpieza.
- 5.- Costo debido a los paros de la máquina por limpieza y cambios de-

filtros (disminución de la producción).

6.- Costo de las pastas teñidas no utilizables.

7.- Costo del agua coloreada a tirar o de su recuperación, decolorándola.

8.- Dificultades a causa de problemas ecológicos.

9.- Costo de los demás componentes de la tintura (fijación de colorantes si se utilizan fijadores).

Deben además valorarse las ventajas tecnológicas del sistema en prensa de encolado y su agilidad operacional en la producción.

En la figura 20 podemos apreciar la variación del costo por kg., del papel teñido en la masa y en función del volumen de producción con respecto a la misma coloración obtenida por tintura superficial.

En la figura 21 podemos observar la variación de los costos por kilo - de papel, en función del gramaje para una producción de 20 toneladas - de papel.

En la figura 22 podemos apreciar el índice de costo de la tintura por metro cuadrado en función del gramaje y para una producción de 20 toneladas de papel.

VARIACION DEL COSTO EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE PAPEL FABRICADO, REFERIDO A UN PAPEL DE 100g/m<sup>2</sup>

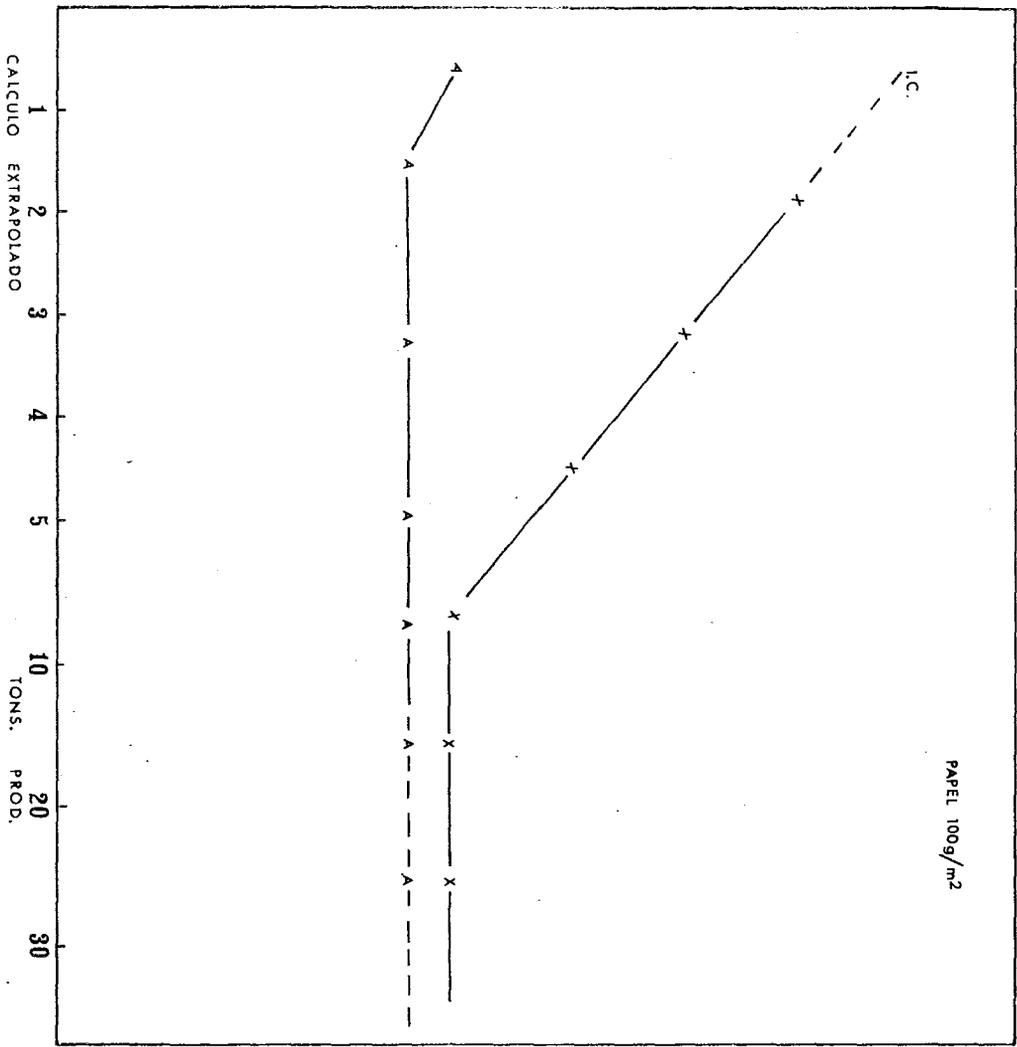
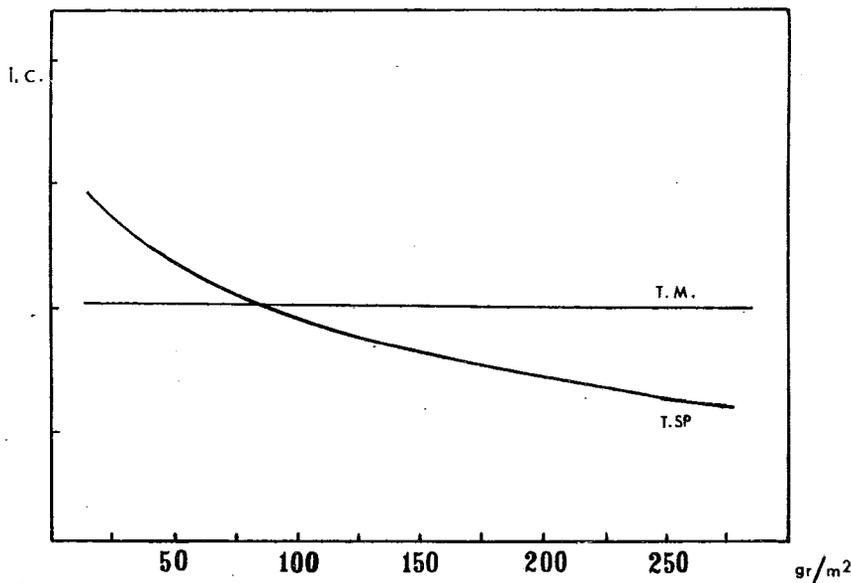
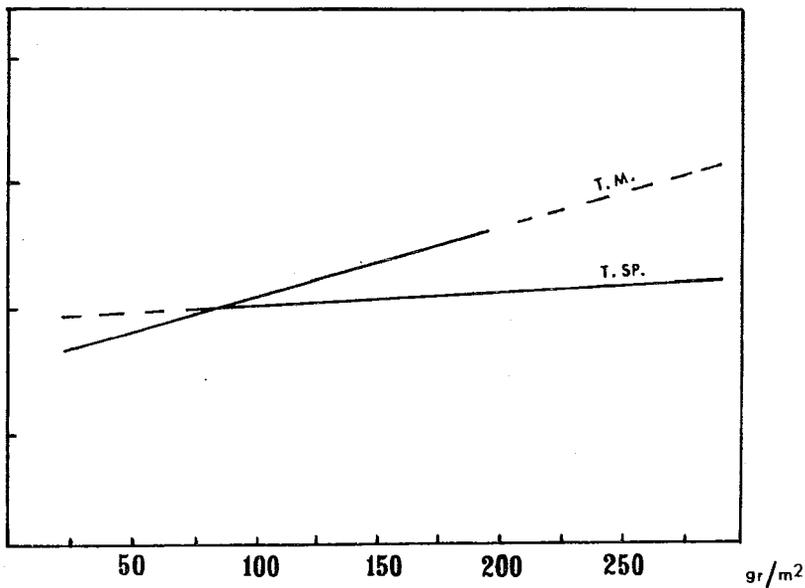


FIG. 20



**FIG. 21** VARIACION DEL COSTE DE LA TINTURA POR Kg. DE PAPEL FABRICADO EN FUNCION DEL GRAMAJE.

T.M. = TINTURA EN LA MASA  
T.SP. = TINTURA EN LA SIZE-PRESS



**FIG. 22** VARIACION DEL COSTE DE LA TINTURA POR m<sup>2</sup> EN FUNCION DEL GRAMAJE.

T.M. = TINTURA EN LA MASA  
T.SP. = TINTURA EN LA SIZE-PRESS

\*\*\* C O N C L U S I O N E S \*\*\*

El incremento del uso de la prensa de encolado en la fabricación de papel ha tenido grandes adelantos y tiene un horizonte muy amplio para desarrollarse.

1.- El incremento en la producción de papeles especiales que deben resistir varios tipos de soluciones acuosas y líquidos no polares.

2.- La solución para poder llevar a cabo tareas relegadas al final húmedo de la máquina de papel.

El sistema de tintura superficial nos ofrece indudables ventajas sobre el tradicional de tintura en masa. No obstante su utilización debe adaptarse a los criterios tecno-económicos que sean decisivos para cada caso,

Así para pequeñas fabricaciones de papeles de color (cantidades inferiores a 20 toneladas), en muchos casos es económicamente aconsejable la tintura en la prensa de encolado.

En fabricaciones de papeles de color de gramajes mayores de 80-100 gr por metro cuadrado, resulta también aconsejable la tintura en superficie.

Cuando se trata de cartoncillos, en los que se desee una sola cara coloreada, el método propuesto resulta claramente ventajoso.

Si deben fabricarse pequeñas partidas de numerosos colores, las facilidades en los cambios de color a color, hacen del sistema un método insustituible.

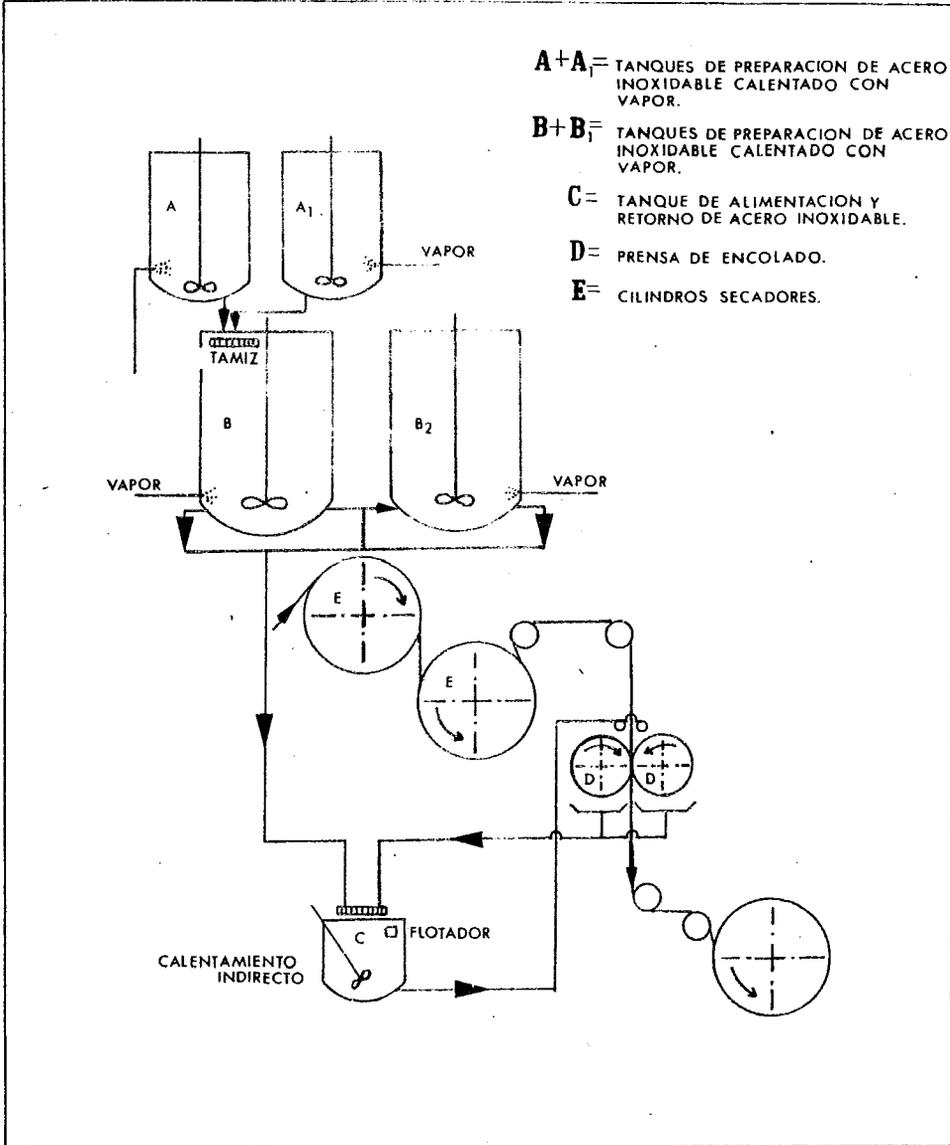
La tintura superficial es una solución cuando las restricciones en los

vertidos coloreados a las corrientes de agua, por motivos obvios de ecología hacen prohibitiva la tintura en masa, figuras 23 y 24.

Las aplicaciones de la prensa de encolado proveen un potencial de --  
100 % de retención de aditivos.

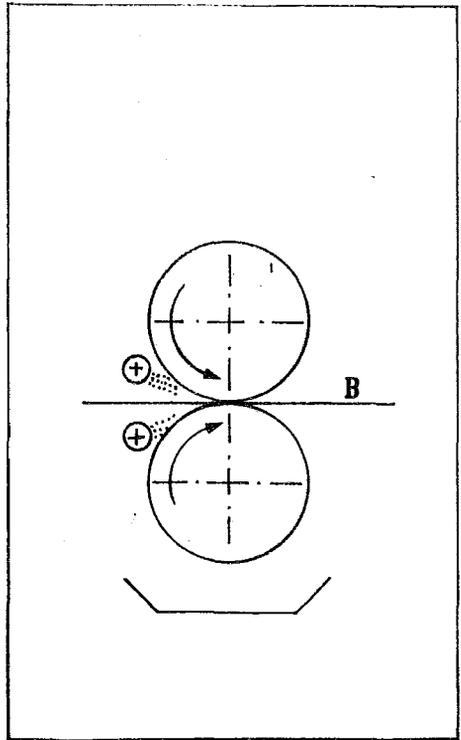
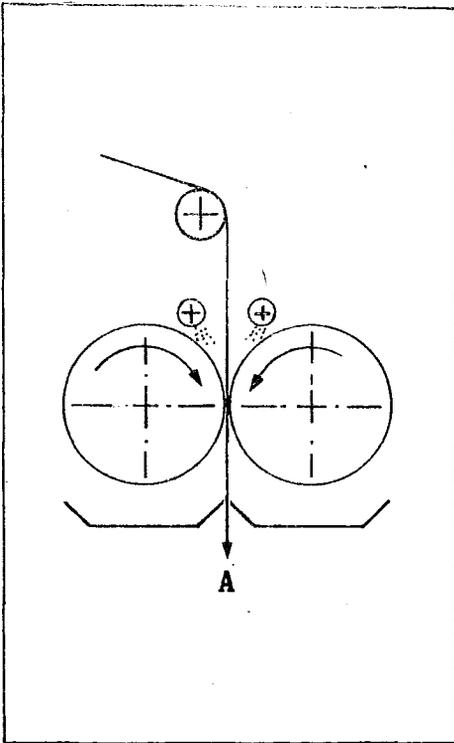
**FIG. 23**

**NO.2** SISTEMA DE PREPARACION DEL BAÑO DE COLORANTE PARA LA COLORACION EN SUPERFICIE DEL PAPEL.



**FIG. 24**  
**NO. 1**  
PRENSA DE ENCOLADO

**A** — CON PASO DE PAPEL VERTICAL  
**B** — CON PASO DE PAPEL HORIZONTAL



\*\*\* B I B L I O G R A F I A \*\*\*

- 1.- ALEXANDER HERNADI  
Water Removal at the dryers with special emphasis on size press  
trated paper.
- 2.- ING, ALFONSO GRAF  
Teoría del encolado  
ATCP Vol. 31 no, 1 Febrero de 1963 Pág. 54 a 56
- 3.- C. EARL LIBBY  
Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel  
Edit. C.E.C.S.A., 5a. edición Nov. de 1974.
- 4.- C. M. HELM  
Coloring at the size press and calander  
TAPPI Vol. 47 No, 4 april 1964 Página 144 A
- 5.- DALE R. DILL  
Control and understanding of size press pick up  
Monsanto industrial chemicals company  
St. Lovis Missouri Pág. 143 - 153
- 6.- D. G. MARGOTA AND H. E. GAITER  
Sheet and color properties of size press coatings  
TAPPI March 1970 Vol. 53 No. 3, Pág. 401 - 405.
- 7.- D. J. CLARK  
A review of coating methods  
TAPPI January 1960, Vol. 43 No. 1 Pág. 157A - 159A

8.- EGON N. KORNICER

Which size press roll should be driven

Paper Trade Journal, November de 1961 Pág. 31 - 34

9.- ERNEST F. BARKER

What's new with size press in Europe

Paper Trade Journal, September 1960 Pág. 36 - 39

10.- FRANCISCO OLAVARRIETA DE LA TORRE

Encolado interno

ATCP Vol. 3 No. 1 Febrero de 1963 Pág. 57 - 61

11.- G. L. BOOTH

A survey of machine coating methods.

TAPPI Vol. 39, No. 12, CDecember 1956 Pág. 846 - 850

12.- HERMAN A. SMITH

Appraisal of the design and construction of horizontal size press

TAPPI, Vol. 43, No. 6, June 1960, Pág. 196A - 199A.

13.- ING. JAIME VIDAL JANE

El método de coloración en la prensa de encolado

ATCP Vol. 13 No. 5, Pág. 349 - 354.

14.- IN. JAIME REYES MONTOYA

Encolado externo

ATCP Vol. 3 No. 1 Febrero de 1963 Pág. 62 - 63

15.- JAMES E. LEITENBERGER

Paper mill experience with a gate-roll size press

Graing processing corporation, Muscatine Iowa

Pág. 165 - 176

- 16.- L. H. SILVERNAIL AND E. J. HEISER  
Pigmented size press coating containing diox latex 512 K  
TAPPI October 1953, Vol. 36, No. 10, Pág. 172A - 176A
- 17.- R. W. HOYLAND PHD  
Mechanism of the size press treatment of paper  
Swiss cotagge March 1977, Pag. 121 - 126.
- 18.- RICHARD L. POST  
Adhesives in size press coating,  
Wausau paper Mills Company  
Pág. 156 - 164
- 19.- ROGER GRANT  
Size press coating current means of increasing, versatility and  
upgrading coated paper quality.  
TAPPI, February 1970 Vol. 53, No. 2, Pág. 261-264
- 20.- STANLEY L. OAKLEAF AND RAYMOND L. JAMES  
Effects of rheology on pigments size press Coating pattern  
TAPPI November 1977 Vol. 60, No.11, Pág. 95 - 99
- 21.- ING. SILVIA G. SMITH  
Teoría y operación de prensas de encolado  
ATCP Vol. 6, No. 3, Pág. Mayo de 1966, Pág. 218 - 224
- 22.- WAYNE T. CRANNE  
Size press and the operation  
TAPPI Vol. 47, No. 5, Mayo de 1964, Pág. 116A - 121A