



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

(25)

APORTACION AL ESTUDIO SOBRE CONTROL  
DE CALIDAD EN MATERIALES CELULOSICOS  
EMPLEADOS EN LA FABRICACION DE ENVA-  
SES Y EMBALAJES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACOBIOLOGO

P R E S E N T A:

MA. DE LOURDES ORTIZ ROMERO



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.

TESIS 1979  
AÑO ~~1979~~  
ABR. 14. t.  
FECHA 268  
PROC.  
S



**JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE :**

**PRESIDENTE :** ALBERTO OBREGON PEREZ  
**VOCAL :** RENAN PEREZ PRIEGO  
**SECRETARIO :** HUMBERTO RODRIGUEZ CALDERA  
**1er. SUPLENTE :** GUILLERMO ALCAYDE LACORTE  
**2do. SUPLENTE :** CARLOS RODRIGUEZ CALDERA

**SITIO DONDE SE DESARROLLA EL TEMA :**

**CENTRO DE INVESTIGACION DE MATERIALES - UNAM  
INSTITUTO MEXICANO DE ASISTENCIA A LA INDUSTRIA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS - UNAM**

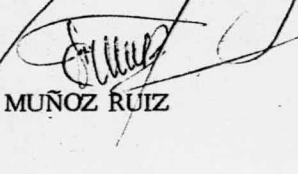
**SUSTENTANTE :**

  
**MARIA DE LOURDES ORTIZ ROMERO**

**ASESOR DEL TEMA :**

  
**HUMBERTO RODRIGUEZ CALDERA**

**SUPERVISOR TECNICO**

  
**FRANCISCO MUÑOZ RUIZ**

A MIS PADRES

MI AGRADECIMIENTO A LAS SIGUIENTES  
PERSONAS:

I. Q. HUMBERTO RODRIGUEZ CALDERA  
POR SU VALIOSA COLABORACION

I. Q. FRANCISCO MUÑOZ RUIZ  
POR LAS SUGERENCIAS BRINDADAS

## CONTENIDO

CAPITULO		Pág.
I	Introducción	1
II	Objetivo	3
III	Generalidades	5
	3.1. Breve historia del papel	6
	3.2. Definición de papel	8
	3.3. Proceso para obtención de papel	9
	3.4. Materiales que se adicionan en fabricación de papel	39
	3.5. Clasificación del papel	45
	3.6. Breve historia del cartón	51
	3.7. Definición de cartón	52
	3.8. Proceso para la obtención del cartón	55
	3.9. Clasificación del cartón	56
	3.10. Control de calidad	59
	3.11. Métodos de prueba para controlar la calidad del cartón	64
IV	Datos Estadísticos	103
	4.1. Producción Nacional	105
	4.2. Importación	107
	4.3. Exportación	
V	Etapa Experimental	113
	5.1. Determinación del espesor, resultados	114
	5.2. Resistencia a la explosión o prueba de "Mullen", resultados	115
	5.3. Resistencia al aplastamiento, resultados	116
	5.4. Resistencia a la compresión, resultados	118
	5.5. Resistencia a la perforación, resultados	120
	Conclusiones	127
	Bibliografía	129

LISTA DE GRAFICAS	PAG.
Gráfica 1 Tendencia del producto interno bruto y del consumo aparente del papel para envase en México . 1967 - 1977	106
Gráfica 2 Proyección del consumo aparente de papel para envase	109
Gráfica 3 Producción nacional de papel	110
Gráfica 4 Participación relativa de la importación de papel por tipos	111
Gráfica 5 Proyección del consumo aparente de papel	112
Gráfica 6 Determinación del espesor	122
Gráfica 7 Resistencia a la explosión	123
Gráfica 8 Resistencia al aplastamiento	124
Gráfica 9 Resistencia a la compresión	125
Gráfica 10 Resistencia a la perforación	126



LISTA DE FIGURAS		PAG.
Fig. 1	Máquina de papel Fourdrinier.	17
Fig. 2	Máquina Fourdrinier de papel con secador Yankee.	18
Fig. 3	Diagrama de flujo para obtención de Pulpa de Sulfato.	21
Fig. 4	Diagrama de flujo del proceso de obtención de Sulfato.	28
Fig. 5	Diagrama Típico de Temperatura -Presión -Tiempo para el proceso de obtención de Pulpas al Sulfito.	30
Fig. 6	Forma de cortar la hoja.	96

## LISTA DE DIAGRAMAS

PAG.

- Diagrama No. 1 Diagrama de Ross que compara las cocciones  
a la Sosa , Kraft y al Sulfito de la misma madera. 26

CAPITULO I

INTRODUCCION

## INTRODUCCION

El desarrollo industrial que actualmente experimenta nuestro país, origina que la fabricación de envases y embalajes, adquiera una importancia cada vez mayor, tanto por su volúmen de producción, como por la magnitud de los recursos humanos utilizados, a fin de lograr resolver los múltiples problemas en los diversos sectores usuarios de éstos envases y embalajes con soluciones óptimas a nivel técnico .

Considerando al papel y cartón como materiales básicos en la fabricación de envase y embalaje protectores de una gran variedad de productos y al mismo tiempo contemplando una legislación que proteja al consumidor, surge la necesidad del análisis de los requerimientos de papel y cartón para que éstos cumplan en forma más eficiente los fines para los que fueron creados .

Con base a lo anterior se determina la importancia de realizar un estricto control de calidad que determine las especificaciones de estos materiales .

La responsabilidad del industrial va más allá de realizar un simple control de calidad ya que ésta lleva implícita la obligación de crear satisfactores que cumplan realmente con las especificaciones que cubren totalmente las necesidades del envase y embalaje, dando eso como consecuencia una mayor demanda en la comercialización de los productos en todos los mercados y una mayor utilidad del capital nacional .

1801110

WYKREW

CAPITULO II

OBJETIVO

## OBJETIVO

Se darán a conocer los procesos de fabricación para papel y cartón, así como los datos estadísticos que permitirán analizar la importancia de este estudio, las Normas Oficiales Mexicanas sobre métodos de prueba para llevar a cabo el control de calidad en el cartón corrugado y una etapa experimental para comprobar la calidad de este material.

Los resultados de la etapa experimental se compararán, analizarán y finalmente se presentarán las conclusiones.

CAPITULO III

GENERALIDADES

### 3. GENERALIDADES

#### 3.1 Historia del Papel.

Desde la antigüedad la humanidad ha sentido la necesidad de grabar en signos o figuras los hechos más sobresalientes de su vida, así como la expresión de su pensamiento y lenguaje. De los tiempos prehistóricos aparecen en algunas cavernas, grabados en las rocas que dan una idea de la mentalidad del hombre primitivo.

Los egipcios en el año 3500 A.C. emplearon los "papyrus" y tal parece que fue este el origen más lejano del papel. Del nombre "papyrus" procede el de papel.

Otro material empleado desde la antigüedad para la escritura, diferente del papel fué el pergamino, o piel extraída de las cabras y ovejas. En China se empleaban tablillas de bambú y de madera para la escritura hasta que en el siglo III A.C., empezaron a emplearse tiras de seda sobre las cuales se escribían con un pincel. Se empezó a fundir los recortes de seda en agua y el producto obtenido se esparcía encima de un tejido de bambú sobre el cual se formaba una especie de hoja de papel. La invención de la fabricación del papel tal como se le conoce, fué debida a T'sai Lun, quien empleó la corteza del árbol en el año 105 de nuestra era.

Hacia el año 900, los árabes en su invasión a España llevaron



la fabricación del papel.

En el año 850, el uso del papel era tan corriente que ya se podía prescindir del uso del "papyrus", y hacia la mitad del siglo X la producción de este último era muy inferior a la del papel de los árabes.

El papel tuvo una importancia considerable en la cultura de los árabes. Ya en aquel tiempo había falsificadores que para darle la apariencia de antiguo, lo teñían con azafrán para darle una coloración amarilla y con jugo de sicómoro para que tuviese un aspecto pardusco.

Hacia el año 1200 se normalizó el formato de papel; el nombre resma viene del árabe rizma, con el que se designaban las 500 hojas que hoy todavía contiene.

El papel seguía lentamente con la cultura árabe su marcha hacia el este. Hacia el año 900 se encuentra el papel en El Cairo desplazando el terreno al papyrus que se fabricaba allí. El papel en Italia empezó a fabricarse un siglo más tarde que en España, en Francia la fabricación del papel empezó dos siglos más tarde que en España, a Inglaterra, según parece, no llegó la fabricación del papel hasta 1494; otro siglo tardó en implantarse en Rusia, y hasta fines del siglo XVI llegó a los Estados Unidos y a Suecia.

Esto es en forma general un resumen histórico de la fabricación del papel desde su origen hasta su implantación en diver-

sos países. ( 2 )

### 3.2 Definición de Papel.

Película o lámina constituida por el afieltramiento de fibras celulósicas, que en la mayoría de los casos, han sido sometidas a operaciones de refinado, carga y encolado. Para fines especiales, además de fibras celulósicas, el papel puede contener porcentajes más o menos grandes, de otras fibras de origen animal o mineral (lana, seda, amianto, entre otros).

Hoja constituida principalmente por material celulósico de peso máximo de  $200 \text{ g/m}^2$  con un contenido de humedad de 6, 5% a 8%, con un espesor inferior a 0.254 mm. (10 puntos). ( 4 )



Fibras de Papel

### 3.3 Proceso para obtención de papel.

Por medio de diversos procesos la madera y algunas plantas - fibrosas son convertidas en pasta celulósica, la cual es la materia prima fundamental para la fabricación del papel.

En forma general se puede decir que los materiales vegetales se muelen, cuecen, digieren, desfibran, deslignifican o refinan para convertirse en pulpa celulósica. (8)

Existen los siguientes métodos para transformar la madera en pulpas o pastas celulósicas:

- Mecánico.
- Químico.
- Quimimecánicas y Semimecánicas.

Según se emplee uno u otro método o la combinación de ambos el producto que se obtiene recibe el nombre de pulpa o pasta-mecánica, pulpa o pasta química y pulpa o pasta quimimecánica o semimecánica.

#### 3.3.1 Proceso Mecánico.

El proceso mecánico a diferencia del proceso químico- emplea prácticamente toda la fibra que existe en la madera. (10)

Para la obtención de la pasta mecánica, se emplean las etapas que a continuación se describen:

- Descortezado.

El proceso se inicia con el descortezado y limpieza de las trozas de madera, ésto se lleva a cabo en tambores "descortezadores". Los troncos se introducen por un extremo del tambor, - descargándose por el lado opuesto exentos de corteza, debido a la acción de los repetidos e intensos frotos de unos contra otros, así como sobre las paredes del tambor, todo esto facilitado por el reblandecimiento que provoca el agua. ( 8 )

#### Obtención de la Pasta.

Una vez descortezadas las trozas, se someten a la acción abrasiva de una gran piedra amoladora, para obtener la pasta, la cual se encuentra en un molino, que gira a gran velocidad desintegrándolas. Los troncos son oprimidos con gran fuerza contra la piedra por potentes prensas para evitar que el intenso roce quemé la madera y al mismo tiempo para arrastrar las partículas disgregadas, se agrega agua dentro del molino.

En este proceso las fibras se desgarran obteniéndose una gran variedad en la longitud y composición. Una vez obtenida la pasta mecánica,-

ésta es sometida a un batido y refinación.

Estas operaciones tienen dos objetivos:

- Mezclar o incorporar los diferentes materiales de la fabricación del papel.
- Impartir propiedades que puedan facilitar la formación de una hoja de papel o cartón que tenga las características deseadas. ( 8 )

Batido.

El batido es una etapa fundamental en la fabricación del papel y consiste en mezclar en una suspensión acuosa, las diferentes materias primas requeridas por el proceso a fin de lograr papel bastante uniforme y de densidad más alta.

Las pulpas obtenidas pueden ser:

- Kraft sin blanquear.
- Kraft blanqueado.
- Sulfito sin blanquear.
- Blanqueada.
- A la sosa.

Diferentes calidades pueden ser apreciadas en el batido en función de las mezclas de diferentes tipos de pulpas: sulfito y trapos, sulfito y sosa, o sulfito y kraft; también existen diferen-

cias en la calidad de pulpas blanqueadas y sin blanquear.

El proceso de batido se realiza en los "Pulpers" (batidores), cuya función principal es la de des\_fibrar las pulpas, cabe mencionar que en esta etapa del proceso no se busca obtener propiedades específicas en las fibras.

El "pulper" es un tanque de acero, provisto de un rotor con aspas por medio del cual se logra la agitación. ( 10 )

#### Refinación.

Una hoja de papel está constituída de numerosas fibras celulósicas unidas entre sí. La resisten\_cia de la hoja depende no solamente de las fuer\_zas internas que mantienen unidas a todas las fi\_bras, sino también de las fuerzas que adhieren unas fibras a otras. Si una hoja está formada de fibras que están débilmente unidas entre sí, se tendrá una hoja débil, aún cuando las fibras individualmente puedan ser resistentes, este es el caso de una hoja que se forma a partir de fibras sin refinar.

Así el objetivo de la refinación, es lograr la máxima resistencia en la unión de fibra a fibra

lográndose incrementar las propiedades de resistencia interna de las fibras. ( 5 )

#### Pasta Preparada.

Una vez hecha la mezcla, la pasta ya preparada, es enviada a la máquina de papel.

Existen dos tipos clásicos de máquinas para la fabricación de papel: las máquinas planas o fourdrinier y las máquinas de tambor o redondas.

( 8 )

#### Máquina de Papel, Plana o Fourdrinier.

La máquina de papel Fourdrinier ha sido reformada muchas veces, actualmente consta de las siguientes secciones las cuales se describen en cada una de sus etapas: (véase figura 1).

- Sección Húmeda.
- Sección de Prensa.
- Sección de Secado.

#### Sección Húmeda.

En esta sección se lleva a cabo la formación de las hojas, a través de:

Diluir la suspensión fibrosa hasta una consistencia lo suficientemente baja para permitir un fácil movimiento entre fibras y por consiguiente-

un alto grado de uniformidad.

Distribuir la suspensión diluída de fibras uniformes en la sección formadora.

Depositar uniformemente las fibras individuales en la tela metálica formadora, drenando el agua de la suspensión a través de ella.

Obtener la red fibrosa en forma compacta, para lograr un contacto adecuado entre fibra y fibra. Separar por succión la mayor cantidad de agua posible retenida en la hoja, antes de que ésta - pase a la sección de prensa húmeda.

La pasta preparada, muy diluída en agua, entra en el primer elemento de la máquina, que se denomina caja de alimentación, teniendo en una - de sus paredes una abertura en forma de ranu - ra horizontal, por donde la suspensión de pasta hidratada sale en forma de lámina. Esta lámina, apenas sale, se encuentra la tela hecha de finos alambres de bronce, que gira continua - mente.

La lámina continua de pasta en agua, mientras es transportada por el tamiz móvil va drenando el agua a través de los orificios situados en la misma, por lo cual la parte fibrosa de la sus -



pensión va adquiriendo sobre la superficie de la tela el aspecto consistente, de una hoja de papel. (11)

#### Sección de Prensado.

Después de la sección de formación, el papel pasa hacia la sección de Prensa con el fin de eliminar más agua.

La hoja formada abandona la tela, adjuntándose a un fieltro de lana que se desplaza. El conjunto pasa a través de la zona de contacto entre dos cilindros, dispuestos verticalmente, que exprimen la hoja, gran parte del agua al filtro de lana. (11)

#### Sección de Secado.

Una vez que la hoja de papel ha salido de la prensa, contiene aproximadamente de un 65 a 68 % de humedad, por lo que la hoja se hace pasar por una batería de tambores secadores, calentados interiormente con vapor de agua, por medio de los cuales se obtiene a la salida una hoja de papel con un contenido aproximado de un 6 % de humedad.

En la figura No. 2 se pueden apreciar los sistemas más corrientes de secadores.

Una vez seca la hoja, sale y pasa a través de la calandra, la cual está constituida por una serie de rodillos de hierro, dispuestos en columna, - unos sobre otros, con una terminación bruñida. La fricción que estos rodillos ejercen sobre la hoja, produce un planchado o pulido, que suaviza o alisa la superficie irregular y áspera que el papel presenta hasta el momento de su entrada a la calandra.

En seguida se enrolla para formar una bobina, - la cual se monta en los soportes de una rebobinadora.

Los rollos de papel que salen de ésta máquina - se envuelven y se trasladan al almacén o a los medios de transporte.

Algunos tipos de papel se someten a otro tipo de tratamientos de acabado, como el supercalandrado, o bien, a un crepado para la fabricación de papeles especiales. (11)

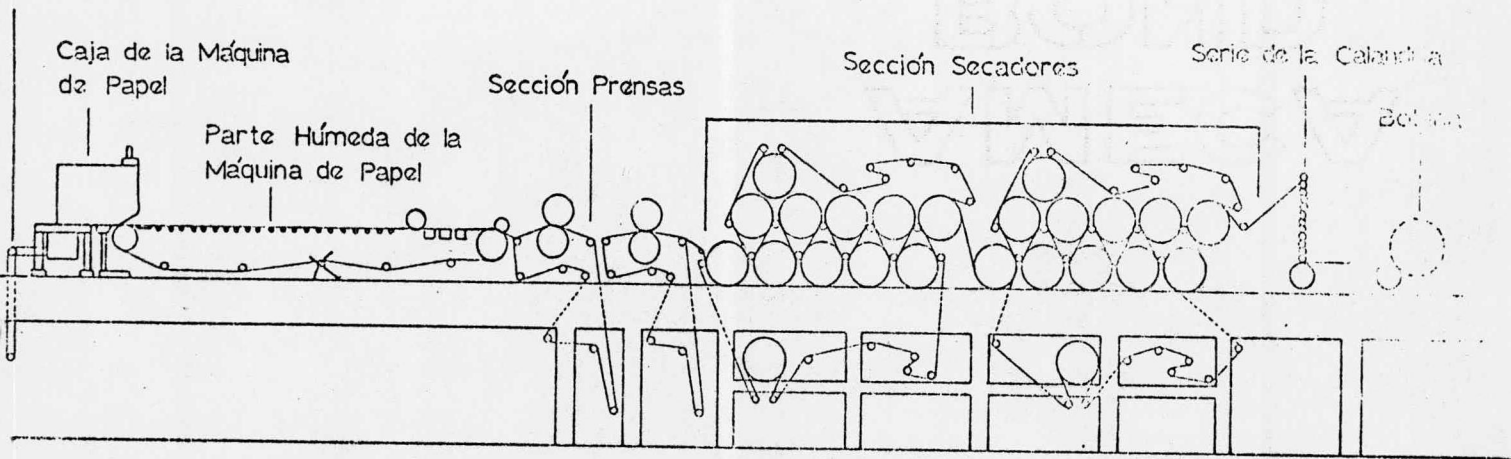
Tres son las razones básicas para usar pasta-mecánica en la fabricación de papel.

Bajo costo, ya que no usa reactivos.

Aprovechamiento total de las fibras de la madera.

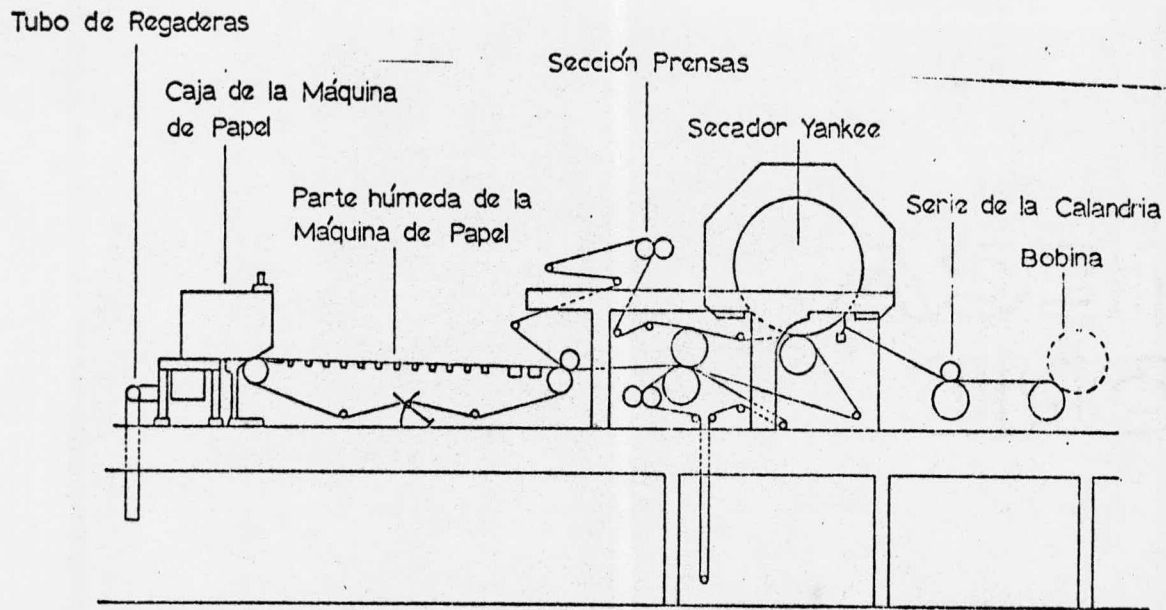
MAQUINA DE PAPEL FOURDRINIER  
(Figura No. 1)

o de Regaderas



# MAQUINA DE PAPEL FOURDRINIER CON SECADOR YANKEE

(Figura No. 2)



- Absorción rápida de la tinta en las prensas - de impresión de alta velocidad por las fibras rotas y desgarradas de la parte mecánica.

En los papeles base para papeles recubiertos, - también tiene aceptación un cierto porcentaje - de fibras de pasta mecánica.

Las características satisfactorias de impresión y capacidad de la pasta mecánica, la hacen una pulpa muy aceptable para los papeles que no requieren mucha duración.

Cuando se refina apropiadamente se emplea - con bastante aceptación en papeles "tissue" para servilletas y similares.

### 3.3.2. Proceso Químico.

Este método para obtención de pasta química, disuelve la lignina contenida en las trozas mediante una reacción química que permite la separación de las haces de fibras celulósicas, con una degradación mínima en su estructura, conservándose así sus propiedades mecánicas en alto porcentaje.

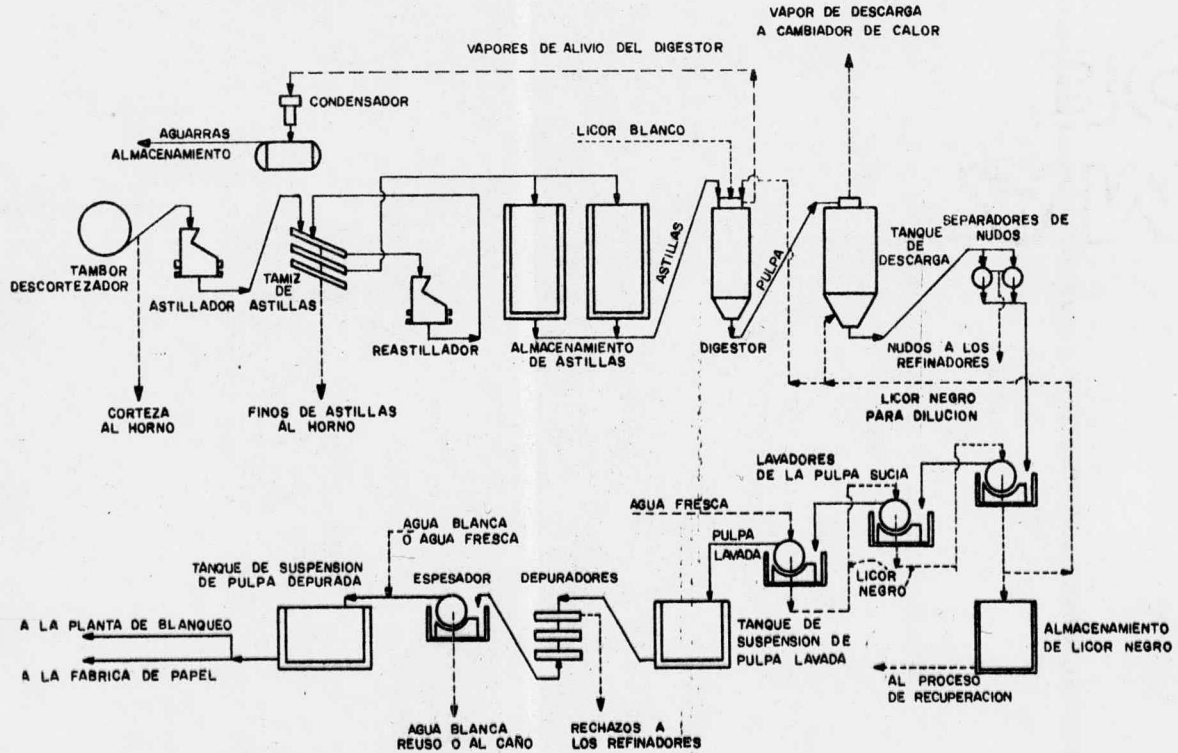
Como las sustancias químicas utilizadas para disolver la lignina son varias, las pastas que se obtienen en función de los reactivos reciben en cada caso nombres que

tienen relación con aquellos, así se tienen: pastas químicas a la sosa, al sulfato ( también llamadas kraft ), - al sulfito, entre otras . (10)

#### 3.3.2.1. Proceso al Sulfato.

- Los troncos de madera se descortezan y se convierten en astillas .
- Las astillas se depositan en los digestores. Agregándose el licor de cocción.
- Las astillas de madera se cuecen bajo las condiciones apropiadas de presión y temperatura. El tiempo usual de cocción es de dos a cuatro horas a una presión aproximada de 100 a 110 lb/in ( 7.0 a 7.7 - kg/cm ).
- Después de la cocción, la pulpa y el licor se pasan al tanque de descarga.
- En el tanque de descarga quedan la pulpa y el licor negro que contienen los reactivos de cocción gastados, así como la lignina. La pulpa y el licor negro se bombean a los lavadores de pulpa sucia, en donde el licor, que contiene el residuo soluble de la cocción, se separa de la pulpa por lavado.
- La pulpa lavada se depura entonces y se envía a la planta de blanqueo o a la fábrica de papel. Parte-

Fig. No. 3  
 DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCION DE PULPA AL SULFATO



del licor negro de los lavadores se usa como diluyente para el licor de cocción y para la suspensión de pulpa sucia. El resto se manda a la unidad de recuperación de la fábrica de pulpa, en donde se regeneran los productos químicos usados en la digestión.

(10)

#### Productos Químicos y Reacciones en la Cocción.

El propósito de la cocción de las astillas es desfibrar los haces a través de la eliminación de la lignina y otras porciones no celulósicas de la madera.

El grado de eliminación de lignina depende del uso final de la pulpa. Por ejemplo, la pulpa que se va usar para cartoncillos "liner" del color natural de la pasta, puede cocerse a un rendimiento alto (número de permanganato de 30), mientras que la pulpa que se va a blanquear para usarse en papeles blancos, se puede cocer a una calidad más suave, aunque con menos rendimiento hasta un número de permanganato de 16.

El número de permanganato es una medida del contenido de lignina. Al iniciarse el ciclo de digestión, el digestor se llena con astillas y licor de cocción. El licor de cocción del proceso al sulfato consiste de hidróxido de sodio y una cierta cantidad de sulfuro de sodio. El papel corriente requiere menos productos químicos



para la cocción que las calidades finas de papel. (8)-

El sulfato de sodio (8) se hidroliza en agua para formar hidróxido de sodio y sulfhidrato de sodio:



Esta reacción es reversible y existe un equilibrio entre los cuatro constituyentes de la ecuación. Se observa -- que el sulfuro de sodio agrado al licor aumenta el hidróxido de sodio disponible. A medida que el hidróxido de sodio original se consume durante la cocción, la reacción anterior se verifica hacia la derecha para mantener el equilibrio, El sulfuro de sodio aumenta la rapidez de separación de la lignina, probablemente porque la reacción del sulfuro ácido de sodio con la lignina introduce el grupo NaS-, que tiende a hacer más soluble la lignina. (8)

Cuando el digestor se ha llenado con astillas y se ha agregado la cantidad apropiada de licor de cocción, se suministra vapor al digestor y se aumenta la presión -- hasta alcanzar la temperatura de cocción. Durante la etapa inicial de la cocción tienen lugar varias operaciones: Se elimina el aire del digestor, por desplazamiento con vapor, el licor penetra en las astillas, los compuestos volátiles de la madera, como el aguarrás, comienzan a desprenderse por destilación, y los constituyen--

sólidos mas solubles de la madera, empiezan a disolverse . ( 8 )

A una presión de 50 a 60 lb / in ( 3.5 a 4.2 Kg/cm<sup>2</sup>), se inicia la deslignificación más rapidamente. ( 8 )  
 Conforme la presión y la temperatura aumentan, el desplazamiento de gases no condensables comienza a disminuir gradualmente y la lignina se disuelve con rapidez. ( 8 )

Es importante que todos los gases no condensables y el aire sean expulsados del digestor durante la cocción, ya que, en caso contrario, la temperatura sería menor que la del vapor a esa presión, y resultaría una cocción cruda. ( 8 )

La máxima presión manométrica de cocción, es de 100 a 110 lb/in<sup>2</sup> ( 7.0 a 7.7 kg/cm<sup>2</sup> ) se alcanza aproximadamente en una a cuatro horas . En este momento prácticamente se han desprendido todos los gases volátiles y la deslignificación ha comenzado a decrecer. El digestor puede descargarse inmediatamente después de haber alcanzado la máxima presión, o bien puede sostenerse hasta una hora más para una cocción total. ( 8 ).

#### Variables de la Cocción.

Existen diversos factores que determinan la calidad final de la pulpa de madera.

Entre estos se encuentra la sulfidez del licor. El e--

fecto de la sulfidez en el tiempo de cocción y propiedades de la pulpa ha sido muy investigado.

Experimentos efectuados por Christianse, Hart y Ross, demuestran que la velocidad de cocción depende tanto de la alcalinidad del licor como de la cantidad del sulfuro. Los efectos indeseables de una alta alcalinidad, -- pueden compensarse usando sulfuro adicional, hasta un límite máximo después del cual ya no se obtiene aumento en la velocidad de cocción o en la calidad de la pulpa. El diagrama de Ross es un instrumento valioso para - ilustrar gráficamente el proceso de cocción . El diagrama No. 1 es un ejemplo de esto, que compara las cocciones a la sosa, kraft, y al sulfito, de la misma - madera.

En el diagrama de Ross se grafica la relación lignina a carbohidratos en la pulpa, contra el porcentaje de rendimiento.

Las curvas a la sosa, kraft y al sulfito, en el diagrama, ilustran el cambio en rendimiento y contenidos de carbohidratos y lignina residual conforme avanza la cocción. Partiendo del extremo derecho ( máximo rendimiento ), la cocción progresa y el rendimiento decrece; y la relación lignina carbohidrato disminuye a medida que la lignina se disuelve. ( 8 )

Diagrama de Ross, que Compara las Cocciones a la Sosa, Kraft  
y al Sulfito, de la misma Madera

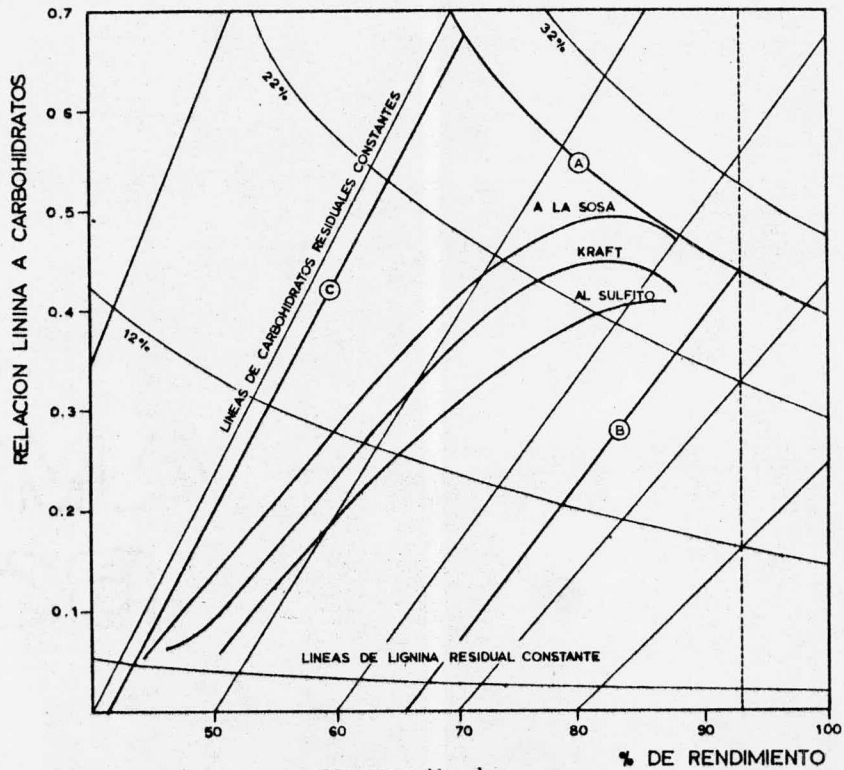


Diagrama No. 1

Las líneas límites, oscuras ABC, son:

- A. el contenido industrial de lignina en la madera.
- D. El contenido industrial de carbohidratos en la madera.
- C. El contenido mínimo posible de carbohidratos en la cocción de esta madera.

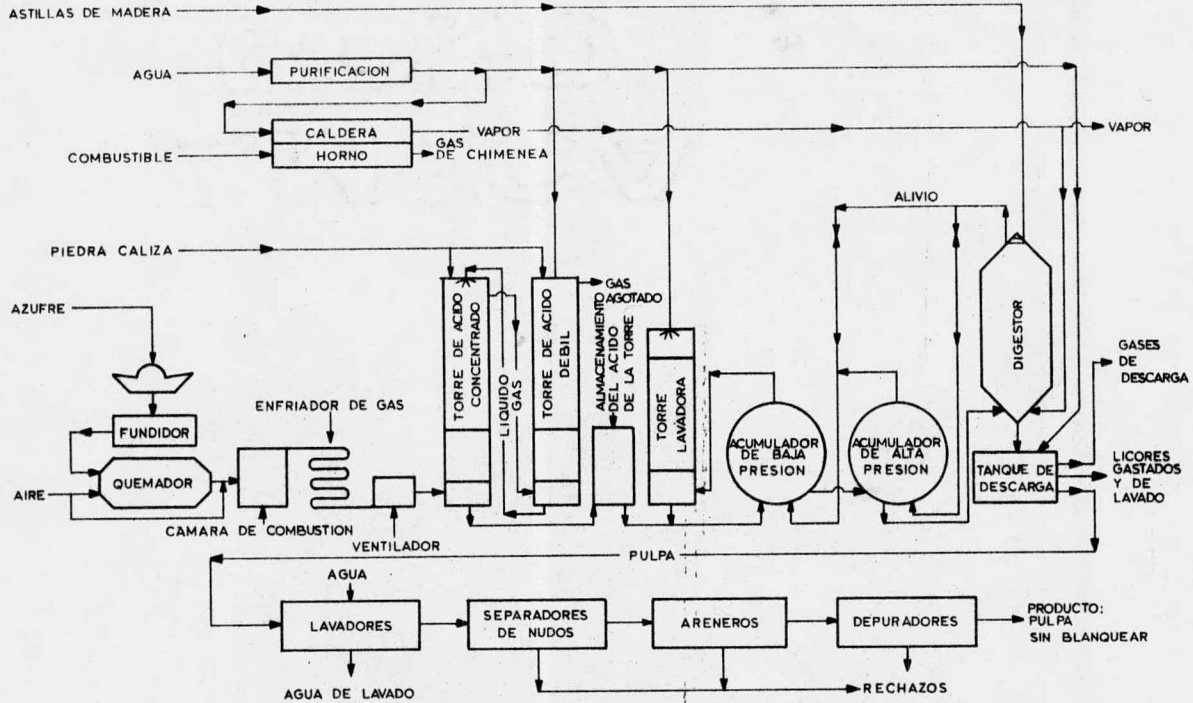
La línea vertical interrumpida; determinada por la intersección de A y B, muestra que el máximo rendimiento posible de carbohidratos y lignina en la madera considerada, sería de 94%. El 6% restante de la madera es el contenido de materiales diferentes de lignina y carbohidratos.

### 3.3.3 Proceso al sulfito .

El proceso de obtención de la pulpa al sulfito se lleva a cabo industrialmente como se indica en la figura No. 4, usando un gran recipiente cilíndrico con fondo cóncavo, llamado digester. Este digester está hecho de acero revestido con mosaicos de cerámica resistentes a la corrosión, o bien puede en algunos casos estar construido con un revestimiento de un acero inoxidable apropiado.

El digester es llenado con las astillas, se cierra, y se bombea dentro de él la solución deslignificadora o áci-

Fig. No. 4  
 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCION DE PULPA AL SULFITO



do de cocción. Se agrega aproximadamente unas 5 lbs. de licor por cada libra de madera seca.

El proceso se inicia, calentando lentamente el licor por medio de la adición continua y uniforme de vapor, aplicado con tal velocidad que en un período de penetración de 2 a 4 hr. se alcance una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$ .

Si el tiempo no es adecuado puede resultar una cocción quemada, en la cual toda la astilla o el centro de ella adquiere un color café o negro, posiblemente como resultado de reacciones de condensación de lignina o de carbonización producidas por la presencia de un grado excesivo de acidez. En la figura No. 5 se ilustran las temperaturas y presiones que se tienen a diversos tiempos durante un ciclo de cocción.

La cédula de cocción ( las condiciones de temperatura y concentración de reactivos en el licor de cocción a medida que aumenta el tiempo de tratamiento ) aparentemente varía bastante en las diferentes fábricas de pulpa al sulfito; en general se pueden requerir de 7 a 9 hr. por ciclo. Después de pasar el rango de temperatura crítica, el aumento de temperatura del licor continúa hasta alcanzar el valor máximo deseado; en ese momento se corta el vapor y la mezcla de reacción se sostiene por un período de tiempo suficiente para permitir que

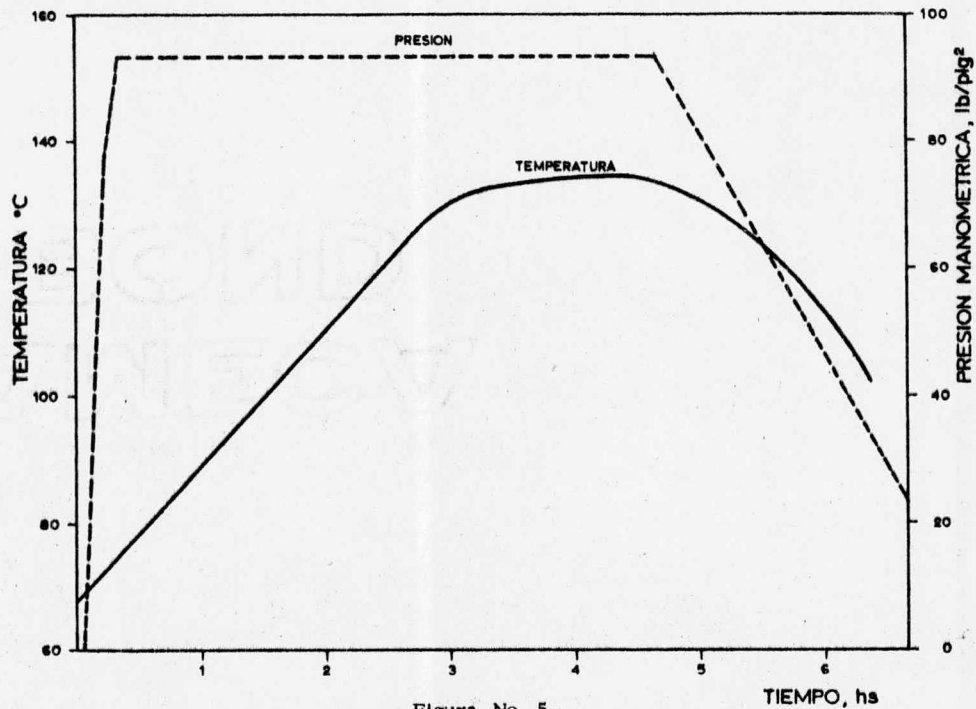


Figura No. 5  
 Diagrama Típico de **Temperatura**-Presión-  
 Tiempo para el Proceso de obtención  
 de Pulpas al Sulfito.



las reacciones químicas significativas se lleven totalmente a cabo.

Cuando la temperatura ha llegado a unos  $120^{\circ}\text{C}$  se extrae el líquido del digestor, regresándolo a un tanque de almacenamiento. De la parte superior del digestor se extrae gas, ( a través de una válvula ) que consiste en gran parte de bióxido de azufre con vapor y algunos gases no condensables .

Por medio de esta eliminación de líquido y gas, se reduce bastante la presión del digestor .

El calentamiento se continúa hasta tener una temperatura de  $140^{\circ}\text{C}$ , eliminándose cantidades adicionales de líquido y gas a través de las válvulas , a una velocidad tal que la presión manométrica se haya reducido a un nivel de 10 a 30 lb/in<sup>2</sup> ( 0.7 a 2.1 kg/cm<sup>2</sup>), correspondiente a una temperatura de vapor saturado de unos 105 a  $115^{\circ}\text{C}$ .

En seguida se descarga el digestor, el contenido de éste va hacia un tanque de descarga, que puede ser un tanque grande de madera, revestido de mosaico y provisto de un fondo perforado, de acero inoxidable . Cerca del fondo del digestor, se localizan unas espresas de limpieza que permiten la introducción de agua o licor gastado, con objeto de lograr una descarga " lim-

pia".

La corriente de astillas y licor que sale del digestor hacia el tanque de descarga, se dirige, contra un blanco constituido por una placa de acero inoxidable, y el impacto de las astillas suaves contra este blanco, rompe la estructura de la astilla, que se reduce principalmente a fibras individuales de pulpa que entonces se juntan en el fondo del tanque.

El licor sulfítico gastado, se drena por el fondo del tanque de descarga y puede descargarse al drenaje o juntarse para su proceso de recuperación. (10) -

#### 3.3.4 Procesos Semiquímico y Químicomecánico.

Los procesos semiquímicos y químicomecánicos de obtención de pulpa, se pueden situar entre los métodos clásicos de fabricación de pasta mecánica y de pulpa química. (10)

Estos procedimientos intermedios, se definen como procesos en dos etapas, que implican ( 1 ) un tratamiento químico moderado de la materia fibrosa para separar, parcialmente o, en cierto modo, degradar las uniones entre las fibras, seguido ( 2 ) por un tratamiento mecánico, denominado desfibración, que produce la separación de las fibras en una pulpa apta

para la fabricación de papel. (10)

El rendimiento de estas pulpas se encuentra entre un 55 y 95 %.

Los procesos quimicomecánicos difieren de los semiquímicos en que aquellos no producen cambios mayores en la lignina de las uniones entre fibras.

Los procesos semiquímicos y similares se han desarrollado buscando como objetivos (10) principales, la conservación de la madera y la reducción en los costos.

Los procesos se han dirigido a obtener pulpas con rendimiento muy altos y, en especial, hacia la fabricación de pulpas a partir de maderas duras.

En la tabla No. 1 se presenta una clasificación de los procesos de obtención de pulpa, que muestra como se relacionan con respecto al rendimiento.(8)

TABLA No. 1. DIVERSOS PROCESOS DE OBTENCION Y SUS RENDIMIENTOS.

PROCESOS	RENDIMIENTO %.
Mecánico (pasta mecánica).	90- 95 %
Químico-mecánico.	85- 90 %
Quimimecánico.	85- 95 %
Semiquímico.	65- 85 %
Químico. ———	40- 50 %

Principios del Proceso de Obtención de Pulpas Semiquímicas y Químico-mecánicas.

La primera etapa o etapas químicas del proceso semiquímico, en la cual el material fibroso se sujeta a una acción con o sus aplicaciones de calor, tiene como objetivo principal el debilitamiento químico del complejo lignina - carbohidrato de la unión entre fibras.

En la segunda etapa o etapa mecánica de estos procesos, el material fibroso, parcialmente convertido en pulpa, se sujeta a las acciones independientes, pero casi siempre superpuestas, a la separación de las fibras (desfibración) para obtener una pulpa y procesado de la misma (refinación) para adaptarlas a la fabricación de papel.

Proceso Químico para Pulpa Semiquímica.

Es el proceso semiquímico para la preparación y manejo de los materiales fibrosos, se emplean el mismo equipo y los mismos métodos que para los procesos completamente químicos. ( Ya tratado en el proceso químico de obtención de papel).

Las pulpas tipo semiquímico hacen preferentemente uso de maderas duras, ya que las maderas suaves son menos apropiadas, debido a que ofrecen mayor resistencia a convertirse en pulpa (teniendo, de esta manera, a mayores requerimientos de reactivos y de energía), y sus

pulpas son de calidad relativamente baja (10).

#### Proceso Químico para Pulpas Químimecánicas.

Este proceso se efectúa, en algunos casos, con equipo y procedimiento similares a las utilizadoras para los procesos semiquímicos, y, en otros casos, de acuerdo con sistemas desarrollados específicamente para este proceso.

Aparentemente, debido a su novedad, las fábricas que emplean el proceso quimimecánico utilizan una amplia variedad de sistemas, aunque la tendencia está definitivamente encaminada hacia la operación continua.

#### Procedimiento y Equipo para la Etapa Mecánica de los Procesos Semiquímicos y Químimecánicos.

El material semiquímicamente o químicamente ablandado y parcialmente desintegrado en forma húmeda o en suspensión, se transporta hacia las prensas de tornillos que extraen el licor, o directamente hacia las máquinas desfibradoras. (10)

La primera máquina desfibradora para estillas cocidas fue un molino de varillas, éste fue rápidamente desplazado por el molino de disco de fricción, y el cual ha alcanzado un alto grado de desarrollo para desfibrar el material parcialmente cocido. Comercialmente se usan

máquinas de uno o de dos discos.

El material semicocido algunas veces se prensa para recuperar el licor antes de desfibrarlo. (10)

La desfibración y refinación del material semicocido se lleva a cabo en una o más etapas. El grado de refinación ( procesado de la fibra ), varía de fábrica a fábrica. Aunque es posible desfibrar y refinar en una etapa, dos o más etapas se consideran recomendables. (10)

La primera etapa puede ser, una prensa, o un molino desfibrador de discos. Este molino puede estar seguido por otro molino desfibrador de discos, o por refinadores cónicos. No existe procedimiento estandar de desfibración y refinación, ya que dicho procedimiento varía dependiendo de las circunstancias específicas de cada fábrica. (10)

Equipo para Lavado y depuración.

Las primeras fábricas semiquímicas no lavaban o depuraban las pulpas, y la suspensión desfibrada se bombeaba directamente a la máquina de papel. Las fábricas modernas emplean el lavado y la depuración pero ni el orden de estas operaciones ni el equipo son estandar. Los rechazos de la depuración, se regresan a las máquinas desfibradoras para reprocesarse. (10)

Usos de las Pulpas Semiquímicas y Químicas. -  
 En la tabla No. 2 se señalan los usos actuales de -  
 estas pulpas. Las cantidades empleadas varían desde -  
 el 15% en papel para periódico hasta el 100% en cartón -  
 corrugado. (10)

#### Operaciones Secundarias en la Fabricación de Papel.

Las operaciones secundarias ( 11 )mas frecuentes son:

- Supercalandrado.
- Estampado en relieve.
- Estucado o Revestimiento.
- Crespado.

#### Supercalandrado.

El supercalandrado imparte una suavidad o brillo extra a una -  
 hoja de papel. Es raro que se emplee en el cartón. Estas su -  
 percalandras son similares en construcción a las calandras -  
 normales, con excepción de que contienen un mayor número de  
 rodillos.

La columna de la calandra está formada por rodillos duros y -  
 blandos, para dar una acción de mayor planchado o alisado so -  
 bre la superficie del papel. (11)

#### Estampado en Relieve.

Esta es la acción por la que se crea una superficie especial, -  
 ya sea elevando o rebajando una figura o un dibujo en el papel-

TABLA No. 2

## PRODUCTOS EN LOS CUALES SE USAN LAS PULPAS SEMIQUIMICAS Y QUIMIMECANICAS.

Sin Blanquear.	Blanqueadas.
Corrugados y "liners".	Libros, revistas, base para papeles recubiertos, papel para periódico.
Cartones especiales.	Papel "Bond", de escritura, etc.
Papel para periódico.	Papeles "glassine" y a prueba de grasa.
Papel.	Papeles "tissue" y para toallas .
Papel de envoltura.	Cartones para envases de alimentos. Cartones especiales.

En papeles "bond" y de escritura, de alta calidad, y en papeles "glassine" y a prueba de grasa, se usan altos porcentajes de pulpas semiquímicas. (11).



por medio de la presión. ( 11 )

Crespado.

Esta operación solo se aplica a los papeles blandos; los papeles para toallas y servilletas, los papeles para lavabos y para tratamiento facial, los papeles decorativos.( 11)

### 3.4 Productos Adicionales Utilizados en la Fabricación de Papel.

Además de las diferentes pulpas que se utilizan en la fabricación del papel, existen otros materiales no celulósicos que también intervienen en el proceso, estos materiales ( 11 ) son:

- Encolantes.
- Cargas y rellenos.
- Aditivos.

Encolantes.

El encolado del papel tiene como finalidad, hacer éste más resistente a la penetración de agua, otros líquidos o a sus vapores .

Se tiene encolado interno o de pila, cuando los materiales encolantes se mezclan con las suspensiones de las pulpas celulósicas en agua, en su proceso de conversión a papel. ( 11)

El encolado externo o superficial, se tiene cuando los materiales encolantes se aplican a la hoja formada y parcialmente seca de papel. ( 11)

Además de la resistencia a la penetración de agua, el encolado superficial imparte ciertas propiedades deseables en el papel;

Cuando el papel es poroso el encolado interno no disminuye de una manera muy notable esta porosidad.

El encolado superficial o el recubrimiento se aplican cuando se quiere evitar esta porosidad. (11)

Las funciones principales del encolado interno son:

- Prevenir el "corrimiento" de la tinta de escribir sobre el papel.
- Hacer el papel más resistente a la penetración de humedad.
- Dar solidez a la hoja y endurecerla.
- Aumentar la retención de las fibras, cargas y ciertos materiales colorantes agregados a la pila. (11)

#### Cargas y Rellenos.

Las cargas son materiales inorgánicos que se agregan a los papeles por varias razones:

Satisfacer un importante objetivo; mejorar la calidad del papel y cartón.

Una hoja que está hecha exclusivamente de fibras, presentará con frecuencia una superficie discontinua con pequeñas crestas y huecos distribuidos al azar.

Las cargas llenan estos huecos y reducen las irregularidades

de la superficie, así este papel presentará un aspecto más atractivo.

Mejora la calidad de impresión, al presentar el papel una superficie de textura fina y bastante cerrada.

La adición de carga origina un sistema de capilaridad más fino, necesario para una aceptación controlada y uniforme de la tinta.

(Las fibras celulósicas no aceptan fácilmente la tinta de impresión, en tanto que las cargas facilitan una mejor humectación).

Las cargas mejoran la blancura del papel, haciéndolo más atractivo.

Un mal control en el uso de estas cargas presentará también ciertos efectos adversos:

Reducción de la resistencia, ya que se está sustituyendo el material fibroso por un mineral en polvo, que no tiene poder adhesivo, las cargas aumentan la suavidad del papel y disminuyen la resistencia física determinada por la prueba de explosión, tensión, doblez debido a una reducción de las uniones entre fibras.

Una superficie de impresión abrasiva, cuando la carga es de textura gruesa.

Poca facilidad de absorber la tinta. ( 10 )

Tipos de carga.

- Caolín.

Esto es un silicato hidratado de aluminio, que contiene de 45 a - 50% de sílice ( $\text{Si O}_2$ ), de 34 al 40% de alúmina ( $\text{Al}_2 \text{O}_3$ ), de 10 al 15% de humedad, y huellas de hierro, calcio y magnesio.

#### Sulfato de Calcio.

La elevada blancura, el bajo costo por tonelada y la relativamente poca interferencia con el encolado lo hacen recomendable, pero debido a la solubilidad, de esta carga en agua, su retención es aparentemente pequeña.

Presenta también la ventaja de un buen color y produce un efecto endurecedor al papel que se agrega.

#### Pigmentos de Titanio.

Tienen un marcado efecto blanqueante sobre el papel aunque solo estén presentes en pequeñas cantidades, pero su principal función es la de producir opacidad, la cual aumenta a medida que el tamaño de partícula disminuye.

Aquí se incluye el bióxido de titanio ( $\text{Ti O}$ ) y mezcla de este pigmento con otros pigmentos blancos (generalmente 30, 50, 70% de sulfato de bario o sulfato de calcio) que son menos costosos.

#### Sulfato de Zinc y Litopon.

Son más baratos que el bióxido de titanio, y prácticamente lo -- igualan en blancura y opacidad. Una característica adicional de esta carga consiste en que proporciona cierta resistencia - - - -

contra los hongos. (10 )

Carbonato de Calcio.

Este tipo de carga se ha utilizado mucho en papeles para cigarrillos. Las ventajas del carbonato son: blancura, opacidad y buenas cualidades de impresión debidas probablemente a su afinidad por los aceites, pudiéndose obtener buenos efectos de impresión a altas velocidades.

Su opacidad es menor que la de los pigmentos de titanio, aunque un poco mejor que la del caolín. (10)

Talco.

Las características que presenta son su bajo precio y las cualidades de "deslizamiento" que imparte a los papeles en los cuales se encuentra. (10)

Asbestina y Agalita.

Contienen un alto contenido de magnesio.

El asbesto, se usa en ciertos papeles a los que les imparte un mayor valor de resistencia.

La sílice permite mejorar la impresión del papel, su porosidad y para dispersar la resina. (10)

Aditivos Químicos.

Alumbre.

Complementa la acción engomadora del apresto resinoso y sirve para fijar los diversos tintes sobre la fibra. Se añade gene-

ralmente en/o cerca del fin de la operación de mezclado.(10)  
Sosa Caustica, Cal.

Baja la acidez de la composición de fabricación antes de la adición de la goma. Una acidez muy alta perjudica un encolado a decuado.(10)

Asfalto.

En forma de emulsión reemplaza a la goma y logra una resistencia al agua. Su empleo está limitado a los papeles oscuros de grado inferior y los papeles para la industria de la construcción.(10)

Arcillas.

Como cargas contribuyen a cerrar los pequeños vacíos que existen entre las fibras, contribuyen a mejorar la formación, suavidad, y brillo. Tienen sin embargo, una gran afinidad por las tintas, y si se emplean en grandes cantidades puede resultar perjudicial a ciertos tipos de impresión.(10)

Bióxido de Titanio.

Mejora el brillo utilizado ampliamente en calidades enceradas, ya que no se opaca cuando se encera el cartón.(10)

Almidón.

Se utiliza para dar a la hoja resistencia a las grasas, y al aceite. También ayuda en las características de resistencia.(10)

Carboximetilcelulosa, Alginatos, Goma de AlgarroBILLA, Alcohol de Polivinilo.

Se utilizan por las mismas razones que el almidón, pero estos aditivos son más eficientes cuando se desea una elevada resistencia a las grasas. (10)

Silicato Sódico.

Imparte rigidez a ciertos tipos de cartón. (10)

Aluminato Sódico.

Controla la acidez en la composición de fabricación. (10)

Resinas Resistentes a la Humedad.

Se utilizan principalmente en papeles que van a estar en contacto con agua, como los papeles que se emplean para toallas y servilletas.

Son costosas, pero contribuyen a que el papel mantenga su resistencia cuando está húmedo. (10)

### 3.5 Clasificación del Papel.

Papel Biblia.

Papel delgado de 15 a 25 g por m<sup>2</sup> muy opaco y resistente, propio para imprimir diccionarios, etcétera. (10)

Papel Bond.

Papel acabado y encolado, propio para escritura o impresión, con marcas de agua o sin ellas. (10)

Papel Bristol.

Cartulina fina, blancas o de colores, rígidas y de alta satinación.

Papel Calca.

Papel tratado químicamente, para obtener alta transparencia, -

se usa para seguir los trazos de dibujos, figuras, etcétera. -  
( 3 ).

Papel Carbón.

Papel delgado, tratado con una mezcla de tinta o de carbón para  fina, que permite obtener copias del original.( 3 )

Papel contra grasa .

Papel resistente a la grasa o aceites, cuyas propiedades se obtienen por tratamientos químicos y por preparación de pastas.  
( 3 )

Papel Cauché.

Papeles cubiertos, barnizados o esmaltados por una o por las - dos caras, con una capa de preparación de sustancias que le dá un acabado propio para impresión fina.( 3 )

Papel Crepé.

Papel delgado, de superficie rugosa, hecho por procedimientos mecánicos.

Papel China.

Papel delgado y suave, de alrededor de 20 g por m<sup>2</sup>, blanco o de colores, de uso común en envolturas o adornos.( 3 )

Papel de Fumar.

Papel muy delgado, hecho generalmente con fibras de lino,  caña mo y similares, de fácil combustión, que se usa para fabricar- cigarrillos. ( 3 )

Papel Higiénico.



Son los que se destinan precisamente para uso sanitario, servilletas, toallas, etcétera y de acabado, resistencia y absorción según su empleo. ( 3 )

Papel de Impresión.

Son los papeles que por su acabado, son propios para impresión de tipografía. ( 3 )

Papel Kraft.

Papeles de mucha resistencia, hechos con celulosa al sulfato, llamada Kraft, propios para envoltura, empaques y artículos para envasar. ( 3 )

Papel Ledger.

Papel fino blanco o de colores, de más de 90 g por m<sup>2</sup> de acabado propio para documentos o libros. ( 3 )

Papel Lustre.

Papel pintado y barnizado de un alto grado de satinación o brillantez por una de sus caras, que puede ser grabado, realzado o jaspeado. ( 3 )

Papel Manila.

Papeles de resistencia, color y acabado semejante al ordinariamente fabricado con pasta de manila, ábaca y similares, que se destina por lo común a envases o envolturas. ( 3 )

Papel Estampado.

Papel con figuras de relieve, producidas por la presión de los rodillos de una máquina llamada estampadora. ( 3 )

Papel listado.

Papel que tiene una marca de agua o de fieltro, constituido por estrias paralelas.( 3 )

Papel Parafinado.

Papel más o menos impermeable al agua, tratado con parafina- que se añade a la pasta o que se aplica a la superficie del papel. ( 3 ).

Papel para la Fabricación de Lija.

Hoja de papel fuerte, para ser cubierta una de sus caras con ma- terial abrasivo.( 3 )

Papel Transparente.

Papel que se deja atravesar por la luz, por lo cual se pueden ver los objetos a través de él.( 3 )

Papel Pergamino.

Papel sometido a un tratamiento de ácido sulfúrico, o de otros - agentes químicos, que posee una textura continua que le permi te no disgregarse, bajo la acción del agua aún hirviendo y con - permeabilidad baja.( 3 )

Papel Secante.

Papel sin encolar muy absorbente, propio para secar tintas.(3)

Papel Tabla.

Papel corriente y semicorriente, de buena satinación, propio - para impresiones con grabados de tipografía.

Papel Metálico.

Papel tratado superficialmente con sustancias metálicas, para producir al efecto de un metal, o papeles que se combina con hojas de metal laminado.(3 )

Papel Ministro.

Papel de escribir de buena calidad y encolado que se empleaba anteriormente para oficios en los organismos oficiales y que hoy se destina para impresiones finas.( 3 )

Papel Música.

Papel de superficie tersa, resistente y encolado, propio para impresión y escritura de música. ( 3 )

Papel Novela.

Papel de tipo corriente, acabado a máquina de mucho espesor, propio para libros, novelas, etc.( 3 )

Papel Aprestado o Aderezado.

Papel que ha sufrido una o varias veces la operación de aprestado.(3 )

Papel Bicolor.

Papel doble, triple, o múltiple, con sus dos caras de color diferente. ( 3 )

Papel Calandriado.

Papel que ha sido satinado en la calandria.(3 )

Papel con Venturina.

Papel que presenta en las superficies fibras de diferentes colores.( 3 )

Papel Cubierto.

Papel con apresto a base de materias minerales para impresión.( 3 )

Papel Engomado.

Papel que ha recibido sobre una o dos de sus caras, una capa de pegamento.( 3 )

### 3.6 Historia del Cartón.

Se tiene conocimiento del primer uso del cartón para embalaje, a través de la patente No. 1230 23, otorgada a un americano - llamado Alberto Jones en diciembre de 1871.

Con esto se pretendía un "nuevo y mejor material de embalaje". Este sería usado para envolver objetos frágiles ( ampollitas, - frascos de vidrio ), presentando con esto una superficie mas - efectiva para prevenir rupturas, utilizando varias capas del - mismo material.

En agosto de 1874, Oliver Long mejora la anterior patente con la adición del forro para prevenir el estiramiento.

La firma Thompson y Morris, en 1884, instala en Londres la primera planta de cartón corrugado con una máquina producida por ellos en Nueva York y exportada a esa ciudad. En 1888 esa misma firma instala en Francia su tercer planta de corrugado. En 1883, Thovald Hansen de Copenhague patenta en Berlín, una máquina de corrugar, de corrugado simple, y aunque esa máquina nunca tuvo desarrollo industrial, es la primera noticia que se tiene en Europa en su visión hacia el cartón corrugado.

En 1890 Robert Gair desarrolló en Estados Unidos una gran actividad como fabricante de cartón corrugado, puso en funcionamiento una corrugadora con un ancho de 34 in ( 61 cm ) con una velocidad de 15 pies por minuto ( 3 a 4 m por minuto ).

En 1898 el Sr. C.F. Langston construye su primera máquina de

cartón corrugado destinada a la firma David Haber and Co. de Filadelfia, que es la firma más antigua en Estados Unidos.

Continuando con el desarrollo del cartón corrugado en 1899, se envió la primera máquina de cartón corrugado a Japón iniciándose así la industria del corrugado en Asia, aunque se supone que Teiji Tnouyi ( Tokio ), en 1902 fué la primera firma productora de cartón corrugado en su país.

En Estados Unidos en 1905 se forma una pequeña asociación de fabricantes de cartón corrugado.

En 1907 comienza en Estados Unidos la inquietud relacionada con la calidad del cartón corrugado, iniciándose ese año el uso del "Mullen Tester". Para el año de 1910 había funcionando en Estados Unidos 60 plantas de cartón corrugado.

Como consecuencia de la Primera Guerra Mundial se instaló en Austria en 1915 la primera máquina corrugadora.

En 1920, 120 plantas de cartón corrugado se encuentran funcionando en los Estados Unidos.

Las máquinas corrugadoras producían en el año de 1920 cartón corrugado a velocidad de 20 a 25 m/min.

Desde el año de 1920, el cartón corrugado continua progresando su desarrollo tecnológico y conquistando mercados. ( 6 )

### 3.7 Definición de Cartón.

Hoja constituida esencialmente por material celulósico cuyo pe

so por metro cuadrado sea superior a 200 g., con un espesor - no menor a 0.254 mm (10 puntos), un contenido de humedad de 6.5% a 8%.

Cartón Corrugado.

Es el constituido por una o varias hojas de papel acanalado (medium), adheridas a una o varias hojas de papel o de cartón plano (liner).

Se distinguen las tres clases siguientes:

Cartón corrugado una cara.

Constituido por una hoja de papel acanalado, adherida sobre una hoja de papel o cartón.

Cartón corrugado sencillo.

Constituido por una hoja de papel acanalado, adherida entre dos hojas de papel o de cartón.

Cartón doble corrugado.

Cartón constituido por dos hojas de papel acanalado intercaladas y adheridas entre tres hojas de papel o de cartón.

- Corrugación.

Ondulaciones de material fibroso, generalmente clasificado como sigue:

Flauta A.      Altura 4.76 mm., excluyendo la superficie, generalmente de 33 a 39 flautas en 30.5 cm.

Flauta B.      Altura 2.38 mm., excluyendo la superficie, gene

ralmente de 47 a 53 flautas.

Flauta C. Altura 3.96 mm., excluyendo la superficie, generalmente de 39 a 45 flautas.

Flauta E. Altura 1.58 mm., excluyendo la superficie, generalmente de 88 a 100 flautas en 30.5 cm., es usado principalmente en cartón corrugado para cartones doblados.

( 4 )



### 3.8 Proceso para Obtención de Cartón.

El cartón corrugado es un material compuesto. Sus propiedades dependen a su vez de las características físicas y físico-químicas de sus componentes y de las propiedades estructurales que provienen de su forma y disposición.

El producto resultante es un material ligero, rígido, dotado de propiedades aislantes (choque, impacto, temperatura), maleable, biodegradable, susceptible de ser producido masivamente.

La máquina utilizada para la fabricación del cartón corrugado es la onduladora o corrugadora.

El corrugado o "medium" se obtiene pasando papel de distintas características físicas, a través de cilindros corrugadores, calentados por vapor, el alto y ancho de los rodillos determina el tipo de corrugado, después la cresta de la flauta es cubierta con adhesivo. La hoja de forro es pasada por uno o más rollos precalentados adhiriéndose a las flautas, con lo cual se tiene el cartón corrugado de una sola cara.

Actualmente el corrugado que se fabrica tiene las siguientes características: elasticidad para permitir el paso a través del corrugado y aceptar la configuración de la flauta, razón por la cual se adhiere a ambos forros.

Resiste los esfuerzos que se involucran en el proceso de fabri-

cación, dependiendo de la altura de las flautas ayuda a los fo -  
 rros a retener la dureza que necesita el cartón corrugado para  
 un determinado envase rígido. (11)

### 3.9 Clasificación de Cartón.

Cartón en hoja o en rollo que no ha sufrido alguna transforma -  
 ción y susceptible de tratamientos posteriores. ( 3 )

Cartón Compacto.

Nombre comercial que se dá al cartón de cierta resistencia -  
 constituído por una sola hoja, que a su vez puede estar forma -  
 da por una o varias capas. ( 4 )

Cartón Fieltro.

Cartón cuya composición lleva fibras textiles trabajadas de tal  
 manera que la hoja de la impresión de ser blanda y muelle. ( 3 )

Cartón Gris.

Un cartón de baja calidad, hecho de papel de desperdicio y usa -  
 do donde las especificaciones de resistencia y calidad no son -  
 necesarias. ( 3 )

Se usa para separadores o como relleno.

Cartón Kraft.

Láminas de pasta "Kraft" muy resistente, de calidad superior -  
 al cartón normal, cuyo peso por metro cuadrado es de 600 g. -  
 en adelante. ( 3 )

Cartón de enrolladora.

Término genérico para designar un cartón homogéneo con un espesor normalmente superior a 1 mm., fabricado generalmente a partir de mezclas de papeles de desperdicio sobre una máquina de un tambor rotatorio, y obtenido en forma intermitente.

( 3 )

Cartón múltiple.

Cartón hecho de más de 3 capas unidas en estado húmedo durante la fabricación y sin intervención de ningún adhesivo. Cada una de las capas puede estar formada a su vez por una o varias hojas de constitución.( 3 )

Cartón de Deshecho.

Está fabricado con desechos de pasta refinada y papeles de deshecho. De costo bajo y calidad inferior. Se utiliza principalmente donde no se requiere de impresión y no es necesario un buen plegado. En la actualidad se fabrica poco de este cartón.( 3 )

Cartoncillo Gris.

Está hecho totalmente de desechos de papel. Generalmente de aspecto oscuro, con una superficie suave uniforme. Buena rigidez, pero poca capacidad de plegado y poca resistencia al desgarró.( 4 )

Diferentes grados de encolado. Se utiliza donde el aspecto es de importancia secundaria, raramente se imprime sobre este cartón.( 4 )

Cartón de Pasta, no Plegables.

Hecho principalmente de pastas vírgenes, no blanqueadas Kraft al sulfito, mecánicas. A veces se utilizan semi-blanqueadas - cuando se requiere un brillo elevado. Buena rigidez, pero poca capacidad de plegado. Se emplea en cajas de bajo costo y para láminas planas.( 3 )

Cartón de Pasta, Plegable.

De composición muy similar a la calidad no plegable, pero contiene un porcentaje más elevado de pastas químicas. Tiene buenas propiedades de plegado. Es adecuado para una buena impresión. Se puede encolar según se requiera.( 3 )

Cartón Prensado en Plancha.

Cartón de pasta con forro blanco o de color. Bien encolado. - Resistencia a la grasa alta. Se utiliza en la fabricación de placas de papel moldeadas.( 3 )

Cartón de Papel Manila Blanqueado.

La hoja superior está hecha de una mezcla de pastas químicas-semi-blanqueadas y sin blanquear. Se hace con diversos soportes. Es un cartón fuerte. Posee buenas características de plegado y resistencia al rasgado y adecuado para una buena impresión.

Se utiliza donde la resistencia o la fuerza es un requisito importante, como en el caso de cajas para zapato.( 3 )

Calidad 1 Sencillo con Forro Blanco.

Es una de las más altas calidades de cartones no revestidos. - La capa superior está hecha de pasta química 100 % blanqueada, al sulfito, kraft y a la sosa. Se emplean cargas abrillantadoras como el bioóxido de titanio. Se hace en todos los espesores y acabados. Posee un brillo elevado, una excelente superficie de impresión y buena capacidad de plegado. ( 3 )

Calidad 2 Sencillo con Forro Blanco.

La capa superior es de pasta química blanqueada o semiblanqueada. Se hace con diferentes soportes: manila, papel prensa. Posee una excelente superficie de impresión y buena capacidad de plegado. Se hace en espesores bajo y medio.( 3 )

Cartón Compacto Blanqueado.

Es un cartón homogéneo, fabricado totalmente de pasta química blanqueada. Posee un elevado brillo, buena capacidad de plegado y excelente superficie para la impresión. Se fabrica en todos los espesores. Se utiliza en cajas para cigarrillos, en vases para helado, etcétera. ( 3 )

### 3.10 Control de Calidad.

La calidad, desde el punto de vista industrial, es el conjunto de propiedades características y de funcionamiento de un producto, que garantizan su capacidad para satisfacer las necesidades que prevee su uso.

Es muy importante alcanzar el justo equilibrio entre el cumpli

miento de las especificaciones requeridas, la confiabilidad, la durabilidad, la calidad y el precio del producto. El binomio calidad - precio es factor esencial en cualquier política de producción y de ventas.

El control de calidad, en material de envase y embalaje, tiene la finalidad de lograr una producción uniforme, de colocar en el mercado productos cuyas especificaciones correspondan a lo ofrecido o convenido en forma constante a través del tiempo. Para la industria una exigencia de nivel de calidad que sea homogénea, uniforme y consistente es la mejor garantía de poder planificar y conservar una producción eficiente y económica.

Se considera en muchas ocasiones que las especificaciones que definen la calidad de un producto son un sinónimo de normas.

Es necesario destacar la diferencia entre ambos conceptos.

La Norma Oficial Mexicana ( pueden ser obligatorias o no ) es el resultado de un proceso de normalización, en el que participan las autoridades competentes y que está sujeto a las disposiciones legales correspondientes. Las llamadas normas individuales, de compañía o empresariales, de gremios o asociaciones, serán solo especificaciones, ( acuerdos internos de cada institución obligatorias y optativas).

Se distingue claramente entre normas y especificaciones no oficiales, para ambos casos en control de calidad es conveniente y necesario.

La observación de las especificaciones o, en su caso de las normas oficiales tiene relación directa con el control de calidad en todas sus etapas, beneficiándose, por una parte, el productor -- que así organiza adecuadamente el proceso industrial, desde la adquisición de la materia prima hasta la distribución del producto terminado, elimina desperdicios, disminuye inventarios; reduce costos y presenta un argumento mas de venta; el consumidor goza de garantías precisas, de uniformidad y de regularidad en las propiedades del producto y de seguridad en la calidad del mismo.

El control de calidad en la industria de envases y embalajes, es un órgano más dentro de la empresa que ayuda a resolver problemas en la producción de nuevos productos y mejora los procedimientos de fabricación y de ensayo, ayudando a evitar que se presenten reclamaciones. De hecho, la administración de un control de calidad efectivo necesita una dirección clara, una política coordinada y un entrenamiento eficiente en la metodología.

A la formulación de normas sigue la necesaria aplicación en -- los procesos industriales, ya que una normalización sin aplicación inmediata es un trabajo estéril. La norma llevada a la práctica implica un control de calidad y una estrecha relación con la metrología.

El enfoque integral de la normalización contempla una secuen--

cia que va de la elaboración de una norma al control de la calidad, a la certificación, a la investigación aplicada y nuevamente a la formulación de las normas. El esquema se contempla al considerar la amplia difusión que se debe dar a las normas, la relación existente entre la normalización y la transferencia de tecnología y un requisito esencial: la educación técnica, la capacitación y el adiestramiento del personal que a todos los niveles interviene en la normalización integral.

Las Normas Oficiales Mexicanas se clasifican para su aplicación en obligatorias y optativas.

Existen campos de aplicación de normas en los que no solo es conveniente sino indispensable su obligatoriedad; tal es el caso, por ejemplo, de las que rigen el sistema general de pesas y medas o las que corresponden a materiales, procedimientos y -- productos que afectan a la vida o a la seguridad de las personas. En este sentido, exigir el cumplimiento de las normas obligatorias es proteger al consumidor.

Es optativo de los industriales aplicar las normas excluidas de obligatoriedad, es decir las normas optativas.

Como una medida del gobierno tendiente a estimular entre los industriales la aplicación a sus productos de las normas optativas y a persuadir al consumidor a preferirlos, se ha instituido la certificación oficial de calidad y la consiguiente autorización del uso del Sello de Garantía.



El fabricante capacitado para ello puede implantar un control de calidad adecuado, que en este caso se refiere a la calidad correspondiente a la norma optativa, salvo una supervisión oficial periódica, es el propio industrial quien realiza el mercado del producto con la contraseña respectiva y quien lleva la responsabilidad directa. El uso del Sello Oficial de Garantía constituye un procedimiento más, por el cual el fabricante controla su calidad, llevando el producto verificado el aval de las autoridades. Las normas no son únicamente las relativas a productos industriales, sino que además las hay de definiciones, de clasificación, de designación, de símbolos, de dimensiones, de métodos de prueba, de métodos de muestreo, de dibujo y otras.

Lo anteriormente expresado resalta la necesidad de observar las Normas Oficiales Mexicanas que indican las condiciones bajo las cuales se debe probar el cartón corrugado utilizado para la fabricación de envases y embalajes. Sin embargo en México existe un importante déficit de Normas sobre envases y embalajes, contándose con solo 51 normas específicas para este campo aprobadas y registradas ante la Dirección General de Normas de las cuales solo 12 corresponden a Papel y Cartón.

Las normas a continuación presentadas, son los Métodos de Pruebas con los que actualmente el industrial, fabricante o usuario cuenta para realizar el control de calidad que certifique este material, cumple con las especificaciones requeridas ( 15 )

### 3.11 Métodos de Prueba para Controlar la Calidad del Papel y Cartón.

Las pruebas que se indican y describen en este capítulo, son los métodos de prueba especificados en las Normas Oficiales Mexicanas en vigencia, utilizados para comprobar las características físicas que tienen gran importancia en la fabricación, diseño, presentación y uso de los envases fabricados con este material.

#### 3.11.1 Método de Prueba para Acondicionamiento de Papel y Cartón.

Norma Oficial Mexicana M- 10-1970 . (16)

La presente norma establece la atmósfera acondicionada y la forma de acondicionamiento del papel y del cartón antes y durante las pruebas.

Aparatos y Equipo.

Psicrómetro.

Termómetro de 0° C a 50° C con graduación de 0.2 ° C.

Cuarto de acondicionamiento.

El cuarto en el cual se realice el acondicionamiento estará provisto de equipo automático para llevar el aire a las condiciones especificadas de humedad relativa y temperatura, para hacerlo circular para que estas condiciones se mantengan uniformes dentro de él.

Atmósfera acondicionada.

Temperatura:  $20 \pm 2^\circ \text{C}$ .

Humedad Relativa:  $65 \pm 2 \%$ .

En los casos en los que no se pueden adoptar las condiciones anteriores se pueden emplear las siguientes:

Temperatura:  $23 \pm 2^\circ \text{C}$ .

Humedad Relativa:  $50 \pm 2 \%$ .

Estas condiciones atmosféricas deben indicarse en el informe.

#### Preparación de la muestra.

Si las muestras poseen un exceso de humedad, se secan antes de acondicionarlas, durante 24 h. en el aire con una humedad relativa entre 20 % y 35 % a una temperatura no mayor de  $40^\circ \text{C}$ .

#### Procedimiento.

Las muestras deben suspenderse de manera que el aire acondicionado tenga libre acceso a todas las superficies, hasta que se alcance el equilibrio en el contenido de humedad. Se considera que se ha alcanzado este equilibrio cuando las dos últimas pesadas no difieren en más de 0.259 del peso total.

Si hay buena circulación del aire, es suficiente. Generalmente un período de 4 horas, para los cartones de peso básico alto. Para ciertos papeles tratados para que sean resistentes al agua, pueden necesitarse períodos

mayores .

Informe .

El informe debe contener:

- a) El valor nominal y los límites especificados de humedad relativa y temperatura de la atmósfera acondicionada .
- b) El tiempo empleado para acondicionar el papel .
- c) Si el papel ha sido o no desecado antes de su acondicionamiento .(16)

### 3.11.2 Método de Prueba para Muestrear Papeles y Cartones .

Norma Oficial Mexicana M-20-1970. ( 17 )

La presente norma establece el método para obtener una muestra representativa de papeles y cartones para pruebas .

Se aplica a todo tipo de papeles y cartones sin limitación en el peso por metro cuadrado .

Para casos especiales se pueden indicar otros métodos de muestreo en las normas respectivas .

**Muestreo.**

Se extraerá de cada lote un cierto número de unidades .

Se extraerá de cada una de las unidades un cierto número de hojas .

Se cortarán las hojas en forma y medidas específicas para formar los especímenes . El conjunto total de es--

pecímenes, constituirá la muestra representativa del lote.

De la muestra representativa del lote se extraerán las muestras para análisis .

Selección de las Unidades .

Las unidades se extraerán al azar de cada lote de acuerdo con la tabla siguiente:

Número de unidades que forman el lote .	Número de unidades extraídas .
1 a 5	Todas
6 a 99	5
100 a 399	$n/20+$
400 a más	20

Se tomará como el valor de "n" el múltiple de 20 inmediatamente menor al número de unidades que forman el lote .

Salvo aquellos casos en que se quiera determinar el estado de deterioro de un lote, las unidades seleccionadas deberán estar intactas y presentar buenas condiciones exteriores .

Se podrá asegurar el cumplimiento de lo expuesto en los dos párrafos anteriores muestreando conforme al plan siguiente: Se dividirá el lote en áreas en tal forma

que tengan igual cantidad de papel, se asignará a cada una de éstas un número.

Se determinarán por sorteo los números de las áreas o lotes que van a muestrearse. De cada número sorteado se extraerá las unidades de las cuales se van a obtener las hojas siguiendo el mismo procedimiento descrito.

Selección de las hojas.

De cada unidad deberán extraerse al azar el número de hojas necesarias para efectuar los ensayos con un mímo de 20 hojas. La manera de extraer las hojas dependrá de la forma como se presente la unidad, considerándose los siguientes casos:

La unidad es una plataforma, fardo, paquete, caja o resma, que puede ser abierta. En este caso se abrirá la unidad y se extraerán las hojas al azar descartando las de los extremos.

La unidad es un conjunto de resmas en un paquete que puede ser abierto. En este caso se abrirá la unidad y si hay 20 resmas o menos se seleccionará una al azar; si hay más de 20 se aplicará el criterio dado en la tabla de selección de unidades. De cada resma se extraerá el número de hojas necesarias según las directivas dadas en (a).

La unidad es una bobina que puede ser abierta. En este

caso se desenrollará la bobina y se eliminarán las capas dañadas y por lo menos 3 capas que no presenten daños. Se cortará la bobina en todo su ancho hasta una profundidad suficiente para obtener el número de hojas re--  
queridas.

La unidad no puede ser abierta. (este caso se presenta, por ejemplo, con bobinas o con resmas en estiba o seleccionadas por la aduana ). En este caso las hojas debe--  
rán ser extraídas practicando una ventana de 30 x 45 cm aproximadamente, correspondiendo los 45 cm. al senti--  
do de fabricación. Cuando no se conoce el sentido de fabricación deberá practicarse una ventana de 45 x 45 cm aproximadamente, con los lados paralelos a los de la u--  
nidad. Se eliminarán las hojas dañadas y por lo menos las tres hojas siguientes no dañadas, y se cortará a través de la ventana el número de hojas requeridas. Debe--  
rá variarse la ubicación de la ventana de una unidad a --  
otra.

Corte de los especímenes.

De cada hoja seleccionada de acuerdo con las especificaciones anteriores, se cortará un espécimen presentándo  
se los siguientes casos:

Las medidas de la hoja son mayores de 30 x 45 cm. En este caso, se deberán cortar los especímenes de - -

30 x 45 cm, correspondiendo los 45 cm, en el sentido - de fabricación; si no se conoce el sentido de fabricación se deberán cortar los especímenes de 45 cm x 45 cm. - aproximadamente. Los especímenes deberán cortarse variando su posición de una hoja a otra. En caso de hojas provenientes de bobinas deberán descartarse aproximadamente 2 cm. de cada borde de las mismas.

Las medidas de las hojas son menores de 30 x 45 cm. - En este caso, deberán cortarse los especímenes de a---proximadamente  $1000 \text{ cm}^2$  de superficie.

Si la medida más larga no corresponden al sentido de fabricación deberá marcarse dicho sentido.

Si la superficie de la hoja es inferior a  $1000 \text{ cm}^2$ , las hojas constituirán los especímenes.

Se deberá tener un número suficiente de hojas para disponer de la superficie de ensayo deseada.

Precauciones para los especímenes.

Los especímenes deberán mantenerse en forma plana, - libres de arrugas y dobleces, protegidos contra la luz--solar directa, líquidos, condiciones variables de humedad y cualquier influencia dañina. Deberán tomarse precauciones al manejar los especímenes para evitar acciones como el contacto con las manos que pueden afectar las características físicas y químicas, de los papeles y -



Marcado de los especímenes.

Cada espécimen deberá ser marcado en una esquina en la forma más pequeña posible con el fin de identificarlo.

Esta marca deberá ser indeleble y deberá asegurar que el espécimen puede ser reconocido sin lugar a dudas.

La marca podrá estar limitada al número que le corresponda y a la inicial de la persona responsable de la extracción.

Remuestreo.

Esta operación deberá efectuarse si ocurre algún accidente durante el muestreo, siguiendo el criterio indicado en los párrafos de esta norma.

Salvo indicación contraria, las nuevas muestras deberán extraerse de las mismas unidades elegidas en el muestreo.

En otras circunstancias en las que el remuestreo sea necesario, se recomienda que las partes interesadas acuerden el procedimiento que deberá adoptarse, empleando en lo posible los principios especificados en la presente norma.

Si en el momento de la toma de la muestra queda menos del 50% del lote, en su empaque original, el muestreo no tendrá valor salvo acuerdo entre las partes.

Informe.

En cada muestreo deberá indicarse:

El nombre y domicilio del comprador y el de su representante.

El nombre y domicilio del vendedor y el de su representante.

El tamaño del lote.

La forma como está constituido el lote.

Las referencias del lote y de las unidades si es necesario.

Las condiciones que presenta el lote.

El número de especímenes que constituye la muestra.

El procedimiento empleado.

Todas las circunstancias que por su naturaleza pueden influir en los resultados de los ensayos.

La fecha de extracción de la muestra.

El lugar donde se tomó la muestra.

Una referencia correspondiente a las marcas de los especímenes.

Cualquier modificación con respecto a este método de muestreo.

### 3.11.3 Determinación del Peso por Metro Cuadrado de Papeles y Cartones.

Norma Oficial Mexicana M-23-1970 (18).

La presente norma establece el método para determinar

el peso por metro cuadrado de papeles y cartones.

#### Aparatos y Equipos.

Balanza sensible a 25% mínimo de la carga aplicada. Es recomendable una balanza para gramaje en la cual se obtiene directamente el peso por  $m^2$  cuando se usa una hoja de área determinada.

Guillotina adecuada para el corte de las muestras para - análisis de tal manera que los bordes opuestos queden - paralelos.

Escala graduada que permite la medida de las muestras con una precisión de 0.5 mm.

#### Preparación de las Muestras para Análisis.

##### Acondicionamiento.

Se acondicionan las muestras según lo determinado por la Norma DGN-M-10 en vigor.

##### Corte.

En el caso de papeles se cortan 10 muestras para análisis con un área de  $1600\text{ cm}^2$ , para el caso de ca rtones 5 muestras con un área de  $1000\text{ cm}^2$ . El corte de las - muestras para análisis se realizará de preferencia con guillotina. En su defecto puede cortarse sobre un cartón con una navaja, utilizando cualquier accesorio que permita obtener una medida exacta.

Se determina el área total de cada muestra para análisis con una exactitud de 0.25 %.

Se determina el peso de cada muestra para análisis con una exactitud de 0.25%.

Cálculos y Resultados.

En el caso de cartones, el peso por  $m^2$  se expresa en  $g/m^2$  sin cifra decimal.

Informe.

El informe debe contener:

El número del lote o cualquier otra indicación que lo identifique.

El área de las muestras para análisis.

El número de muestras para análisis ensayadas.

Los valores individuales y el valor promedio.

Cualquier modificación introducida al método.

#### 3.11.4 Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia a la Tracción en Papeles y Cartones.

Norma Oficial Mexicana M-25-1968.(19)

La presente norma establece el método para la determinación de la resistencia a la tracción de papeles y cartones.

Aparatos y Equipo.

El aparato para medir la resistencia a la tracción, consta de lo siguiente:

Dos mordazas de 12.7 mm. a 50.8 de ancho (el ancho - adecuado depende del ancho de la muestra para análisis) con superficies de sujeción en el mismo plano paralelo - a la dirección del movimiento de la fuerza aplicada y alineadas de tal manera que mantengan las muestras para análisis en el plano sin permitir desplazamientos durante la determinación.

#### Procedimiento.

Las partes de las muestras para análisis que quedan entre las mordazas no deben ser tocadas con los dedos.

Se sujeta fuertemente el extremo de la muestra para análisis en la mordaza superior después de haber colocado esta libremente en la mordaza inferior y haber verificado su alineación. En este momento se sujeta fuertemente en la mordaza inferior y se aplica la carga.

Se sujeta el aparato de manera que el tiempo promedio al romper cada muestra para análisis sea de  $10 \pm 5$  segundos. Lo anterior se logra efectuando determinaciones preliminares con muestras para análisis o por medio de tablas preparadas de antemano en las que aparecen los ajustes aproximados, según el tipo de aparato de que se trate.

### Cálculos y Resultados.

Deben descartarse las lecturas obtenidas con muestras para análisis que se deslicen a que se rompan, en o cerca de las mordazas, o que durante la determinación --- muestran la evidencia de estar sujetas a esfuerzos desiguales a lo ancho.

Se anota cada lectura aproximada hasta la segunda cifra decimal.

Se calcula el promedio de los valores y de preferencia - la desviación normal para cada uno de los sentidos probados.

### Cálculos del Largo de Ruptura.

El largo de ruptura se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$L_r = \frac{200\ 000\ G}{3\ G_b}$$

Donde:

$L_r$  = Longitud de ruptura en metros.

$G$  = Carga en kilogramos para romper una muestra para análisis de 15 mm.

$G_b$  = Peso por metro cuadrado en gramos.

Reproducción de la prueba.

Las determinaciones por duplicado de la resistencia a -

la tensión de muestras para análisis del mismo lote y -  
efectuada en instrumentos diferentes deben concordar -  
dentro de un 5%.

Informe.

Los resultados de las muestras para análisis cortadas -  
en el sentido de fabricación como la resistencia a la ten-  
sión en el sentido de fabricación y de las muestras para  
análisis cortadas en sentido transversal, como la resis-  
tencia a la tensión en el sentido transversal.

El valor promedio de la carga de ruptura calculada en -  
kilogramos por 15 mm. de ancho o algún otro ancho, con  
aproximación hasta la segunda cifra decimal.

Valor promedio del tiempo de ruptura en cada sentido. -

Desviación normal en cada sentido probado.

Tipo de aparato y velocidad de operación.

### 3.11.5 Método de Prueba para Determinar la Lisura en Papeles y Cartones.

Norma Oficial Mexicana M-11-1978.( 20)

El objetivo de la presente norma es establecer el méto-  
do de prueba para determinar la lisura a cualquier clase  
de papel y cartón.

Muestreo.

El muestreo se debe efectuar de acuerdo a lo estableci-

do en la norma particular del producto.

#### Método de Prueba.

Este método consiste en medir la lisura del papel y cartón basándose en el tiempo que tarda en pasar una determinada cantidad de aire entre las caras de las hojas que forman el espécimen de prueba.

#### Aparatos e Instrumentos.

El aparato utilizado en esta prueba es el Gurley Hill S-P - S.

Las mordazas circulares ópticamente planas, entre las cuales se retiene el espécimen, deben tener un área de contacto efectiva de  $645.2 \text{ mm}^2 \pm 3.2 \text{ mm}^2$ . La mordaza superior debe estar sujeta a la salida de un tubo para el aire, y la inferior debe estar sostenida en su centro por una espiga de cabeza redonda, colocada de tal manera que el espécimen de prueba quede ajustada entre las mordazas bajo una presión aproximada de  $0.0205 \text{ MPa}$  ( $0.21 \text{ Kg/cm}^2$ ) producida por un brazo de palanca sin pesas.

Un cilindro interior sellado en su parte superior que resbale libremente dentro de un cilindro exterior el cual debe contener aceite mineral (viscosidad de  $65 \text{ SSU} \pm 5 \text{ SSU}$  a  $310.96 \text{ K}$ ) ( $37.8^\circ \text{C}$ ) hasta una altura de  $127 \text{ mm}$ .



Este cilindro provee la presión de aire para la prueba. El aire se conduce al espécimen sujetado entre las mordazas a través de un tubo que se extienda por encima del nivel de aceite del cilindro exterior.

Un cilindro exterior de aproximadamente 245 mm. de alto y 32.5 mm. de diámetro interior. Para servir de guías, la superficie interior del cilindro exterior debe tener cuatro carriles montados verticalmente y equidistantes entre sí; de 190.5 mm de alto, 3.0 mm. de ancho y 1.5 mm de espesor.

Un cilindro móvil de diámetro interior de 73.7 mm. y debe estar graduado en unidades de 50 cc. con un rango total de 350 cc. Debe pesar  $567 \text{ g} \pm 0.5 \text{ g}$  y producir una presión de aire equivalente a 0.0012 MPa (0.0124 Kg/cm<sup>2</sup>).

El cilindro exterior debe tener un elemento que retenga el cilindro interior en posición levantada antes de iniciar la prueba.

En la base del aparato debe existir un elemento perforador que produzca un orificio circular, con un diámetro aproximado de 4 mm. en el espécimen.

Preparación de la Muestra.

Las muestras se acondicionan de acuerdo con la norma "Acondicionamiento de Papeles y Cartones M-10-1970".

Cada espécimen de prueba debe estar constituido por 8 hojas con un área aproximada de  $13 \text{ cm}^2$  cada una, arregladas de tal manera que los lados fieltro y los lados malla queden en contacto entre sí. Para que siempre queden con el mismo número de superficies fieltro con fieltro en contacto, después de conformar el espécimen se invierte la hoja superior, se perfora el espécimen en el centro, antes de colocarlo entre las mordazas. Si se tiene una sola hoja, ésta debe doblarse para dar 16 superficies.

En el caso de lisura extremadamente alta o baja se debe tomar un número mayor o menor de hojas.

#### Procedimiento.

Se coloca el aparato en una superficie nivelada y se hace un orificio en el espécimen con el perforador, procurando que quede centrado.

Se debe evitar la vibración del aparato al tiempo de hacer la prueba, ya que esto aumenta la velocidad de desplazamiento.

Se levanta el cilindro interior, hasta que descansa en el soporte y se coloca el espécimen entre las mordazas, de manera que el orificio quede centrado dentro de ellas.

Se ajusta cuidadosamente el espécimen de prueba, levantando la mordaza inferior por medio del tornillo que -

la opera, hasta que la presión sea suficiente para mantener el espécimen firme entre las dos mordazas. A -- continuación se gira el tornillo en sentido contrario o -- hasta que la presión que ejerce sobre el espécimen sea -- exclusivamente la movilidad del brazo de palanca, ope-- rando la manecilla colocada en la base del aparato. Suavemente se baja el cilindro interior hasta que flote - en el aceite, una vez que se ha iniciado un movimiento - uniforme hacia abajo, se toma con un cronómetro los se- gundos transcurridos en pasar 2 intervalos consecutivos de  $50 \text{ cm}^3$  por el borde del cilindro exterior, o de volú- menes mayores o menores si la lisura de la muestra lo requiere.

#### Resultados.

Los resultados se anotan como valores de lisura Gurley Hill S-P - S y corresponden al número de segundos que toman  $50 \text{ cm}^3$  de aire en pasar por entre las superficies del espécimen de prueba, con indicación del número de- hojas que forman al espécimen.

Tomando el máximo, el mínimo y el promedio de los re- sultados para 10 pruebas, se dan con dos cifras signifi- cativas. Esta prueba no diferencia entre la lisura de la cara superior y la del reverso del papel.

### 3.11.6 Método de Prueba para la determinación de la Resistencia al Reventamiento de Papeles y Cartones.

Norma Oficial Mexicana M-26-1968 . ( 21 )

La presente Norma establece el método para la determinación de la resistencia al reventamiento de papeles y cartones que posean una resistencia no mayor de 14 -- Kg/cm<sup>2</sup> y que están en forma de hojas planas, cuyo espesor sea menor de 0.635 mm.

#### Aparatos y Equipo.

El equipo tipo Mullen, para determinar la resistencia al reventamiento debe tener las siguientes características:

Una mordaza para asegurar firma y uniformemente la muestra para análisis entre dos superficies anulares -- planas, paralelas y de preferencia de acero inoxidable.

La mordaza no debe permitir ningún deslizamiento durante la determinación.

La superficie opresora superior (anillo opresor), tiene una abertura circular de  $30.48 \pm 0.025$  mm. de diámetro. La superficie que queda en contacto con el papel durante la determinación, tiene una ranura de sección V de  $60^\circ$  en forma de espiral continua, con una profundidad no menor de 0.254 mm.

La ranura comienza a 3.18 mm. del borde de la abertura.

El borde circular de la abertura que está en contacto con

el papel durante la determinación debe estar exento de filo.

La platina inferior ( platina del diafragma ) tiene un espesor de 3.25 mm. y una abertura de  $33.07 \pm 0.076$  mm. de diámetro. Esta superficie tiene una serie de ranuras de sección en V de  $60^\circ$ , concéntricas, de 0.25 mm. de profundidad, separadas 0.749 mm, estando el centro de la primera ranura a 3.18 mm. del borde de la abertura. El grueso de la platina en la abertura es de 0.635 mm. - El borde inferior que está en contacto con el diafragma-elástico, está redondeado en forma de arco con un radio de 6.35 mm. para evitar que el diafragma se corte cuando se aplica la presión.

El anillo opresor está conectado a un mecanismo opresor a través de una junta giratoria y otro medio que asegure una presión nivelada. Durante las determinaciones, los bordes circulares de las aberturas de las platinas -- deben ser concéntricos con una tolerancia de 0.25 mm. Un diafragma elástico aprisionado entre la platina inferior y el resto del aparato, de tal manera, que antes de que dicho diafragma se expanda por el efecto de la presión que se ejerce debajo de él, el centro de la superficie superior esté por debajo del plano de la superficie--opresora. La presión requerida para levantar la super-

ficie libre del diafragma a 9.53 mm. por encima de la superficie superior de la platina inferior, debe ser de  $0.302 \text{ Kg/cm}^2$ .

Un mecanismo para aplicar una presión hidráulica creciente y controlada, a la cara inferior del diafragma -- hasta que la muestra reviente, por medio de un fluido a una velocidad de  $95 \pm 5 \text{ ml./min.}$  El fluido puede ser glicerina de 96 % de pureza o etilenglicol purificado.

El sistema hidráulico, incluyendo los manómetros, se debe montar de tal manera que esté libre de vibraciones.

Un manómetro tipo Bourdon, con indicador de lectura máxima, de capacidad apropiada y con escala, los manómetros se deben elegir según las características que se anotan en la tabla I.

El manómetro de 0 a  $8.4 \text{ Kg/cm}^2$  puede usarse para cualquier determinación dentro de su capacidad, si se indica en el informe.

La expansibilidad del manómetro debe estar dentro del 15% del valor especificado.

La expansibilidad de un manómetro se define el volumen de líquido que entra al tubo del manómetro, por unidad de aumento en la presión, en ausencia de aire.

La forma más conveniente para determinarla es por medio de un aditamento a base de un delatómetro.

### Preparación de la Muestra.

Las muestras se extraen de acuerdo con la Norma DGN-M-20 en vigor. Para cada prueba se requieran cuando menos 10 y de preferencia 20 muestras para análisis de 65 x 65 mm.

### Procedimiento.

Las muestras para análisis deben acondicionarse de acuerdo con la norma DGN-M-10-en vigor.

La muestra para análisis se sujeta firmemente en su posición y se aplica la presión hidráulica hasta que se rompe ésta, se anota la presión máxima registrada en el manómetro y se vuelve al cero la aguja indicadora. Se observa cuidadosamente la muestra para comprobar que no hubo deslizamiento, si hubo deslizamiento, se descarta la determinación y se aumenta la presión de la mordaza para las pruebas siguientes. Se deben efectuar 10 determinaciones cuando menos, 5 para cada cara del papel. No se deben hacer determinaciones en áreas que contengan marcas de agua, arrugas, imperfecciones, daños visibles o que hayan sido prensadas por las mordazas.

### Cálculos y Resultados.

#### Expresión de Resultados.

La resistencia al reventamiento se expresa como la media aritmética en  $\text{Kg/cm}^2$ , la cual debe ser corregida por

cualquier error del manómetro, hasta la tercer cifra significativa.

Informe.

El número del lote o cualquier otra indicación que lo identifique.

El número de ensayos y los valores máximos, mínimos y promedio de las determinaciones efectuadas. ( 21 )

### 3.11.7 Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia del Papel y del Cartón al Rasgado Interno.

Norma Oficial Mexicana M-48-1973. ( 22 )

La presente norma establece el método para determinar la resistencia del papel y del cartón al rasgado interno.

Aparato y Equipo.

Aparato tipo Elmendorf, con un corte especial el cual evita que el espécimen entre en contacto con el sector del péndulo durante la prueba. El aparato tiene los siguientes elementos:

Mordaza estacionaria.

Mordaza móvil, adaptada al péndulo formado por un sector de círculo libre para oscilar sobre un balero.

Cuchilla acoplada sobre un soporte estacionario para iniciar el rasgado.

Dispositivos para nivelar el aparato.



Dispositivos para retener el péndulo en posición elevada y para soltarlo instantáneamente.

Dispositivos de registro, los cuales consisten en una escala graduada montada sobre el péndulo, una aguja acoplada sobre el mismo eje del péndulo, con fricción constante y apenas suficiente para detener la aguja en el punto más alto alcanzado por la oscilación del sector y un tope ajustable de parada para calibrar el punto cero del aparato.

Cortador de especímenes para asegurar bordes paralelos de  $63.0 \pm 0.15$  mm. de ancho con bordes limpios y precisos. Para este propósito es conveniente utilizar un cortador provisto con dos haces cortantes pulidas y endu<sup>u</sup>recidas y un sistema de doble cuchilla tensionada contra la base y un mecanismo para sujetar el espécimen.

#### Preparación del Especímen.

Los especímenes para análisis se deben acondicionar de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana DGN-M-10 en vigor.

Se preparan 10 hojas representativas de cada dirección del material a menos que se requieran pruebas en una sola dirección. Cada hoja se coloca con el lado de la malla hacia el mismo lado.

Se corta cada hoja de la muestra de prueba a  $76 \pm 2.0$ mm.

de longitud por  $63.0 \pm 0.15$  mm. de ancho. Se toman - todos los especímenes que van a ser rasgados juntos, - de una misma hoja y si no alcanza se toma de las hojas adyacentes de la unidad de prueba.

Se determina por medio de una prueba preliminar o en - base a las especificaciones del producto, el número de - hojas que debe tener el espécimen en forma tal que cuan - do se rasguen juntos den una lectura en la escala del apa - rato cercana a 40. Si una sola hoja da lecturas en la es - cala, mayores de 60 se utiliza el aparato Elmendorf para rasgado con peso adicional para aumentar su capacidad - y se utiliza para la prueba una sola hoja.

Cuando se hagan comparaciones entre dos o más grupos - de papeles del mismo tipo se debe usar el mismo núme - ro de hojas en cada prueba.

#### Procedimiento.

Con el péndulo en su posición inicial listo para la prueba, las mordazas deben estar separadas por un espacio de -  $2.8 \pm 0.3$  mm. y estar alineadas de tal forma que el es - pecímen sujeto entre ellas quede en un plano paralelo al eje del péndulo, formando el plano un ángulo de  $27.5 \pm 0.5^\circ$  con la línea perpendicular que une al eje y las lí - neas horizontales formada por el borde superior de las - mordazas. La distancia entre el eje y el borde superior

de las mordazas es de  $103 \pm 0.1$  mm. La superficie de agarre de cada mordaza es de  $36 \pm 1$  mm. de ancho y  $15.9 \pm 0.1$  mm. de profundidad. La escala del péndulo está graduada para indicar una constante "K" multiplicada por el trabajo hecho en gramos-centímetro por el péndulo al rasgar el espécimen. Para un aparato de rasgado con una capacidad de 1600 g. 0 a 100 unidades  $K = 1/137.6$ , para un aparato como el indicado pero con una pesa para aumentar su capacidad a 3.200g. 0 a 100 unidades  $K = 1/257.2$ .

La escala del aparato para rasgado indica la relación -- del trabajo hecho en gramos-centímetros, cuando se rasgan 16 hojas juntas a lo largo de la distancia total del -- rasgado. Esta distancia es  $16$  (hojas)  $\times 4.3$  (longitud de rasgado por hoja)  $\times 2 = 137.0$  cm. Se incluye el factor 2 ya que para rasgar una longitud  $d$  de hoja, la fuerza de rasgado se debe aplicar a través de una distancia-doble. La escala para el aparato con pesa para aumentar su capacidad se basa en la longitud de rotura con 32 hojas rasgadas juntas.

La cuchilla para iniciar el corte del espécimen de prueba debe estar centrada entre las mordazas y ajustadas en altura para que la profundidad del corte del espécimen sea de  $43.0 \pm 0.15$  mm.

Una vez que la escala ha sido verificada, no es necesario repetir esta etapa siempre y cuando el aparato se mantenga ajustado y sin cambios de partes o desgaste visible.

Se asegura y nivela el aparato.

Se fija el aparato sobre una mesa, de tal modo que no haya movimiento perceptible ni de la mesa ni del aparato. Durante la oscilación del péndulo puede ser una fuente de error considerable.

Se nivela el aparato en forma tal que, el sector libre y la línea sobre el sector que indica la vertical desde el punto de suspensión este bisectada por el eje de mecanismo de parada del péndulo.

Se dibuja con un lápiz una línea de 2.5 cm. a la derecha del borde del mecanismo de parada del sector. Se eleva este a su posición inicial y se ajusta la aguja indicadora contra el mecanismo de parada. Al soltar el sector, manteniendo oprimido el mecanismo de parada, deben hacerse por lo menos 20 oscilaciones completas antes de que su borde derecho deje de pasar hacia la izquierda de la línea dibujada.

En caso contrario, se limpia, se ajustan los baleros y se aceita. Se opera varias veces en blanco el aparato nivelado manteniendo cerrada la mordaza móvil. Si no se -

registra el punto cero, se debe ajustar el punto de parada hasta obtener lectura cero. No se debe cambiar el nivel para ajustar el cero.

Se coloca la aguja en el cero de la escala antes de soltar el sector. Luego se suelta éste y se mide el desplazamiento de la aguja el cual no debe ser inferior a 2.5 mm. ni superior a 4.0 mm. más allá del cero de la escala.

Si la fricción de la aguja no deja que ésta caiga dentro de los límites especificados, se quita la aguja y se ajusta la tensión del resorte.

Se eleva el sector del péndulo a su posición inicial y se coloca la aguja en su posición de parada. Se centra el espécimen en las mordazas con el borde inferior cuidadosamente ajustado contra el fondo de las mordazas. Se asegura el espécimen entre las mordazas aplicando la misma presión sobre ambas.

Se hace el corte inicial.

Se suelta rápidamente el mecanismo de retención del péndulo y se mantiene oprimido durante su oscilación. Se sujeta el péndulo cuando éste inicie la oscilación de regreso sin alterar la posición de la aguja.

Se hace una sola prueba por cada espécimen, cada una con el mismo número de hojas.

Se hacen pruebas alternadas con el lado de la malla de

todas las hojas en posición hacia el péndulo y con los lados del fieltro de todas las hojas en posición hacia el péndulo.

Se debe asegurar que el espécimen se incline hacia el péndulo durante la prueba, doblándolo cuidadosamente si es necesario, en las mordazas y se debe evitar que en esta operación se afecte la humedad relativa del área de prueba.

Se anotan las lecturas de la escala con aproximación a media división y el número de hojas usadas en los especímenes.

Si la línea de rasgado no pasa por el borde superior del espécimen, sino que se desvía hacia un lado, se anota esto en el informe y no se utiliza el valor obtenido. Si en más de un tercio de las pruebas se presenta este comportamiento, esta norma no se debe usar para el material en cuestión.

Cálculos.

La fuerza promedio requerida para rasgar una sola hoja, se calcula de la manera siguiente:

Fuerza promedio de rasgado =

$$\frac{16 \times \text{lectura promedio de la escala}}{\text{Número de hojas.}}$$

Para aparatos con pesas para aumentar la capacidad:

Fuerza promedio de rasgado=

32 x lectura promedio de la escala  
Número de hojas.

Informe.

Se informan los resultados del rasgado paralelo a la dirección de la máquina, como la resistencia al rasgado interno en la dirección de la máquina y los resultados del rasgado en la dirección perpendicular a la dirección de la máquina, como la resistencia al rasgado interno en la dirección transversal.

Para cada dirección se informan el promedio, y el máximo y mínimo de los valores de las pruebas aceptadas como la fuerza requerida para rasgar una sola hoja, con aproximación a 0.1 g. para valores hasta de 100 gr. y con precisión a 1 g. para valores superiores a 100 g.

Para un informe completo, se deben dar el número de hojas rasgadas simultáneamente; el número y el valor de las lecturas rechazadas y las razones para el rechazo; si fué usada una pesa para aumentar la capacidad del aparato, la marca y el modelo del aparato usado. (22)

3.11.8 Método de Prueba para la Determinación de Humedad en Papeles y Cartones por Secado en Estufa.

Norma Oficial Mexicana M-21-1970.( 23 )

La presente norma establece el método para determinar la humedad de los papeles y cartones, por secado en es

tufa en el momento del muestreo.

#### Aparatos y Equipo.

Balanza cuya sensibilidad sea como mínimo 0.05 % del peso original de la muestra para análisis.

Recipientes para las muestras para análisis. Estos deben ser impermeables al vapor de agua.

Estufa con ventilación forzada de aire.

Desecador con deshidratante adecuado.

#### Preparación de las muestras para análisis.

El procedimiento a seguir depende de la forma como se encuentre el material y el objeto del análisis que se desea efectuar.

Determinación de la humedad en un lote.

Determinación de la humedad en material que está en forma de hojas.

Determinación de la humedad promedio del lote.

De cada unidad extrapida en el muestreo se toman por lo menos 4 hojas a 1.25 cm o más de la parte superior o inferior de la unidad. Estas hojas deben plegarse o cortarse rápidamente.

Las hojas deben pesar en conjunto por lo menos 50 g.

Para determinar la variación de la humedad del centro y los bordes de las hojas.



De cada unidad seleccionada durante el muestreo se extrae una cantidad de hojas suficientes para obtener las muestras para análisis de acuerdo con lo indicado si el material es un lote, hojas o se quiere determinar la humedad promedio del lote, las cuales se cortan como se indica adelante:

De cada hoja se cortan en la dirección transversal (ver figura ) cuatro bandas de 50 mm. a 75 mm. de ancho, dos sobre cada borde de las hojas y las otras dos cerca del centro. En las bandas cortadas del medio se elimina la porción que se encuentra a menos de 150 mm. del borde de la hoja original.

Se reúnen por una parte las bandas superior e inferior y por otra parte las centrales. El primer grupo corresponde a la muestra para análisis de los bordes de las hojas, el segundo a la porción de la porción central. Se envasan inmediatamente las dos muestras para análisis que deben pesar por lo menos 50 g., en recipientes separados. Se pesa cada recipiente y se calcula el peso de las muestras para análisis.

Cuando el material se encuentra en forma de bobinas. Para determinar la humedad promedio del lote.

De cada bobina seleccionada se desechan las capas dañadas

## FORMA DE CORTAR LA HOJA

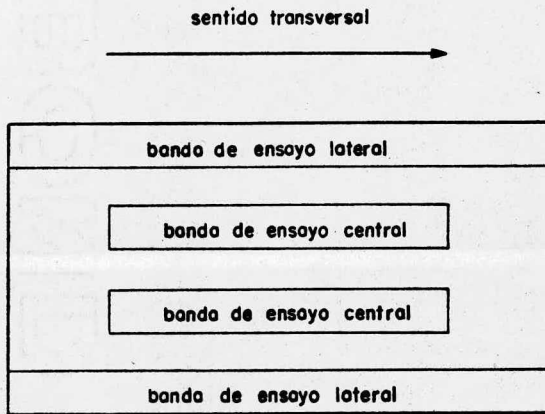


Fig No. 6

das y luego se corta la bobina seleccionada. Se desechan las capas dañadas y luego se corta la bobina en todo su ancho hasta una profundidad de 0.5 cm. y se extraen las hojas que deben colocarse en forma plana.

Del conjunto de hojas extraídas se cortan bandas de 50mm a 75 mm. de ancho a todo lo ancho de las hojas.

De cada grupo de bandas se descartan las de las primeras y las de las últimas hojas hasta asegurarse que el resto no ha sido afectado por el contacto con la atmósfera. Las bandas restantes deben pesar por lo menos 50 g. las cuales deben cortarse o plegarse y envasarse en un recipiente. Se pesa el recipiente y se calcula el peso de la muestra para análisis.

Cuando se determina la variación de la humedad en todo lo ancho de la bobina.

En este caso debe procederse como se indica en el punto anterior, cuando el material se encuentra en forma de bobina, pero deben tomarse las muestras para análisis de por lo menos tres lugares a lo ancho de la bobina, debiendo cortarse éstas con la mayor longitud en el sentido de fabricación. Cada parte extraída de una determinada zona de la bobina debe envasarse, pesarse y probarse aparte.

### Procedimiento.

Se coloca la muestra para análisis en la estufa a una temperatura de  $105 \pm 3$  C, ya sea dentro del recipiente-destapado o fuera de él. En cualquiera de los casos, el recipiente y la tapa deben ser también secados, en la misma estufa.

Cuando se estima que la muestra para análisis está completamente seca, se envasa inmediatamente en el recipiente, y se deja enfriar en el desecador.

El período inicial de sacado debe ser como mínimo de media hora. Se iguala la presión interior del recipiente con la atmosférica abriendo momentáneamente el recipiente y cerrandolo de nuevo. Se pesa el recipiente con su contenido, y se determina el peso de la muestra para análisis.

Se coloca nuevamente la muestra para análisis y el recipiente en la estufa durante un período por lo menos igual al inicial de secado, y luego se repiten las operaciones descritas en el párrafo anterior.

Se repite el procedimiento colocando la muestra para análisis y el recipiente en la estufa empleando períodos de secado iguales a la mitad de la suma de los que los precedieron, hasta peso constante. Se considera peso constante cuando entre dos pesadas consecutivas no se obtie-

ne una diferencia mayor de 0.1 % del peso inicial de la muestra para análisis.

Cálculos y Resultados.

El porcentaje de humedad se calcula con la fórmula siguiente:

$$H = \frac{G - G_s}{G} \times 100$$

Donde:

H = Humedad referida al peso inicial en %.

G = Peso de la muestra para análisis en gramos, antes de iniciar la prueba.

G<sub>s</sub> = Peso de la muestra para análisis en gramos, después de la prueba.

Informe.

El número del lote o cualquier otra indicación que lo identifique.

El valor medio de la humedad del lote o los valores medios correspondientes a las muestras tomadas del medio y de los extremos, si se requiere determinar la variación de humedad de acuerdo a lo solicitado.

El número de determinaciones. La ubicación de las muestras, cuando se trata de determinar la variación en el contenido de humedad.

Cualquier variante introducida al método, o cualquier -

factor que puede tener influencia en los resultados. (23)

### 3.11.9 Método de Prueba de Aplastamiento para Cartón Corrugado.

Norma Oficial Mexicana R-164 - 1973. (24)

La presente norma establece el método de prueba de aplastamiento para cartón corrugado, ya sea sobre el corrugado de una cara o de dos caras. No es aplicable para medir la resistencia al aplastamiento doble o triple corrugado.

El método de prueba de aplastamiento es una medida de la resistencia del ondulado del cartón, cuando se aplica una fuerza perpendicular a su superficie.

Aparatos y Equipo.

Máquina de compresión, con capacidad de 227 Kg. a 454 Kg., velocidad de aplicación de la carga de  $11.34 \pm 2.74$  Kg/s. La precisión requerida debe ser de 0.5 % a 0.272 Kg.

Cortador de especímenes.

Este consiste de un dispositivo capaz de cortar a través de la estructura del cartón corrugado, para formar un espécimen circular, de  $32.5 \text{ cm}^2$  o  $64.5 \text{ cm}^2$ . Si no es circular se debe tener especial cuidado en mantener el área deseada.

Se deben evitar áreas comprimidas al cortar y donde sea posible evitar corrugados incompletos.

Cronómetros del espécimen.

Se seleccionan los especímenes de prueba que sean representativos del lote, sin que contengan irregularidades o anomalías, tales como; fricciones, aplastamientos, deformaciones, desgastes, dobleces o corrugados cortados.

Se cortan los especímenes de las áreas del cartón a 3.8-cm. como mínimo de distancia de la tinta impresa, líneas de doblez y cortes.

Procedimiento.

Después de cortar a la medida el espécimen debe centrarse sobre la placa inferior con el corrugado paralelo a la longitud del soporte de la placa.

Se aplica la carga hasta que los lados de las paredes del corrugado se venzan completamente. La falla se considera como la carga máxima sostenida antes de vencerse -- completamente.

Normalmente ocurre un vencimiento menor al vencimiento final cuando las puntas del corrugado se achatan en uno o en ambos lados del espécimen. Esto no debe confundirse con el punto final, cuando el corrugado cede completamente.

Se deben hacer como mínimo 10 determinaciones.

#### Resultados.

El resultado debe darse en forma de reporte el cual debe contener los siguientes datos:

Carga en  $\text{Kg/cm}^2$  para llevar a cabo el vencimiento.

Promedio de los resultados de la prueba, su rango, su valor máximo y mínimo, la desviación normal de los resultados, el número total de especímenes probados, el número de especímenes que presentan dobleces.

El tipo de corrugado.



PROGRAMA  
VMECA

CAPITULO IV  
DATOS ESTADISTICOS

## 4. DATOS ESTADISTICOS

El papel para envases constituye de la producción total de papel en México su grupo más importante, habiendo representado durante la última década un poco más del 60 % de la misma .

El cuadro No. 1 muestra la importancia de cada uno de los grupos en la producción total, pudiendo observarse que no obstante que el papel para envase ha tenido un ligero decremento en importancia (representó el 64 % en 1968 y solo el 61 % en 1977), debido al mayor crecimiento registrado principalmente en el grupo de papeles sanitario y facial, su crecimiento de 7.2 % anual puede considerarse satisfactorio .

Cuadro No. 1

IMPORTANCIA POR GRUPOS EN LA PRODUCCION DE PAPEL (o/o)											
	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	Inc. Anual
Escritura e Impresión	27.0	26.7	24.2	24.2	24.9	23.2	23.7	24.1	26.2	27.1	7.8
Empaque	64.4	62.8	65.2	64.7	63.5	65.6	64.2	64.1	62.0	61.2	7.2
Sanitario y Facial	5.4	6.1	6.3	6.4	7.2	7.9	8.0	8.9	8.4	8.7	13.7
Especialidades	3.2	4.4	4.3	4.7	4.4	3.3	4.1	2.9	3.3	3.0	7.4

FUENTE: C N I C P.

La gráfica No. 1 muestra en número índice la tendencia de crecimiento del consumo aparente del papel para envase, misma que resulta ser ligeramente superior que la del producto interno bruto y similar a la del P I B del sector industrial, pero muy superior a la del P I B del sector agropecuario, cuya interrelación con el consumo del papel para envase es innegable, por lo que se considera que el lento desarrollo del sector agropecuario nacional ha obstaculizado un mayor ritmo de crecimiento en el consumo de estos papeles .

#### 4.1 Producción Nacional .

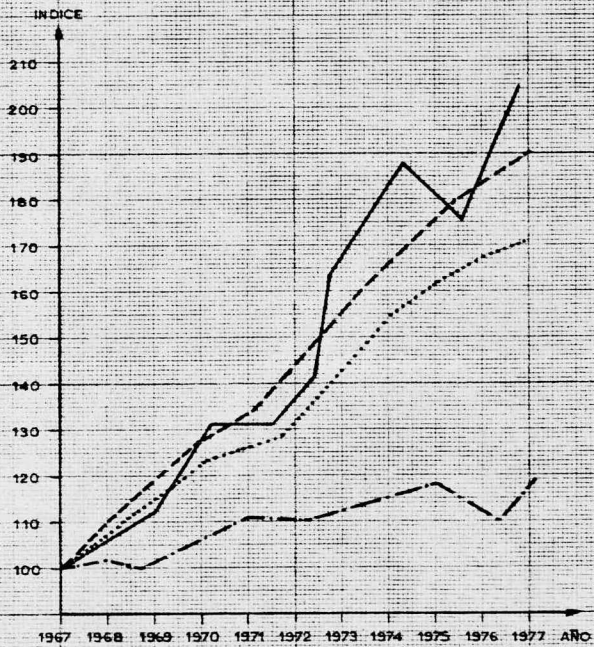
La producción nacional de papeles para envases ha sido hasta la fecha capaz de satisfacer casi totalmente la demanda del país, ya que como se aprecia en el cuadro No. 2, en la última década ha sido satisfecho en promedio el 98.1% del consumo aparente .

Cuadro No. 2

PRODUCCION VS. CONSUMO APARENTE PAPEL PARA EMPAQUE						
Año	Producción		Importaciones	Consumo Aparente		Prod. Nal. s/Consumo o/o
	Volumen (Tons.)	o/o Incto. s/Año Ant.	Volumen (Tons.)	Volumen (Tons.)	o/o Incto. s/Año Ant.	
1968	475,178	—	264	475,442	—	99.9
1969	513,832	8.1	214	514,046	8.1	99.9
1970	585,040	13.9	196	585,236	13.8	99.9
1971	587,739	0.5	900	588,639	0.6	99.8
1972	622,410	5.9	15,879	638,639	8.4	97.5
1973	729,610	17.2	23,513	753,123	18.0	96.9
1974	805,395	10.4	35,413	840,808	11.6	95.8
1975	759,018	— 5.8	27,696	786,714	— 6.4	96.5
1976	824,893	8.7	30,693	855,586	8.8	96.4
1977	923,880	7.8	34,893	923,880	8.0	96.2
PROMEDIO		7.2			7.6	98.1

FUENTE: Dirección General de Estadística de SIC y CNICP.

GRAFICA No.1  
 TENDENCIAS DEL PRODUCTO INTERNO  
 BRUTO Y DEL CONSUMO APARENTE  
 DEL PAPEL PARA ENVASE EN MEXICO 1967-1977



## 4.2 Importación

Las importaciones de papel para envase que en 1977 representaron el 3.8 % del consumo, corresponden prácticamente en su totalidad al cartoncillo destinado a la fabricación de envases para la industria de alimentos y principalmente productos lácteos, - mismo que actualmente no se produce en el país y que como puede observarse ha cobrado importancia comercial a partir de 1972. Como puede apreciarse, el papel para cajas (liner y corrugado) es el más importante dentro del grupo y coincidentemente el de - mayor ritmo de crecimiento con 8.9 % anual promedio, superior - al ya mencionado 7.2 % del total para envase .

Lo anterior le ha permitido mantener una importancia permanente - mente creciente, ya que de significar en 1968 el 48.5 % durante -- 1977 representó el 56 % de este grupo .

Bajo el título de cartoncillo está incluido: el duplex, sin recubrir, el duplex recubierto y el gris, siendo los segundos en importancia, así como en crecimiento con un 7.4 % anual, ligeramente superior al del total .

Los dos tipos de papel antes mencionados ( para cajas y cartoncillos) deben su relativa estabilidad y alto índice de crecimiento a la gran diversidad de sectores industriales que abastecen, y de los cuales uno de los más importantes es la industria alimentaria .

La tendencia de crecimiento del papel para sacos con un 6.7 % anual

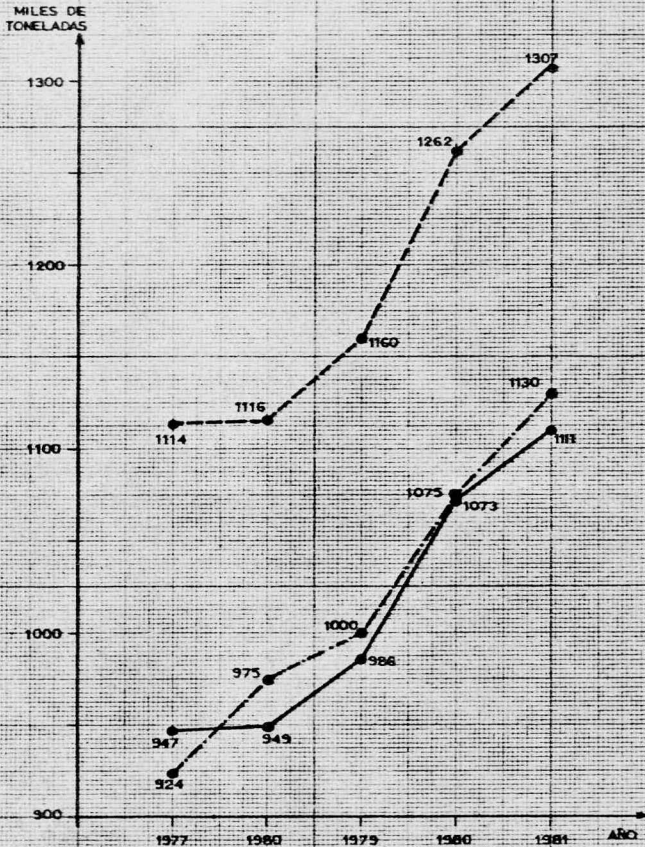
es la más estable dentro del grupo analizado. Sin embargo, se observa la notable desaceleración sufrida en 1970-1971, misma que se repite en 1976-1977 esto debido quizá al limitado movimiento que en esos años reportan al sector agropecuario y el de la construcción, actividades muy ligadas con el consumo de sacos de papel .

Los papeles para bolsas y envolturas presentan los más bajos índices de crecimiento .

La gráfica No. 2 muestra la proyección del consumo aparente de papel para envases, realizada por la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y Papel para el período 1978-1981, mismo en el que se estima un incremento medio anual de 5.2 % .

Se presenta también el pronóstico de capacidad máxima para el mismo período de acuerdo a los proyectos existentes; así como a la capacidad disponible, considerando una utilización del 85 %, nivel que para la industria del papel se considere eficiente .

GRAFICA No. 2  
PAPEL PARA ENVASE



----- CAPACIDAD AL 100%  
 ————— PROYECCION DE CONSUMO  
 ..... CAPACIDAD AL 85%

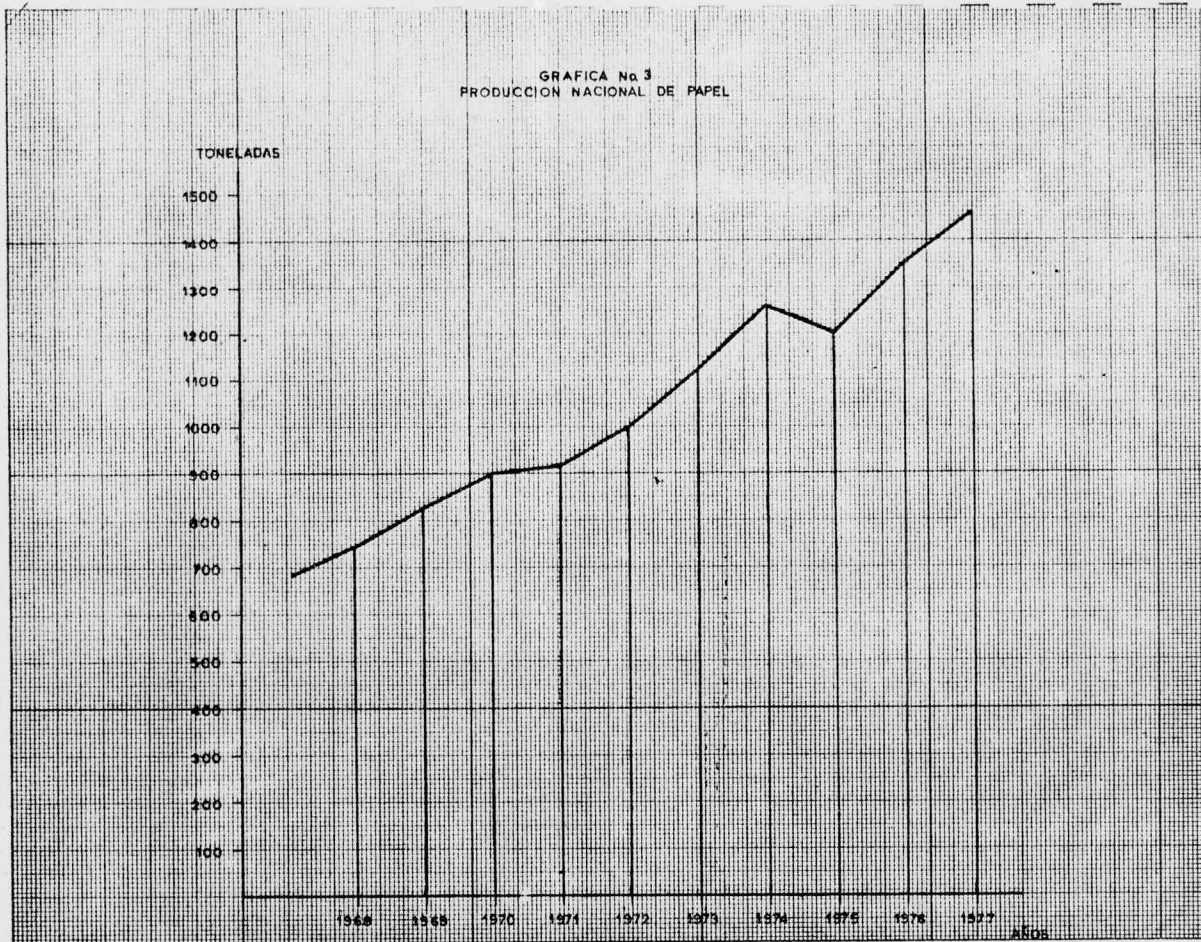
GRAFICA No. 3  
PRODUCCION NACIONAL DE PAPEL

TONELADAS

1500  
1400  
1300  
1200  
1100  
1000  
900  
800  
700  
600  
500  
400  
300  
200  
100

1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977

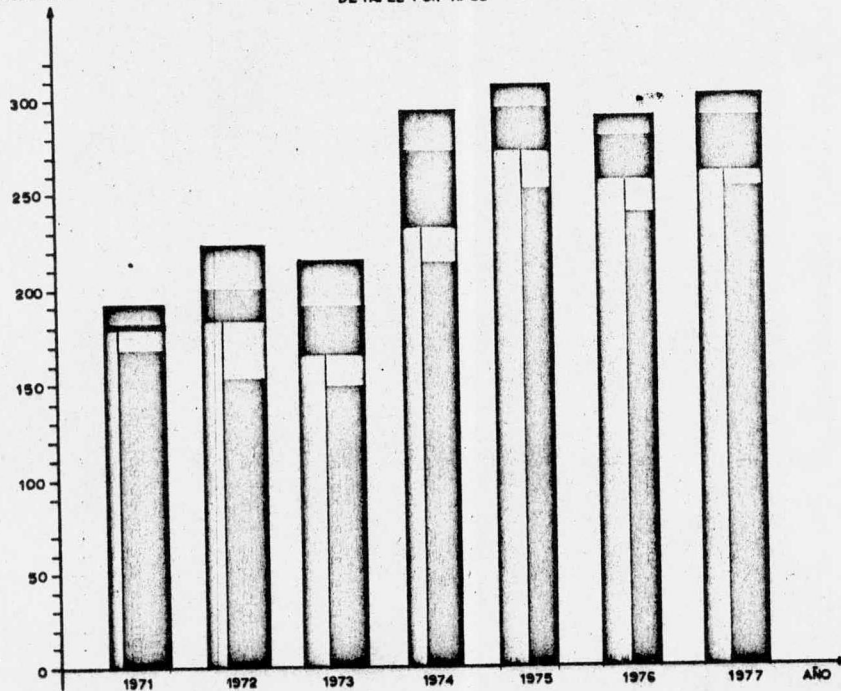
AÑOS





MILES DE TONELADAS

GRAFICA No 4  
PARTICIPACION RELATIVA DE LA IMPORTACION  
DE PAPEL POR TIPOS



■ ENVASE

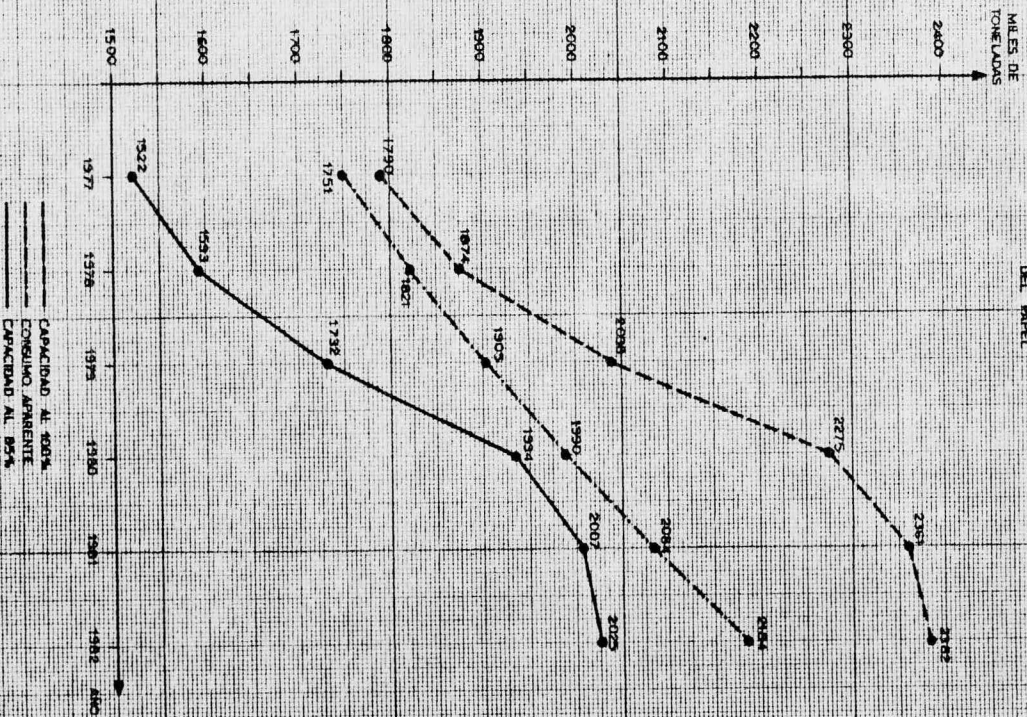
■ PERIODICOS Y LIBROS DE TEXTO

■ OTROS

■ ESCRITURA E IMPRESION

■ OTROS

GRAFICA No. 5  
PROYECCION DEL CONSUMO APARENTE  
DEL PAPEL



ALMIRANTE  
BONIB

CAPITULO V

ETAPA EXPERIMENTAL

## 5. ETAPA EXPERIMENTAL

En envases y embalajes de cartón corrugado se ha observado frecuentemente que los materiales seleccionados para su fabricación no cumplen con los requisitos de diseño en cuanto a las especificaciones de resistencia, y así no cubren las necesidades para las cuales han sido creados.

Existe un gran número de normas necesarias para realizar un adecuado control de calidad del cartón corrugado, éstas en la mayoría de los casos no son tomadas en cuenta por fabricantes y consumidores como guía de las características o condiciones del material que trabajan. En este capítulo se hace una evaluación de los resultados obtenidos en diferentes pruebas de control de calidad practicadas al cartón corrugado de 7, 9, 11, 12.5 y 14 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

Los resultados presentados determinan la importancia de aplicar este tipo de pruebas en los materiales usados, ya que esto podrá ser un indicador del comportamiento final de los mismos en la fabricación de envases y embalajes.

### 5.1 Pruebas Realizadas.

#### 5.1.1 Determinación del espesor.

DGN-M-14 Norma Oficial Mexicana.

"Determinación del Espesor"

El espesor del cartón corrugado, junto con la resistencia a la explosión y el gramaje, influyen en el comportamiento que tendrá el material como componente básico de un-

envase o embalaje.

Esta prueba se utiliza para trabajos de investigación y control en las diferentes etapas de fabricación tanto del papel como del cartón corrugado.

A partir del espesor se puede determinar la densidad del papel y permite observar la uniformidad a lo ancho de la bobina, con lo que pueden detectarse posibles fallas de gramaje o formación.

El espesor se define como la distancia perpendicular entre las dos platinas de un micrómetro, las lecturas se toman en milímetros.

#### Resultado:

De acuerdo a los resultados obtenidos se aprecia que el espesor no presenta una variación considerable. (véase gráfica No. ( 6 ).

#### 5.1.2 Resistencia a la Explosión o Prueba de "Mullen".

ASTM-D-2529 - 68

"Bursting Stranght of Paperboard and Liner Board".

La resistencia a la explosión es una propiedad empírica, que junto con el espesor, sirve para definir, los tipos standard en el comercio de cartón corrugado.

La resistencia del cartón corrugado al reventamiento o explosión es una medida de ciertas propiedades estructu

rales como tensión y elongación, dependiendo del tipo y proporción de fibras, refinación, encolado interno de los papeles que lo constituyen, por lo tanto esta prueba está relacionada a los resultados de la calidad final del envase.

Esta prueba indica la resistencia a la explosión que soporta el cartón.

El procedimiento consiste en aplicar una presión dada a una muestra de cartón corrugado sobre un diafragma de goma el cual se dilata por efecto de un incremento de presión.

La presión requerida para producir la ruptura del cartón en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  o en  $\text{lb}/\text{in}^2$  es registrada en un aparato denominado "Mullen".

Resultado:

Se observó que en las resistencias probadas (7,9,11,12.5 y  $14 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) no está definido un intervalo de variación y es frecuente que un tipo de cartón marcado como de una resistencia determinada, esté próximo a la del inmediato inferior o superior, con lo cual resulta que en realidad, no está definido el valor de la resistencia a la explosión ( ver gráfica No. 7 )

### 5.1.3 Resistencia al Aplastamiento.

DGN-R 164-1973

"Método de Prueba de Aplastamiento para Cartón Corrugado".

La prueba al aplastamiento evalúa la resistencia que --  
tienen las flautas en el cartón corrugado cuando se apli-  
ca una fuerza perpendicular a su superficie.

Aunque no está relacionado directamente con la prueba-  
de compresión a los envases, es una medida del valor -  
de algunos de los factores involucrados en las diferen--  
tes operaciones que intervienen en la fabricación del -  
cartón corrugado.

Los resultados bajos en la prueba de aplastamiento, pue-  
den ser reflejo de una mala formación en las flautas, el  
empleo de materiales de baja calidad o de daños en las-  
corrugaciones después de formados. Estos daños pue--  
den ocurrir en operaciones subsecuentes a la manufactu-  
ra del cartón corrugado en la fábrica constructora de ca-  
jas, debido al aplastamiento sufrido bajo las placas de -  
impresión, o bien por un almacenamiento y manejo defec-  
tuoso.

Por estas razones se debe tener cuidado en el muestreo  
de especímenes de prueba para poder obtener los resulta-  
dos correctos.

A la probeta de cartón corrugado de forma circular se -

le aplica por medio de una máquina de compresión una fuerza perpendicular a su superficie, la cual se mantiene hasta que las paredes del corrugado se venzan completamente. Este valor será el de la resistencia al aplastamiento, esto se reporta en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

#### Resultados:

Los valores bajos en esta prueba indican una mala formación en las flautas y el empleo de materiales de baja densidad.

Es de esperarse que conforme aumenta la resistencia a la explosión aumenta su resistencia al aplastamiento.

Podemos observar que las muestras cero se mantienen sin variación significativa.

En la muestra I no existe una variación significativa en cartón de 7,9,11 y  $12.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , aumentando en el cartón de  $14 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .

Lo mismo ocurre en la muestra II, pero el incremento en el cartón de  $14 \text{ kg}/\text{cm}^2$  no es muy significativa.

En la muestra III los resultados son en general bajos sin mostrar variación significativa. A través de los diferentes tipos de cartón. (ver gráfica No. 8)

#### 5.1.4 Resistencia a la Compresión.



"Edgerirse Compresive Strenght of Corrugated Fiber - Board"

Con los resultados obtenidos en esta prueba se puede comparar la resistencia a la compresión de diferentes lotes de similares combinaciones de materiales.

Esta prueba se realiza con el fin de estimar la probable resistencia del cartón a la compresión en un envase o embalaje terminado.

Una probeta de forma rectangular, se inserta en un soporte, colocándose en forma centrada entre las platinas de una máquina de compresión, la posición de la probeta es con las flautas perpendiculares a las platinas de la máquina de compresión.

La probeta a prueba se somete a una fuerza de compresión que se incrementa hasta que ocurre la falla.

La máxima fuerza soportada se registra como resistencia a la compresión en kg.

Resultados:

La resistencia a la compresión aumenta conforme aumenta la resistencia a la compresión. Esta prueba es importante ya que las probetas están colocadas en la misma posición en la que estarán en el envase terminado. (ver gráfica No. 9 )

### 5.1.5 Resistencia a la Perforación.

TAPPI-803-05-67

"Puncture and Stiffness Test of Container Board"

Esta prueba se efectúa para determinar la resistencia del cartón corrugado en envases y embalajes, ante la posible perforación de un agente externo o por el producto que contenga.

A través de esta prueba se pueden evaluar algunos factores de fabricación y propiedades de los materiales empleados en la fabricación del cartón corrugado.

La probeta es colocada entre dos placas horizontales las cuales tienen un orificio triangular, sujetándose firmemente y soltándose el péndulo en el cual está la cabeza de perforación, registrándose la fuerza requerida para la perforación en Kg/cm.

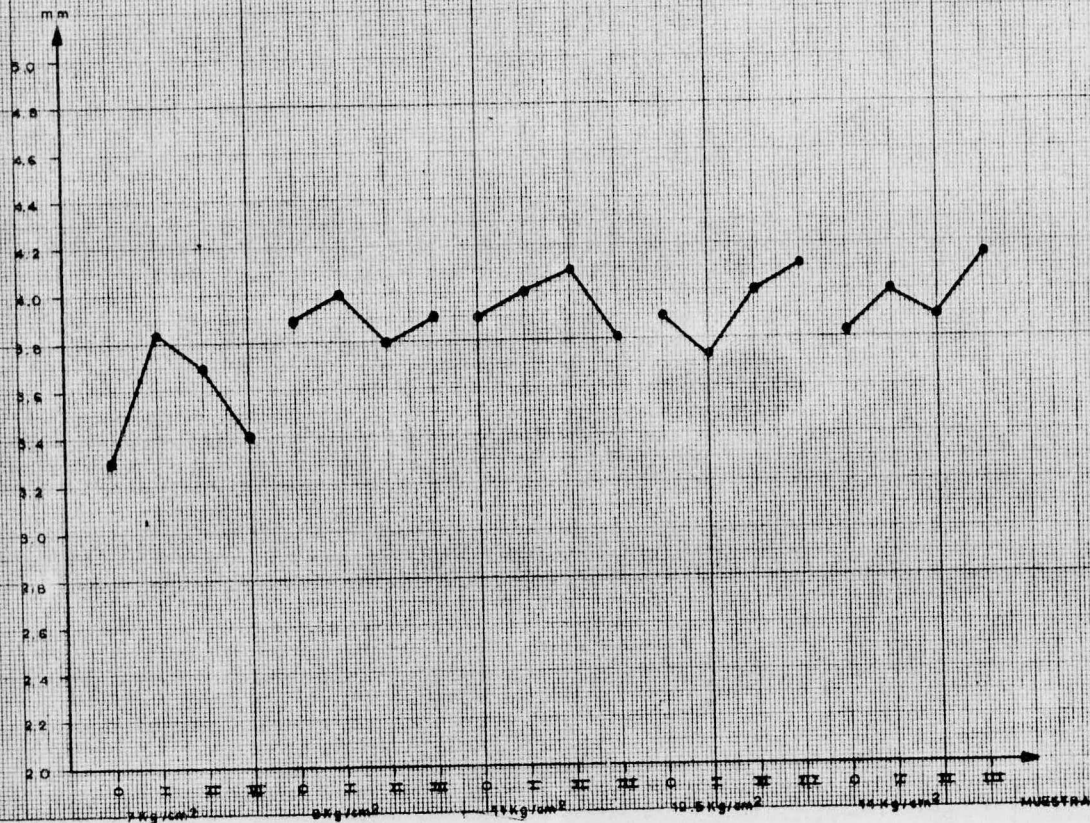
Resultados.

Es de esperarse que la resistencia a la perforación aumenta cuando aumenta la resistencia a la explosión. La resistencia a la perforación aumenta conforme aumenta la resistencia a la explosión. (ver grafica No. 10 ).

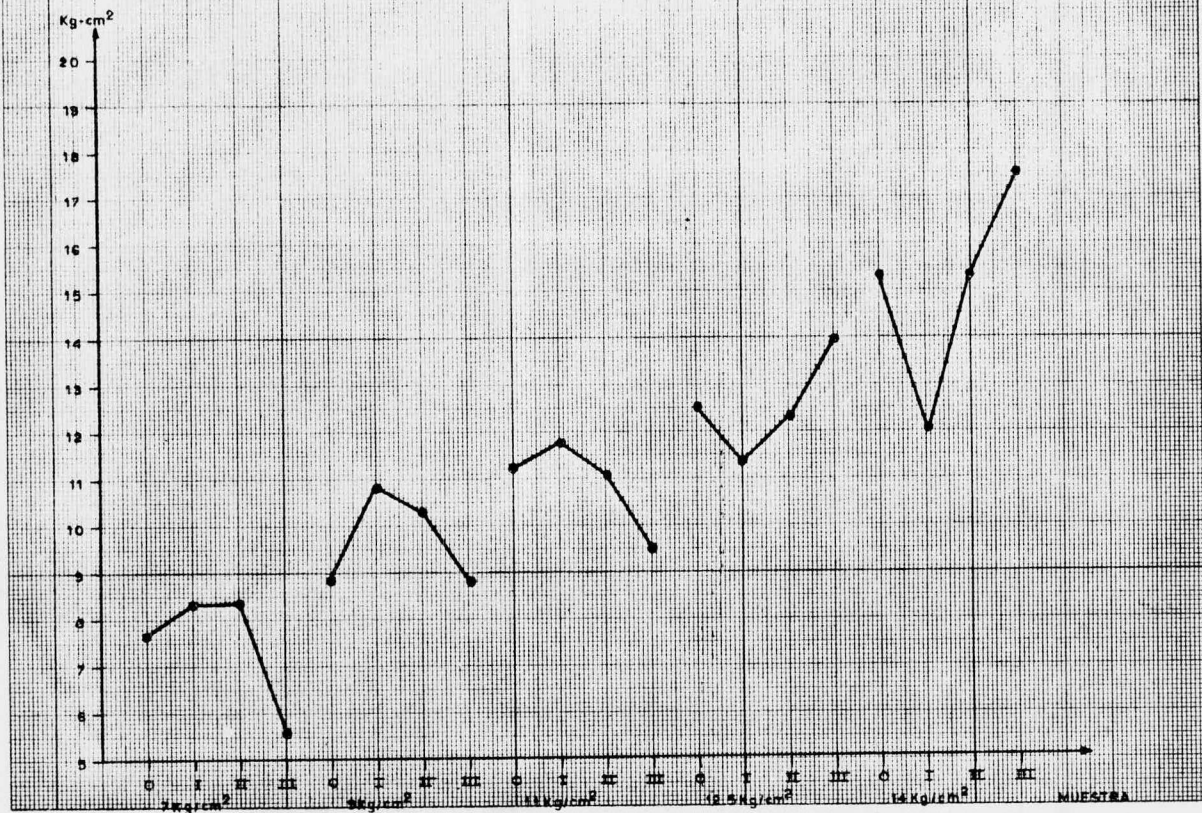
## 5.2 RESULTADOS DE LA ETAPA EXPERIMENTAL.

Tipo de Cartón	Resistencia mm.	Espesor mm.	Aplata miento. kg.	Explosión kg/cm <sup>2</sup>	Comore sión. Kg.	Perfora ción. k g/cm
0	7 kg/cm <sup>2</sup>	3.34	125.44	7.61	43.35	47.33
I	"	3.85	122.40	8.40	49.21	50.00
II	"	3.74	136.08	8.40	56.49	67.00
III	"	3.42	115.81	5.65	31.75	42.00
0	9 kg/cm <sup>2</sup>	3.98	127.81	8.93	53.30	63.20
I	"	4.02	111.35	10.91	50.07	54.00
II	"	3.81	146.17	10.32	45.99	78.50
III	"	3.82	97.63	8.47	42.33	78.00
0	11 kg/cm <sup>2</sup>	3.83	127.46	11.12	66.66	69.00
I	"	4.04	102.69	11.87	56.13	55.20
II	"	4.14	143.19	11.24	55.56	86.00
III	"	3.81	117.70	9.50	49.66	67.50
0	12 kg/cm <sup>2</sup>	3.91	126.46	12.50	62.71	72.25
I	"	3.75	130.72	11.45	55.11	60.40
II	"	4.23	138.47	12.42	63.50	94.00
III	"	4.25	132.99	13.99	49.44	74.66
0	14 kg/cm <sup>2</sup>	3.85	113.00	14.83	54.30	71.20
I	"	4.01	194.23	12.17	65.12	60.40
II	"	3.95	162.86	14.87	78.97	96.00
III	"	4.17	119.80	17.36	62.76	83.50

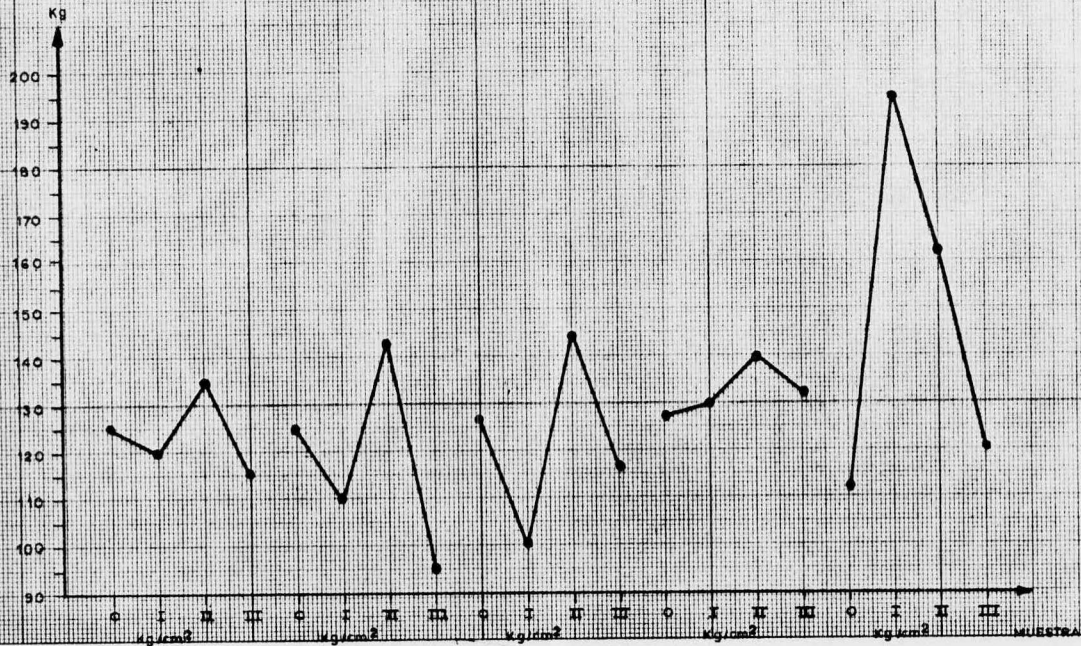
GRAFICA No. 6  
DETERMINACION DEL ESPESOR



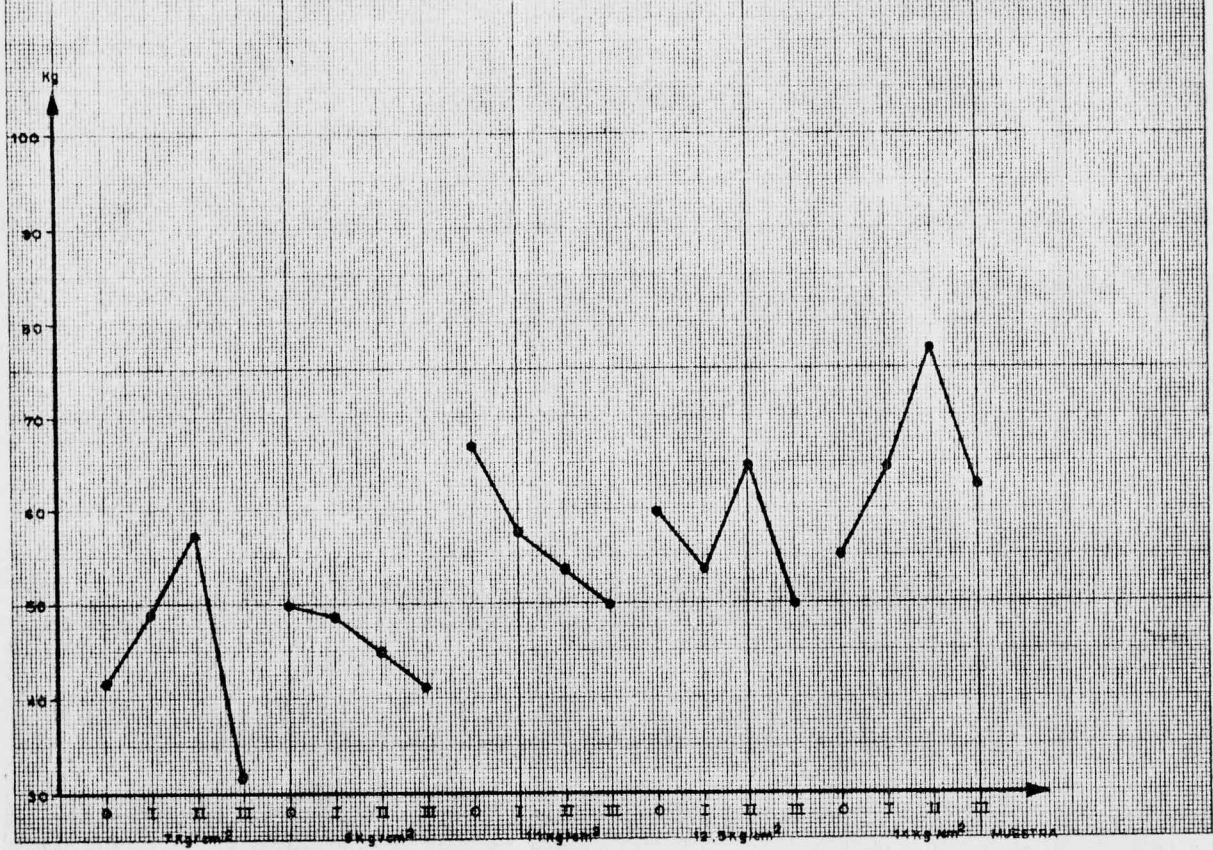
GRAFICA No.7  
RESISTENCIA A LA EXPLOSION



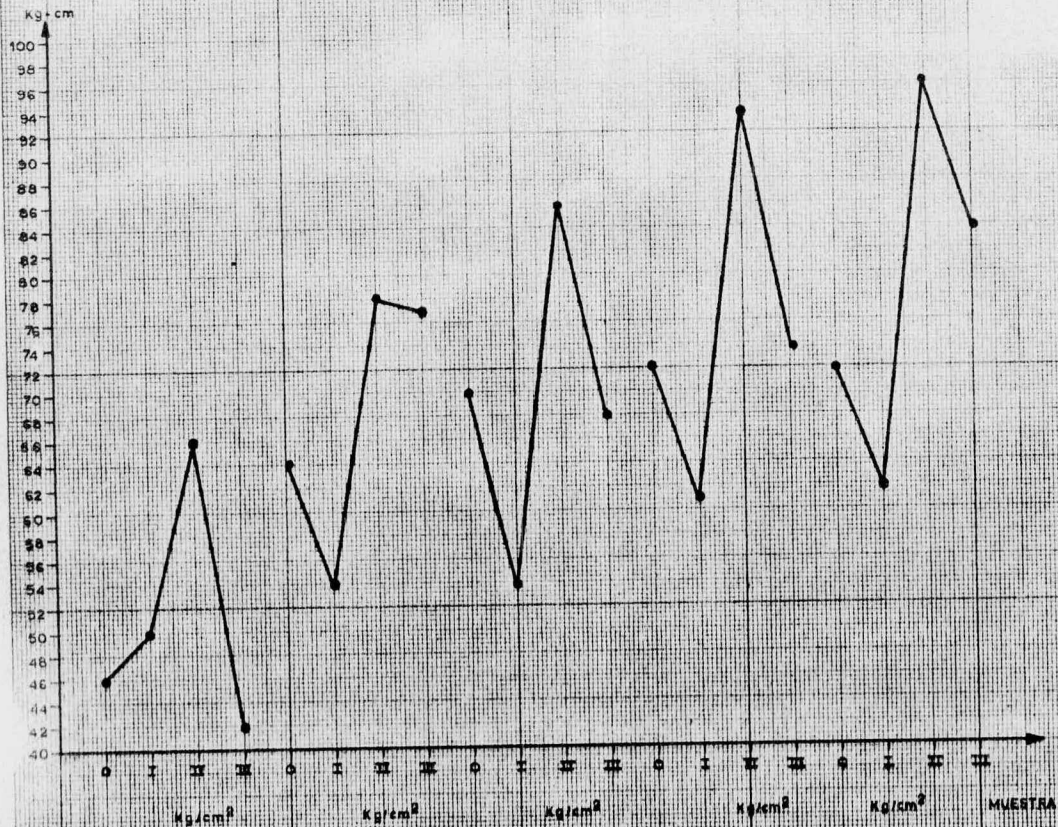
GRAFICA No. 8  
RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO



GRAFICA No 8  
RESISTENCIA A LA COMPRESION



GRAFICA No. 10  
RESISTENCIA A LA PERFORACION





## CONCLUSIONES

Como conclusiones de este estudio se presentan los siguientes puntos:

- El describir cada una de las etapas de los procesos de fabricación -- permite determinar al obtener diferencias significativas en los resultados de los métodos de prueba para el control de calidad en este material, definir cual de ellas es la que influye en las variaciones de -- estos resultados.
  
- Las tablas de datos estadísticos permiten conocer las cifras bajo las cuales este material participa como una materia prima básica en la -- fabricación de envases y embalajes.  
La producción nacional no es suficiente por lo que es necesario la im-  
portación.
  
- El obtener variaciones en los resultados de las pruebas aplicadas al -- cartón corrugado, indica este material no siempre cumple con las -- especificaciones dadas.
  
- No se cuenta con todas las normas oficiales mexicanas para llevar a -- cabo todos los métodos de prueba aplicables a este material, haciendo esto necesario la elaboración de dichas normas.  
Esto es función del Comité Consultivo Nacional de Normalización de -- Envase y Embalaje y corresponde a los fabricantes o consumidores -- cooperar para la correcta elaboración de las mismas, ya que esto fi-  
nalmente va a beneficiarlos al proporcionarles los medios para obte-

ner y manejar cartón corrugado sin defectos, con especificaciones -- que realmente cubran necesidades y eviten pérdidas por rechazo de - material que no cumplan con el control de calidad adecuado.

WYLLIE  
BOSMID

## BIBLIOGRAFIA

1. COSTA COLL T Manual del Fabricante de Papel.  
2o. Edición. Ed. Bosch. Barcelona.  
España. 1953.  
pp.7,8.
2. MOSHER O Industrial and Speciality Papers.  
2o. Edición. Chemical Publishing-  
Company Inc.  
Vol. I. 1968  
pp. 1,2. Capítulo 1.
3. NORMA OFICIAL MEXICANA Nomenclatura para la definición de  
términos usados en la industria y-  
comercio del papel.  
M-1-1955
4. NORMA OFICIAL MEXICANA Terminología del Papel y Cartón -  
Usados para Envase y Embalaje.  
NOM-EE-1979
5. NORMA OFICIAL MEXICANA Terminología del Papel y Cartón -  
Usados para Envase y Embalaje.  
NOM-EE-1979
6. EARL LIBBY C Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y  
Papel.  
1o. Edición. Ed. Continental S.A.  
México, D.F.  
Quinta Impresión. 1967.  
pp. 175.
7. HORI ACOSTA A Estudio de un Sistema Integral para  
la Recuperación de Merma en una-  
Fábrica de Papel.  
Tesis Fac. de Química. UNAM. -  
México. 1972.  
p.3

8. CASEY J. Pulp and Paper.  
2o. Edición. Interscience Publishers  
Inc. New York.  
Vol. I. 1952  
pp. 133 - 139  
209 - 223  
317 - 321  
360 - 361  
370 - 375  
387 - 388
9. INSTITUTO MEXICANO DE  
ASISTENCIA A LA INDUSTRIA Seminarios Audiovisuales de Envase -  
y Embalaje.  
Curso No. 3 México, D.F.  
1976
10. JAMIESON M. Manejo de los Alimentos.  
1o. Edición. Ed. Pax. México, D.F.  
Vol. 2. 1975.  
pp. 337-338
11. INSTITUTO MEXICANO DE  
ASISTENCIA A LA INDUSTRIA Materiales de Envase y Embalaje.
12. CONGRESO NACIONAL Y EXPO-  
SICION DE CONTROL DE CALI-  
DAD Conferencias.  
IMECCA. México D.F.  
Vol. I. 1973  
pp. 9, 10, 17, 21, 22, 25-42
13. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de prueba para acondiciona-  
miento de papeles y cartones para-  
pruebas.  
DGN-M-10-1970
14. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determi-

nación de la resistencia de la superficie al levantamiento en papeles y cartoncillos.  
DGN-M-12-1965

15. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para Determinar el espesor y el Peso Específico de Papeles y Cartoncillos.  
DGN-M-14-1965.
16. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia a la Tracción de Papeles y Cartones.  
DGN-M-25-1968
17. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determinación de la Lisura en Papeles y Cartoncillos.  
DGN-M-11-1978.
18. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia al Reventamiento de Papeles y Cartones.  
DGN-M-26-1968
19. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determinación de la Resistencia del Papel y del Cartón al rasgado interno.  
DGN-M-48-1973
20. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba para la Determinación de Humedad de los Papeles y Cartones por secado en Estufa.  
DGN-M-21-1968
22. NORMA OFICIAL MEXICANA Método de Prueba de Aplastamiento para Cartón Corrugado.  
DGN - R - 164 - 1973

23. ASOCIACION DE TECNICOS DE  
CELULOSA Y PAPEL

ATCP  
México, D.F.  
Vol. XVIII. No. 3  
1978  
pp.182 - 184

24. CAMARA NACIONAL DE LAS -  
INDUSTRIAS DE LA CELULO-  
SA Y DEL PAPEL

Memoria Estadística.  
1978