



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

6

**EL CONTROL DE CALIDAD
EN LA FABRICACION
DE CARTON CORRUGADO**



Tesis

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

PRESENTAN

**JOSE CONCEPCION ORTIZ HERNANDEZ
AGUSTIN SANCHEZ HERNANDEZ**

México, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL GABRIEL GARCIA MARQUEZ

TESIS 1978

N.º ~~318~~ 318

FECHA _____

PROC. _____



EL CONTROL DE CALIDAD
EN LA FABRICACION
DE CEMENTO PORTLAND



Tesis

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

JOSE CONCEPCION ORTIZ FERNANDEZ
AGUSTIN SANCHEZ MARRANQUE

1978

México, D.F.

Jurado asignado originalmente
según el tema.

PRESIDENTE Prof. ENRIQUE GARCIA GALIANO.
V O C A L Prof. MARIO GUEVARA VERA.
SECRETARIO Prof. JORGE A. CASTAÑARES A.
1er. SUPLENTE Prof. CARLOS ROMO MEDRANO.
2do. SUPLENTE Prof. JOSE LUIS GONZALEZ M.

Sitio donde se desarrolló el tema: COMPañIA PAPELERA TEXCOCO Y FACULTAD
DE QUIMICA.

Nombre completo y firma de los sustentantes:

JOSE CONCEPCION ORTIZ HERNANDEZ.

AGUSTIN SANCHEZ HERNANDEZ.

Asesor del tema: PROF. ENRIQUE GARCIA GALIANO.

A Nuestros Padres

*Con inmenso cariño
y eterna gratitud*

A Nuestros Hermanos

*Con cariño y agradecimiento por la
ayuda en los momentos dififiles*

A Nuestros Amigos

Con el afecto de siempre

Agradecemos al profesor

Enrique García Galiano

*la valiosa ayuda prestada, sin la cual
no hubiese sido posible la realización
de este trabajo*

*Con todo respeto y agradecimiento a
nuestros maestros que tuvieron a bien
formar parte de nuestro jurado y de
impartirnos sus conocimientos durante
nuestra estancia en esta escuela*

Profesor Mario Guedara Vera

Profesor Jorge A. Castañares A.

Profesor Carlos Romo Medrano

Profesor José Luis González M.

Con agradecimiento para los señores

Ing. Carlos Hernández

y

José Luis González

A la Facultad de Química

Fuente inagotable de conocimiento

INDICE

CAPITULO	I.—INTRODUCCION	9
CAPITULO	II.—GENERALIDADES	11
CAPITULO	III.—PROCESO DE FABRICACION DEL CARTON	17
CAPITULO	IV.—PRUEBAS EN EL PAPEL Y CARTON. METODOS FISICOS	24
CAPITULO	V.—PRUEBAS EN EL PAPEL Y CARTON. METODOS QUIMICOS	30
CAPITULO	VI.—CALCULOS Y RESULTADOS	38
CAPITULO	VII.—CONCLUSIONES	59
CAPITULO	VIII.—BIBLIOGRAFIA	61

CAPITULO I

INTRODUCCION

Es lamentable que siendo el control de calidad, una parte importante dentro del desarrollo de una industria, éste no se lleve de una manera amplia y ordenada. En algunos lugares ni siquiera se efectúa un control de calidad, esto se debe a la existencia de una serie de inconvenientes, argumentos y problemas expuestos por cada compañía en particular y siendo el principal, la política interna de cada compañía.

En muchas fábricas existe el departamento de control de calidad, pero éste no efectúa su función en forma completa, sino que generalmente lo realiza en forma parcial debido a la falta de aparatos para poder realizar pruebas de control de calidad. Además las personas empleadas para el departamento de control de calidad, no se encuentran ampliamente capacitadas para realizar un buen trabajo. La contratación de personas deficientes y sólo una pequeña parte de los aparatos para el laboratorio de control de calidad, son puntos que emplean los fabricantes para poder reducir los costos totales del producto terminado, criterios erróneos de una buena economía.

Para una gran cantidad de compañías es más importante obtener ganancias a corto plazo, importándoles muy poco la calidad de sus productos, si con esto se disminuye el costo del producto terminado. Este concepto de competencia es erróneo, debido a que si se aumenta la calidad en el producto y aumenta por esta razón el costo de este producto pasando a ser un producto de competencia por la calidad adquirida.

Un departamento de control de calidad que esté trabajando bien, nos dará en forma constante, información que nos permita continuar

optimizando el proceso y con esto abatir los costos en la elaboración del producto. Debido a ésto la inversión inicial para montar un buen laboratorio se verá amortizada y posteriormente obtener un mayor margen de ganancia. Claro que este margen de ganancia se obtendrá a largo plazo, pero se obtendrá de una manera constante y sin peligro de no vender la producción total del producto por falta de calidad.

En las fábricas de papel, es importante el control de calidad, puesto que si éste no se lleva a cabo en forma adecuada, los rollos de papel se van a rechazar por una deficiente calidad. Esto provoca que se tengan que repesar nuevamente, con las respectivas pérdidas por concepto de servicios (luz, agua, vapor, etc.), mano de obra, mantenimiento, tiempo de trabajo, etc.

Si la fabricación del papel es defectuosa, es decir, el papel es de mala calidad, la fabricación de cartón corrugado se va a ver afectada y por lo tanto el cartón corrugado va a ser de calidad inferior. Esto permite que el cartón se tenga que vender más barato o que se tenga que reprocesar, con la consecuente pérdida que esto involucra.

Además el control de calidad permite determinar la relación que existe entre algunas propiedades del papel, por ejemplo, la humedad modifica el peso del mismo y además hace cambiar el papel y, algunas de las propiedades que están relacionadas con ésta. Un ejemplo de ésto se puede observar con respecto a la resistencia. Esta interrelación que existe entre las propiedades físicas del papel, permite en un momento dado saber bajo qué condiciones se va a vender el producto.

Un ejemplo real y con el cual se trabaja dentro de esta fábrica de papel y cartón corrugado, es el del empaque corrugado (cajas de cartón corrugado), que se venden a la Compañía Celanese Mexicana. Esta compañía compra los empaques con un peso constante, debido a que el producto que vende, lo vende incluyendo el peso del empaque. Lo más importante por lo tanto es el peso constante en todos los empaques, y no, alguna de las otras propiedades físicas en el cartón.

Para la fábrica de empaques lo más importante no es sólo el peso constante en los empaques, sino observar y controlar las otras variables que pueden modificar el peso (humedad, Mullen, calibre, etc.), además de obtener un empaque perdurable y con ésto, valores óptimos en cada una de las propiedades del cartón corrugado y papel de utilización para este cartón.

CAPITULO II

GENERALIDADES

"EL CONTROL DE CALIDAD"

El control total de la calidad está dedicado a las personas responsables del éxito de las operaciones, de los negocios o industrias. Estas personas pueden ser denominadas gerentes, superintendentes, ingenieros, gerentes de la calidad, ingenieros del control de la calidad, etc.

En base a muchas experiencias con que se ha encontrado la industria últimamente con relación al control total de la calidad el cual se puede definir como sigue: "Es un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización para la integración del desarrollo del mantenimiento y de la superación de la calidad de un producto con el fin de hacer posibles fabricación y servicio o satisfacción completa del consumidor y al nivel más económico".

En la base "control de calidad" quiere decir mejor producto para el consumidor dentro de ciertas conclusiones, las cuales son:

- 1.—Su uso actual.
- 2.—El precio de venta del producto.
- 3.—La calidad de un producto debe considerarse como algo que tiene relación con el costo mínimo, también la palabra control representa un instrumento para uso de ejecutivos y encierra cuatro aspectos: a) Establecimiento de estándares de la calidad; b) Producción dentro de estos estándares de calidad; c) Acción cuando se sobrepasan los estándares y; d) Proyectos para el mejoramiento de los estándares.

4.—Se han seguido en la industria algunos métodos de control de calidad. Lo nuevo en el enfoque moderno del control de calidad es: a) La integración dentro de un programa administrativo general de actividades y; b) La adición a los métodos a las mitades de pruebas de tiempo en el uso de nuevas tecnologías del control de calidad.

5.—El control total de la calidad es un auxiliar no un sustituto de los trabajos de diseño ni de los buenos métodos de manufactura.

6.—Los principios del control de calidad son básicos en cualquier tipo de industria de radios, motores eléctricos, de tuberías y hasta de repostería o en la fabricación de drogas y cerveza.

7.—Los detalles de cada programa de control de calidad se deben elaborar de modo que se detallen las necesidades de cada planta.

8.—La médula de la aplicación del control de la calidad es el control en el sitio mismo de la producción durante los procesos de diseño y manufactura de manera que se impida calidad mediocre, y tener que conseguir calidad mala después de haber producido.

9.—Los beneficios que resultan de los programas de control total de la calidad son: Reducción de pérdidas, reducción de tropiezos en la línea de producción, mejor calidad de diseño y de producto, así como la reducción de los costos de operación.

10.—Determinados costos asociados con el control de calidad suministran para optimizar las actividades del control total de calidad. Los costos para lograr y mantener cierto nivel de calidad del producto, se llaman costos operativos de la calidad. Estos se dividen en cuatro:

a) Los costos de prevención: Que indique la planeación de la calidad y otras relativas a la prevención de defectos. Estos comprenden costos debidos a la intervención de los ingenieros de control de calidad.

b) Costos de evaluación: O costos que son en los que se incurre para evaluar la calidad del producto, para mantener los niveles de la calidad establecidos. En esto quedan incluidos los costos de inspección y pruebas.

c) Costos de fallas internas: Estos costos son originados por materiales defectuosos y productos que no satisfacen las especificaciones de calidad impuestas por la compañía. Ahorran desperdicios, reproceso y desechos.

d) Costos de fallas externas: Causadas por producto defectuoso que llega a manos del consumidor, estas incluyen quejas y costos de garantía de servicio del producto.

11.—Reducción de costos: En particular la reducción de costos de operación es un resultado posible del control de calidad por dar razones. a) La industria ha carecido a menudo de estándares. b) En casi todos los casos, un gasto en el campo de producción actúa ventajosamente en la reducción de los costos en las áreas de evaluación de fallas internas y externas.

12.—Los factores que afectan la calidad industrial del producto son: a) Demandas de los consumidores de mejor calidad y; b) La necesidad de mejorar dentro de la planta los estándares del control de calidad para satisfacer tales demandas.

13.—Las demandas anteriores pueden ser resueltas por medio del control total de la calidad. Asignando al personal clave, responsabilidades concretas con relación a la calidad y, con la organización de un equipo de control de calidad cuya principal preocupación sea la calidad del producto.

14.—Los factores que afectan la calidad del producto son: Tecnológico (máquinas, materiales y procesos) y Humano (operadores y jefes de taller, etc.).

15.—Un control efectivo sobre los factores que afectan la calidad exige vigilancia. Estos controles se designan con el nombre de tareas de control de calidad y son: a) Control de nuevo diseño; b) El control de recepción de material; c) Control del producto y; d) Estudio específico del proceso.

16.—El control del nuevo diseño implica el establecimiento y la especificación de un costo razonable de calidad, de costo de ejecución y estándares que garanticen confiabilidad en el producto eliminando posibles orígenes de fallas, antes de enunciar la producción formal.

17.—El control de recepción del material comprende la recepción y el almacenamiento a niveles de los más económicos.

18.—El control del producto comprende la operación de controlar en el momento de la producción y del control de servicio en su uso.

19.—La confiabilidad es en efecto "funcionamiento del producto en el lapso previsto de vida del producto (tiempo)". Es una parte de la calidad total requerida, del producto (justamente como son su aspecto, conservación, servicio, resistencia, etc.).

En consecuencia debe ser tratada dentro del concepto del control total de calidad.

20.—Las estadísticas tienen empleo en un programa total de calidad en donde quiera y cuando sean de utilidad, pero los aspectos del control total de calidad, los implementos, cuatro en número que se han usado en las actividades del control de calidad son: a) Distribuciones de frecuencia; b) Gráficas de control; c) Tablas de muestreo y; c) Métodos especiales.

El punto de vista representado por estos métodos estadísticos ha producido un efecto profundo en el campo del control total de calidad.

21.—El punto de vista estadístico en el control total de calidad se concreta esencialmente a lo siguiente: constantemente las variaciones en la calidad del producto, deben ser estudiadas dentro de los lotes, en los equipos de proceso y entre lote y lote del mismo artículo en las características críticas de la calidad y en los estándares. Estas variaciones en la calidad del producto, deben y pueden ser estudiadas mejor por análisis de muestras seleccionadas de los lotes o de unidades producidas por el equipo de trabajo.

22.—Las demandas del uso del control total de calidad en los procesos automáticos de fabricación, son mayores cada día cuando se usa equipo automático, se hace necesario un nivel de calidad superior en la fabricación de piezas para que las operaciones no presenten dificultades. En realidad mientras no se logren niveles altos de calidad, los paros se encargarán de hacer antieconómico el procedimiento automático.

El descubrimiento rápido de actuaciones fuera de control, los ajustes de control oportunos y la reacción pronta a las correcciones en el proceso son esenciales para aminorar el número de defectos.

23.—Un aspecto importante del control total de calidad es que empiece a controlar la calidad en su punto de origen. Un ejemplo de ello es su efecto positivo en la creación en el obrero de responsabilidad y de interés por la calidad del producto, que nace del acto de verificar las mediciones que hace el operador con sus propias manos.

24.—Es indispensable para que el control de calidad tenga éxito en cualquier planta, la intangible pero muy importante creación de la conciencia de calidad en todos los rangos desde los altos directivos hasta el último de los obreros.

25.—Todo lo que sea nuevo en un programa de control de calidad debe procurarse sea aceptado por persuasión, por todos los elementos de la organización de una planta, a fin de lograr cooperación.

Es deseable que en el desarrollo de los detalles del programa del control de calidad tomen participación muchos de los miembros de la compañía.

26.—Todo programa de control de calidad debe disfrutar del apoyo. Si es débil o incierto, es muy problemático que el resto de la organización lo acepte y cumpla con él.

27.—Los altos directivos deben reconocer desde el comienzo de su programa de control de calidad que no se trata de un proyecto pasajero de reducción de costos. Sin embargo, el programa no puede desempeñar su papel real de instrumento de control para la gerencia sino que hasta que han sido eliminadas las ineficiencias señaladas por la reducción en los costos.

28.—Como elemento de organización, el control de calidad es un instrumento que permite a los directivos, delegar autoridad y responsabilidades eximiéndolos de perder su tiempo en detalles innecesarios, sin privarlos de los medios para retener el control de calidad de los productos a que su organización esté dedicada.

Existen dos conceptos básicos en la organización de un sistema de control. El primero es el que la calidad es la responsabilidad de todos en donde cada componente de la organización tiene una responsabilidad relacionada con la calidad, por ejemplo el mercado determina las preferencias del consumidor, el departamento de ingenieros marca las especificaciones de calidad del producto y la supervisión en los talleres, cuida de la integración de la calidad en el producto.

El segundo concepto es que siendo la calidad un asunto en que interviene todos pueden convertir en un asunto de nadie. La alta dirección deberá reconocer que las muchas responsabilidades individuales con respecto a la calidad serán desempeñadas con mayor efectividad si se presentan y se respaldan por una función genuinamente moderna, bien organizada y cuya esfera de acción se concentre en los trabajos del control de calidad.

29.—Este componente orgánico del control de calidad contiene dos objetivos gemelos. (a) Promover seguridad en la calidad del producto de la compañía o sea estar siempre ciertos de que los productos enviados al mercado son buenos y (b) ayudar a obtener un costo óptimo por tales productos.

Cumple con estos objetivos por medio de tres funciones o subfunciones: ingeniería del control de calidad, ingeniería del control de procesos y equipo ingenieril de información de la calidad. Estas subfunciones del control de calidad suministran bases ingenieriles tecnológicas que son aplicables a cualquier producto, para estar ciertos de que su calidad es buena y que el costo de la calidad es óptimo.

30.—La ingeniería del control de calidad ejecuta la planeación de la calidad la cuál establece la armazón de todo el sistema del control de calidad en la compañía.

31.—Los ingenieros de control del proceso llevan a la práctica la aplicación de este sistema en los talleres, y en consecuencia, suplantando gradualmente la antigua actividad de inspección policial.

32.—El equipo ingenieril de información sobre la calidad, diseña y desarrolla el equipo de inspección y pruebas con el fin de obtener medidas para el control de proceso.

33.—Desde el punto de vista de las relaciones humanas, la organización del control de calidad es a la vez: (a) un canal de comunicación para informes sobre la calidad del producto entre todos los interesados, empleados y grupo. (b) Un medio de participación de estos empleados y grupos en el programa integral del control de calidad.

La organización del control de calidad es un medio para aplicar la actitud que a veces se observa en operadores y especialistas de que "nuestra responsabilidad en lo que a calidad concierne es tan pequeña, que, en realidad no sentimos que formamos parte del programa de control de calidad ni que somos parte importante de él".

34.—El control total de calidad debe desarrollarse en una forma gradual, en una compañía cualquiera. Es a menudo juicioso seleccionar uno o dos problemas de los más molestos y lograr resolverlos de manera satisfactoria, así como permitir que el sistema se desarrolle paso a paso.

Los principios que preceden enfocan el camino que tendrá que seguirse en el campo del control de calidad y su desarrollo se continuará hasta obtener la meta fijada.

PROCESO DE FABRICACION DEL CARTON

Para la elaboración de empaques adecuados y atenerse a las reglas más estrictas de la empaquetécnica, se necesita primeramente contar con los cartonillos, liners y papeles adecuados a cada aplicación.

El proceso de fabricación mediante el cual se va a elaborar el empaque o cartón corrugado lo podemos dividir en las dos siguientes partes: primero la elaboración de papel y formación y acabado del cartón corrugado. Es necesario hacer notar que cada fábrica papelera tiene algunas variantes en la elaboración de sus productos (papel, adhesivos, corrugados, ect).

ELABORACION DE PAPEL

Existen varios procesos en la fabricación de papel, pudiéndose clasificar de la siguiente manera:

- 1).—Procesos Químicos (ácidos o alcalinos).
- 2).—Procesos Semiquímicos.
- 3).—Procesos Mecánicos.

La compañía en donde se desarrolló la presente tesis, utiliza un proceso llamado SEMIKRAFT para la elaboración del papel. Esto es debido a que la pulpa utilizada está compuesta por lo siguiente:

Lote 33.—Este lote está compuesto por desperdicios reprocesables de la misma compañía.

LOTE DEL PAIS.— Así se llama a las pacas de cualquier tipo de desperdicios reprocesables del país (cajas de cartón, bolsas de material de construcción, ect).

LOTE AMERICANO.—Estas son pacas hechas con pulpa Kraft. Se utiliza poca cantidad con relación a los otros dos lotes.

Se utiliza una máquina de formadores y exclusivamente fabrica papel y liners para la elaboración de cartón para empaques corrugados.

El proceso comienza con la molienda en los hidrapulpers 1 y 2 ya sea de pulpa celulósica o de pulpa semikraft y de los otros dos lotes de materia prima. Esta molienda se efectúa en un tanque con agitador de aspas y alimentación de agua. Por debajo del tanque se encuentra un clasifainer (este aparato es el que separa las impurezas que pueda traer la materia prima, tales como, clavos y alambres, grapas, ect).

Es nesasario hacer notar que en un hidrapulper se usa unicamente desperdicio de cartón o papel y en el otro solamente pulpa.

Una vez que ya se han eliminado todas las impurezas de la pulpa, esta pasa a unos tanques llamados depuradores. Aquí es necesaria una recirculación para que el freeness sea el adecuado (es decir el requerido). De aquí pasa a un tanque de relleno en donde se mezcla con la celulosa pura. Despúes pasa a unos refinadores (donde se saca otra muestra para obtener el freeness), posteriormente pasa a unos tanques de distribución para luego pasar nuevamente a unos depuradores clasificadores (se encuentran ordenados del 1 al 6).

Todo este proceso de recirculación es necesario para que la pulpa tenga las condiciones requeridas y, pueda seguir el proceso de fabricación del papel que se necesita.

Los formadores son un tren de cilindros de acero. Sobre los formadores se encuentra el fieltro y las prensas, en los formadores la pulpa se encuentra con una humedad de 80%. El proceso que se lleva a cabo es el siguiente; primero la pulpa pasa a los formadores, luego pasa el fieltro y finalmente a la prensa. Esto es para que se forme completamente el papel. ✕

El siguiente paso es la operación de secado que se efectúa primero en un tren de secadores y despúes en unas calandrias.

Los secadores son nueve y estan recirculando vapor constantemente. Estos secadores están diseñados para poder eliminar del 60% al 70% de humedad, para esto se cuenta con una presión de vapor constante de 50 lb/in², y una temperatura de 200°C, posteriormente se pasa a la sección de calandrias donde se le agrega la humedad requerida o se le elimina

el exceso. En las calandrias se le da un satinado (con vapor), para darle mayor resistencia al papel y no se doble el cartón al imprimir, cortar o doblar sobre él.

Finalmente pasa al lugar donde se efectúa el enrollamiento del papel para poder manejarlo en forma de rollos.

En general el proceso de fabricación de papel es este (para todo tipo de empaque y con la resistencia requerida). Lo único que cambia son las especificaciones de cada papel, es decir la resistencia o el calibre se varían con la materia prima y el acabado. Por ejemplo, si se requiere papel agrícola, se utiliza un tratamiento especial en la pulpa y este tratamiento consiste en agregarle a la pulpa almidón, gamil y ceramel. Siendo ésta, la única variante en todo el proceso de fabricación del papel agrícola.

ELABORACION DE CARTON

En la fabricación de cartón se sigue el proceso con los pasos siguientes: corrugado, corte, dobléz, impresión y engrapado.

El corrugado se efectúa en una máquina corrugadora que está compuesta por un freno (este es para poner los rollos de papel con el grado de tensión que se necesita). Un precalentador (éste se utiliza para darle la humedad requerida al papel y poderlo manejar), preacondicionador en donde se le agrega o elimina humedad según sean los requerimientos de la máquina. Tanto en el precalentador como en el preacondicionador se utiliza vapor de 12 lb/in².

Las otras partes de la máquina corrugadora son el rodillo de presión, rodillo de transmisión del papel, rodillo de corrugado medio, rodillo de transmisión del adhesivo, termopares, bomba del adhesivo, indicador de velocidad, dedos y cuchillas.

En la elaboración del cartón corrugado existen varios tipos de corrugado siendo los más empleados el corrugado sencillo y el de doble corrugado.

El cartón de corrugado sencillo lleva una capa de papel llamado liner interior, otra capa de papel el cuál se encuentra corrugado y la capa exterior que se le conoce con el nombre de liner exterior. En el cartón de doble corrugado se distinguen cinco capas de papel, estando colocadas de dentro hacia afuera de la siguiente manera: liner interior, corrugado flauta "C", liner central, corrugado flauta "B" y finalmente el liner exterior.

Entre cada liner y los corrugados se encuentra una capa de adhesivo que es el que une cada capa con la siguiente. El corrugado flauta "B" difiere del corrugado flauta "C", en el tamaño del corrugado (tanto en lo ancho como en la altura).

Una vez que se tiene el cartón corrugado hecho, se hace pasar por una plancha, la cuál se encarga de secar el adhesivo. Después de que el cartón se encuentra completamente elaborado pasa a una cortadora en donde en forma simultánea, se le dobla a la vez que se le da el corte requerido. Finalmente se pasa a la sección de impresión para finalmente engraparlo y pasar los empaques corrugados a la bodega.

El adhesivo que se utiliza para unir los liners con las secciones corrugadas, es por lo general una formulación única para cada compañía y se obtiene a partir de variantes hechas durante el procesamiento del cartón corrugado. Se utiliza generalmente almidón impermeable a base de Staybind 5030, resorcinol y agua o almidón normal a base de almidón gamil 171, sosa, borax y agua.

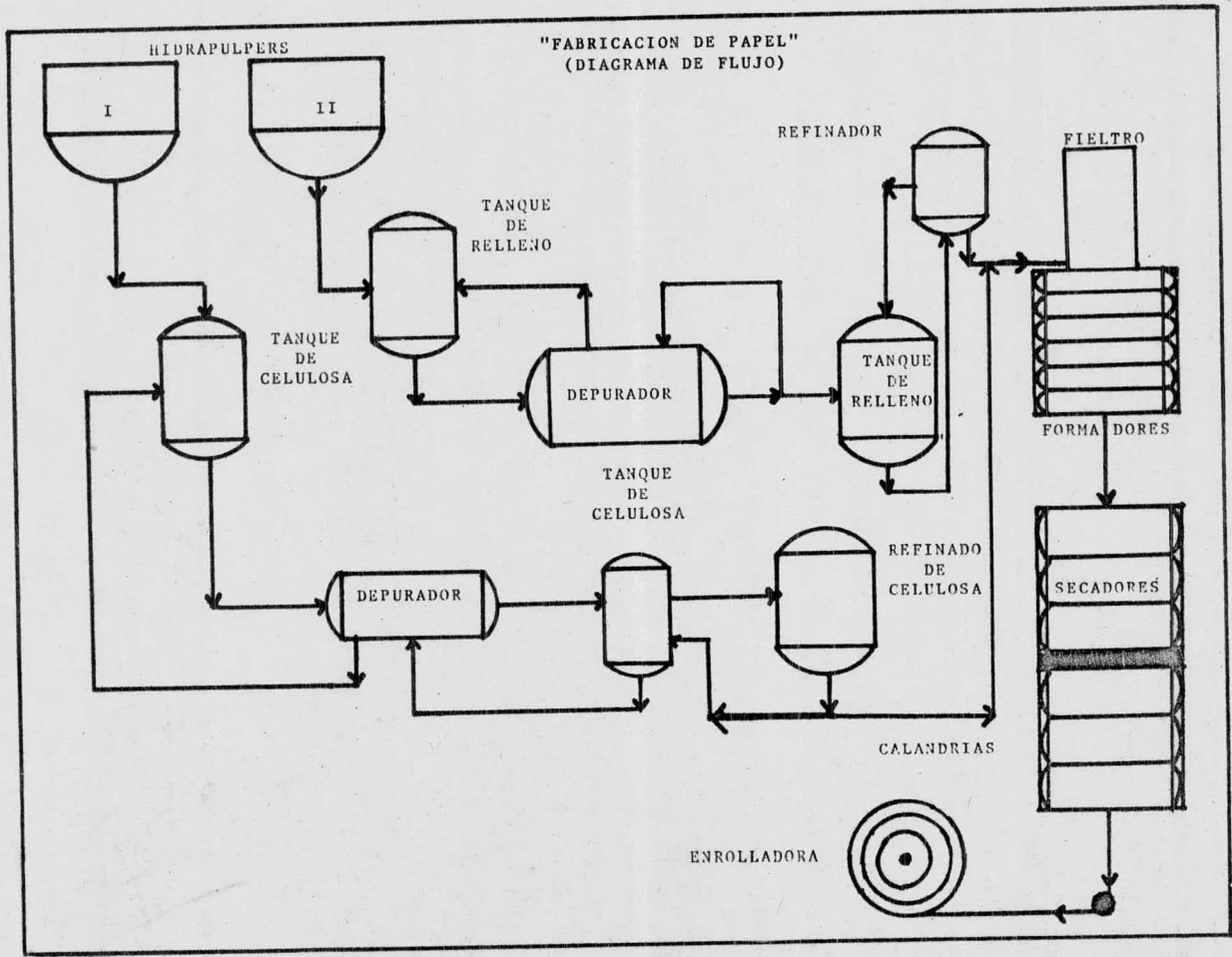
La preparación del adhesivo generalmente se efectúa en tres pasos: mezclador francis, mezclador secundario y mezcla final. En esta última parte se checa que la viscosidad sea de 25 a 30 pulgadas por segundo y la temperatura de 37-39°C.

Por lo que respecta a la tinta usada en la impresión de los empaques corrugados, se usa la cinta reducible con agua de la marca comercial Vapoglo. Esta línea de tintas basadas en glicoles que se describen como reducibles con agua y que resisten el lavado con agua. Su principal aplicación ha sido en el campo de la impresión de cartón corrugado y en el de sacos de papel. Generalmente la impresión se hace por el procesamiento de imprenta, utilizando placas de hule y ocasionalmente Offset seco, pero la introducción del glicol en este tipo de tintas excluye naturalmente la litografía.

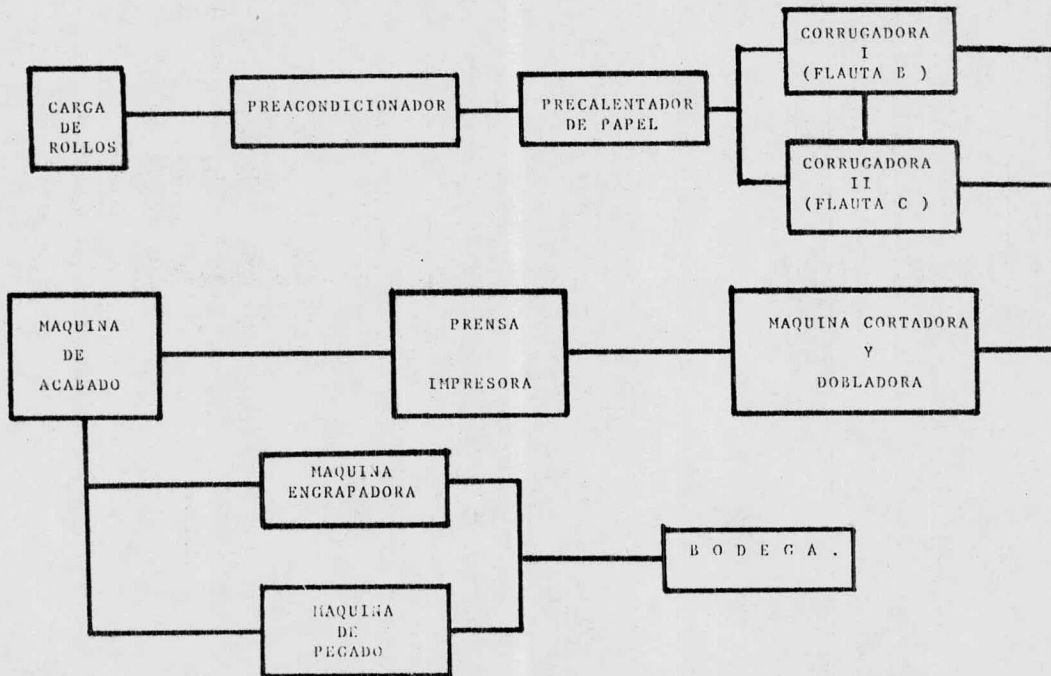
Estas tintas secan por penetración, precipitando y eventualmente, desde luego, por evaporación. El tiempo de secado puede ser reducido y ya sea por la aplicación de calor o vapor o ambos. Un medio húmedo es muy efectivo a pesar de la tolerancia al agua de las tintas y, por lo tanto, la línea de tintas Vapoglo ha sustituido con muchas ventajas a la gran mayoría de los tipos antiguos de secado por medio de humedad y a la línea Vaposet.

Entre mayor sea la humedad relativa en la prensa, mayor será la estabilidad de la tinta, y a la inversa, entre mayor sea la humedad del papel o cartón, estas tintas tendrán un secado rápido.

Las ventajas de esta línea de tintas son: secado rápido, no hay pérdida de tinta, en vista de que no forman costra; fácil lavado de la prensa y muy bajo olor. Estas tintas son preparadas en el momento en que se van a usar con los vehículos, solventes y compuesto de acuerdo con el uso que se le va a dar a la tinta.



"FABRICACION DE CARTON"
(DIAGRAMA DE BLOQUES)



PRUEBAS EN EL PAPEL Y CARTON-METODOS FISICOS

Es indudable que la velocidad de progreso de una industria está íntimamente relacionada con la confiabilidad de sus procedimientos de prueba, ya que, si se dispone de un procedimiento confiable de pruebas, se pueden detectar pequeñas mejoras, varias de las cuales pueden combinarse para producir una mejoría principal. De lo contrario una prueba pobre o inadecuadamente realizada proporciona resultados incorrectos a partir de los cuales bajarían notoriamente la velocidad de progreso.

Para determinar la confiabilidad de un procedimiento de prueba, se necesita conocer la legibilidad, sensibilidad, exactitud y precisión del método empleado.

La legibilidad se aplica únicamente a los métodos cuantitativos y se expresa en términos de la unidad más pequeña que puede ser leída. Al usar el equipo de prueba, con frecuencia se puede mejorar usando lentes de aumento, escalas, vernier, etc.

La sensibilidad se describe como el cambio más pequeño en la propiedad que se está midiendo, que puede dar una diferencia mensurable en la lectura.

La exactitud está representada por la diferencia entre el valor obtenido en la prueba y el valor real.

La precisión de un método de prueba es una medida de la variación que se puede esperar cuando se hacen pruebas repetidas sobre el espécimen. Si las pruebas son efectuadas por el mismo operador, se encontrarán

las más pequeñas variaciones. Si éstas se hacen en días diferentes o por diferentes operadores, los resultados por lo general mostrarán una variación algo mayor. Si las pruebas son hechas con diferentes instrumentos, en distintos laboratorios, la variación será todavía más grande. Es muy importante, al establecer la precisión de un método de prueba, especificar si dicha precisión es entre laboratorios o dentro de un mismo laboratorio.

PRUEBAS EN EL PAPEL Y CARTON

Muestreo y acondicionamiento.—En cualquier prueba de papel o cartón, es importante que se empleen buenos procedimientos de muestreo y acondicionamiento si se quiere que la prueba sea confiable. Muchas propiedades dependen de la formación y el peso y varían tanto a lo ancho de la máquina como de rollo en rollo. Por consiguiente, las pruebas efectuadas en una sola hoja de papel pueden dar resultados que son bastante diferentes del promedio para el lote. En pruebas de control en la fábrica de papel, se usa una tira a lo ancho de la máquina para tener la seguridad de que las pruebas representan la variación en dicho ancho. Efectuando pruebas a intervalos regulares de tiempo se cubre la variación de rollo en rollo. Si el papel se va a probar después de haber sido convertido en hojas, se deben tomar muestras de hojas de localizaciones lo suficientemente diferentes para asegurar una muestra representativa. Se deben usar procedimientos estándar de muestreo al azar. Las pruebas más comúnmente usadas en la fabricación de papel y cartón son las siguientes:

- 1.—Humedad.
- 2.—Peso base.
- 3.—Espesor (calibre).
- 4.—Resistencia a la explosión.
- 5.—Resistencia a la tensión.
- 6.—Resistencia al rasgado.
- 7.—Resistencia a la compresión.
- 8.—Resistencia al plegado.
- 9.—Prueba de flexión para cartoncillo.
- 10.—Prueba de penetración de aceite.
- 11.—Prueba de penetración en la superficie.
- 12.—Prueba de absorbencia.

Determinación de la Humedad.—Esta determinación es de gran importancia debido a que sirve como guía para las operaciones de acondicionamiento y los muchos problemas relacionados con ellos.

Para determinar la humedad se procede de la siguiente manera: Se toman, unas muestras pequeñas de tamaño adecuado, se pesan lo más rápidamente posible, de preferencia con las hojas dentro de un recipiente hermético al aire. Las muestras se continúan pesando a intervalos de tiempo constantes hasta que, no se tenga una diferencia notable entre la última y el peso de la penúltima pesada. La diferencia entre el peso de la primera pesada y el peso de la última pesada es la humedad, la cual se reporta en por ciento.

$$\% \text{ DE HUMEDAD} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100$$

Peso Base.—El peso base y el calibre son probablemente las características del papel que se miden con mayor frecuencia, ya que casi todos los papeles y mucho del cartón se venden sobre un peso base especificado. El peso base por lo general se expresa en g/m^2 y se define como el peso de la unidad de área del papel o cartón, y se determina de la siguiente manera: Se pesa una hoja de dimensiones conocidas y, el peso (en caso de que se pesen más hojas), es el producto del peso de una sola hoja por el número de hojas.

Calibre.—El espesor o calibre, se mide con un micrómetro que lee en fracciones de pulgadas o milímetros. Si se usa el sistema inglés, el instrumento por lo general está calibrado en milésimas de pulgada para cartonillo y diezmilésimas de pulgada para papel. Es preferible que se repita la prueba el mayor número de veces posible para obtener un resultado más cercano a la media.

Resistencia.—Las pruebas más comunes de resistencia que se efectúan en el papel son la resistencia a la explosión, resistencia a la tensión, al rasgado, etc.

Al igual que la mayoría de los métodos de prueba, en el papel los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia dependen hasta cierto grado del instrumento que en particular se use, lo cuál se debe de especificar al reportar los resultados. En vista de lo anterior y de la variedad de métodos y aparatos de que frecuentemente se dispone para la medición de la misma propiedad, las pruebas de este tipo usualmente se describen en términos generales más bien que haciendo referencia a

cualquier instrumento en particular. Estos son puntos que deben tenerse en mente al pasar los datos experimentales a condiciones prácticas de trabajo.

Resistencia a la explosión.—De todas las pruebas de resistencia, ésta es la que más frecuentemente se usa, en parte porque es la más antigua y en parte porque es una prueba bastante útil, de aplicación general. Se mide por la presión desarrollada en la parte inferior de un diafragma circular de hule cuando éste se fuerza contra el papel o cartón hasta hacerlo reventar.

Existen algunas variables que afectan las mediciones de esta prueba como son:

- a) El área de abertura circular cubierta por el diafragma.
- b) El procedimiento de sujetar la superficie del papel sobre el diafragma.
- c) La naturaleza del hule usado para el diafragma.
- d) El método de aplicar la presión, el medio que la transmite, etc.

Los aparatos más usados son el "Mullen" y el "Schopper-Dalen". Y para obtener resultados confiables se hacen diez determinaciones con cada uno de los lados de la hoja hacia el diafragma, ignorando las que difieren del promedio en más de un 25% y se calcula un nuevo promedio. El resultado final se reporta en Kg/cm² o lb/in².

Resistencia a la Tensión.—Esta prueba mide la fuerza de tensión necesaria para romper una tira de papel. Se usa el aparato Schopper-Leunig, en donde se sujeta una tira de papel en posición vertical entre dos mordazas (una fija y una móvil), se desplaza hacia abajo la mordaza móvil y, debido al fenómeno de inercia permite que se mueva la mordaza fija, la cuál se encuentra unida por medio de un cople flexible a un péndulo con contrapeso que guarda una posición vertical al comienzo de la prueba. A medida que desciende la mordaza móvil, el péndulo es jalado por la muestra siguiendo un arco de circunferencia, a lo largo de una escala, hasta que el papel se rompe. La escala está graduada en libras o kilogramos.

Resistencia al rasgado.—Se mide con un probador Elmendorf y es otra prueba de resistencia que combina muchas características en una medición, puesto que depende primordialmente de la longitud de la fibra y generalmente varía en sentido inverso de las resistencias a la explosión y a la tensión, el resultado se expresa como factor de rasgado.

Resistencia a la compresión.—Esta prueba se mide por la prueba de aplastamiento de un anillo, la cual simula las fuerzas de aplastamiento sufridas por los envases (empaques de cartón) en la práctica. La muestra en forma de anillo se sostiene verticalmente entre dos platinas horizontales. Estas se acercan una a otra, en ciertas condiciones estándar y se anota la presión necesaria para aplastar la muestra. Esta prueba se hace a cartón.

Resistencia al plegado.—Esta prueba indica el grado a que un papel de envoltura conserva su posición cuando se dobla en un equipo mecánico de envoltura (por ejemplo, antes de sellarlo y pegarlo).

Prueba de flexión para cartón.—La muestra se soporta horizontalmente por ambos extremos de un estribo fijo a la mordaza superior de un probador de tensión y se jala hacia abajo por el centro, por medio de un estribo sujeto a la mordaza inferior. Se anota la carga en el punto de la ruptura.

Prueba de penetración de aceite.—Esta prueba es de importancia obvia, por ejemplo, para papeles que se ven a impregnar con aceite. Los métodos más usados son el de fluorescencia y el método estándar TAPPT.

Prueba de penetración de la superficie.—La prueba de esta naturaleza mide la resistencia de las superficies al agua, independientemente del espesor total de la hoja. Por consiguiente es de particular utilidad para probar cartones o papeles gruesos y, en especial cuando la superficie de éstos se va a tratar subsecuentemente (por ejemplo el papel engomado). La prueba más usada es la prueba de Cobb y mide la mojabilidad de la superficie del papel.

Prueba de absorbencia.—Esta prueba se hace para medir el grado de absorbencia que tiene el papel o cartoncillo a distintas sustancias como son: agua, aceite, cera, látex de hule. Otras pruebas de este tipo son la de absorbencia de la superficie, pruebas de ascensión capilar, prueba de impregnación y pruebas de expansión húmeda, etc. Existe además de las pruebas anteriores y en especial para cartoncillos corrugados, una prueba para predecir el aplastamiento de liners y corrugado de las cajas de cartón corrugado. En la actualidad el método que más se usa es la prueba de concora de aplastamiento y mide la presión en libras por pulgada

cuadrada, necesaria para aplastar las flautas o corrugaciones que se forman en una tira de media pulgada de ancho y seis pulgadas de largo. La muestra se prepara en un aparato corrugado especialmente, el espécimen corrugado se coloca luego en un dispositivo o "peine" para aplicarle una tira de cinta adhesiva a presión, a manera de que sostenga las flautas en su lugar. La muestra así preparada, se extrae entonces del peine, se plasta en probador de compresión. Aunque en esta fábrica en particular, el aplastamiento de las flautas se mide por la prueba del calibre.

Estas son generalmente el mayor número de pruebas conocidas que se aplican en la mayoría de las compañías papeleras a papel y cartón. Sólo que en esta compañía en particular sólo se hacen muy pocas pruebas, tanto para papel como para cartón corrugado.

PRUEBAS EN EL PAPEL Y CARTON-METODOS QUIMICOS

Generalmente sólo se hacen pruebas químicas a papel y muy pocas veces a cartón corrugado, además de que la mayor parte de las pruebas químicas que se realizan para el cartón son pruebas que comenzaron por hacerse a papel.

No es fácil establecer una separación entre los métodos físicos y químicos de pruebas en el papel, porque por regla general se necesitan ambos tipos de pruebas. Sin embargo, la mayoría de las propiedades químicas y algunas de las propiedades físicas del papel dependen de la naturaleza y cantidad de los constituyentes presentes, y por lo tanto, es conveniente clasificar dichos constituyentes como sigue:

1) Constituyentes inorgánicos.—Estos constituyentes se encuentran en las cenizas que quedan después de incinerar el papel. Se subdividen como sigue:

MAYORES.—Pigmentos blancos o cargas (las cargas son polvos minerales que se agregan a los papeles por varias razones: económicas, aptitud para impresión y la opacidad. Siendo éstas las más importantes), pigmentos de color (materias colorantes).

MENORES.—Principalmente huellas de sales minerales presentes como impurezas y se deben a un lavado inadecuado, por ejemplo, a acidez, residuos de blanqueo, metales y radicales ácidos. Unos provienen de las materias primas utilizadas, otros (por ejemplo, sales de calcio) de una agua dura y algunos del equipo de fabricación de papel.

2) Constituyentes orgánicos.—Estos se destruyen completamente con la ignición del papel, aunque pueden dejar detrás de ellos ciertos compuestos minerales (por ejemplo, bases inorgánicas de colores a base de lacas, o impurezas generales).

MAYORES.—Celulosa (α -celulosa) y sustancias conexas (por ejemplo β -celulosa y γ -celulosa); lignina (en papeles de pasta mecánica).

MENORES.—Sustancias agregadas al papel con propósitos especiales (por ejemplo, encolantes de brea, colorantes, almidón), o provenientes de impurezas.

Afortunadamente, rara vez, si es que alguna, se necesita hacer un análisis químico completo de un papel, y fuera de la determinación de los constituyentes minerales totales, que es común a la mayoría de los análisis del papel, las pruebas químicas son de naturaleza especial.

CONSTITUYENTES MINERALES MAYORES (CARGAS Y PIGMENTOS)

El procedimiento analítico se subdivide en dos partes, a saber, la determinación y la identificación de las cenizas.

CENIZAS.—Un gramo de muestra acondicionada, pesada con aproximación de 1 miligramo, se calienta en crisol abierto (de preferencia de platino), fuera de corrientes de aire, hasta que el residuo esté blanco o hasta que ya no cambie de color; no debe haber puntos negros. Luego se coloca en un desecador y ya que se enfrió se vuelve a pesar (con aproximación de 0.5 mg), teniendo cuidado de que el tiempo de enfriamiento sea el mismo que el transcurrido al pesar el crisol vacío antes de incinerar el papel. Las determinaciones por duplicado deben concordar dentro de un 0.2% y el resultado se expresa como porcentaje sobre peso seco al aire del papel, con aproximación de 0.1 (prueba Británica T 413 m-58).

Algunas variantes consisten en usar papel filtro y crisoles más chicos y/o diferente material (por ejemplo porcelanas).

Constituyentes de las cenizas.—Se debe anotar el color de las cenizas ya que él puede indicar la naturaleza de algunos de los componentes presentes, y en particular de los pigmentos de color. Así, los esmaltes y el azul ultramar dan cenizas azules; un color rojo ladrillo sugiere hierro y los pigmentos de cinc son amarillos en caliente y blancos en frío. Se puede usar la cantidad adecuada de cenizas que es de 0.25 gramos en un tubo de ensaye.

Si a las cenizas en el tubo de ensaye se le agregan ácido diluido y se calienta, la efervescencia indica la presencia de carbonatos; una solución verde indica hierro; un olor a ácido sulfhídrico (que tiende a oscurecer un papel filtro, mojado en solución de acetato de plomo, manteniendo en la boca del tubo de ensaye); indica un sulfato de bario. En caso contrario, se filtra, se lava el residuo del papel y, se tratan separadamente el residuo y la solución. Si la solución se calienta con exceso de amoníaco, el hierro se precipita en flóculos café-rojizos, y el aluminio (proveniente del caolín) como un precipitado blanco, gelatinoso. La presencia de sulfatos se puede confirmar por la adición de solución de cloro de bario a la solución ácida original, con lo que resulta un precipitado blanco, pesado, de sulfato de bario. El calcio (como carbonato de calcio, sulfato de calcio o blanco mineral) se indentifica tratando la solución después de separar el hierro y aluminio, se le agrega más amoníaco y un exceso de oxalato de amonío, se calienta y se agita bien. Un precipitado blanco granulado indica la presencia de calcio.

Siliconas.—La mayoría de los compuestos de este tipo, usados para diversos tratamientos del papel, se pueden extraer en acetona, benceno o tricloroetileno, el extracto puede evaporarse entonces para analizar sílice en el residuo y de ser necesario determinarla aproximadamente.

El cinc se determina extrayendo la muestra con ácido clorhídrico al 15%, caliente y extrayendo y lavando suficientemente la pulpa residual. El extracto se evapora y toda la materia orgánica se elimina con ácidos inorgánicos. El aluminio y el hierro se precipitan como hidróxidos con amoníaco y se separan por filtración. El filtrado se hierve hasta que esté libre de amoníaco, se acidifica y se titula con solución estándar de ferrocianuro de potasio al 0.646%, en presencia de 2 gotas de solución al 1% de ferrocianuro de potasio y 2 gotas de solución al 1% de difenilamina en ácido sulfúrico concentrado. El punto final es la desaparición del color púrpura. Para esta determinación es preferible la oxidación húmeda ya que la obtención directa de cenizas puede originar la reducción de los compuestos de cinc a cinc metálico.

Carbonatos.—Estos se descomponen al calentarse, por lo que al determinar el contenido de carbonatos de un papel es preferible usar el papel mismo, más que las cenizas. En tales casos, una muestra de 0.5 g recortada en pequeños pedacitos, se calienta con una mezcla de 50 ml de agua y 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N, a reflujo, durante 2 minutos. Luego se titula la solución, todavía caliente, con solución de hidróxido de sodio, con

fenoftaleína como indicador. Es recomendable hacer las correcciones resultantes de una determinación "en blanco", llevada a cabo sin el papel en exactamente las mismas condiciones. Entonces:

$$\begin{aligned} 1 \text{ ml de HCl } 0.1 \text{ N por } 0.5 \text{ g de muestra} &= 1 \% \text{ de } \text{CaCO}_3 \\ &= 1.97 \% \text{ de } \text{BaCO}_3 \end{aligned}$$

Magnesio.—Su identidad se confirma agregando a unas cuantas gotas de una solución del precipitado en ácido clorhídrico, una gota de sosa. Al volver alcalina la solución con sosa, aparece un color o precipitado azul si el magnesio está presente (sensibilidad de 0.01 mg en 10 ml).

Titanio.—No es común determinar por rutina el contenido de bióxido de titanio de un pigmento, pero se puede presentar la necesidad cuando haya que hacer una selección de productos que contengan diferentes porcentajes de extendedores. La muestra que no debe contener más de 0.25 gramos de óxido de titanio, se calienta (por ejemplo en un matraz Kjeldahl) con una mezcla caliente de 25 ml de ácido sulfúrico y 10 gramos de sodio. La solución se enfría, se diluye a 150 mililitros, se hierve moderadamente y se filtra para eliminar el sulfato de bario y la sílice que pudiera haber, lavando el residuo con agua hasta que la prueba de peróxido de hidrógeno indique la ausencia de titanio en el filtrado. El residuo se seca, se incinera y se pesa determinando la sílice. El contenido de titanio se determina colorimétricamente con la adición de peróxido de hidrógeno a una parte alícuota de solución diluida, filtrada, obtenida según se describió antes, siendo el estándar una solución de bióxido de titanio puro en ácido sulfúrico que contenga sulfato de sodio. Incidentalmente, esta reacción del peróxido da color a una solución al 0.003 % de una sal de titanio en presencia de ácido sulfúrico al 5 %, los resultados obtenidos en las pruebas anteriores se interpretan en la Tabla A.

Se debe hacer notar que sólo que estén presentes en cantidades relativamente grandes, los elementos de que se trate, se podrán considerar como representativos de la carga agregada.

TABLA A

CARGA PRESENTE	INDICADA POR LA PRESENCIA DE
Caolín	Alumino, Sílice.
Sulfato de calcio	Calcio, Sulfato
Talco o asbestina	Magnesio, Sílice
Blanco fijo (barita)	Bario, Sulfato
Carbonato de Calcio	Calcio, Carbonato
Oxido de titanio	Titanio
Pigmentos de titanio	Titanio, Bario (o Calcio), Sulfato
Carbonato de bario	Bario, Carbonato
Litopón	Cinc, Bario

CONSTITUYENTES MINERALES MENORES

La acidez (o alcalinidad) y el pH se pueden considerar como las determinaciones más importantes de esta naturaleza, por que representan el efecto resultante de varios constituyentes minerales menores (por ejemplo, cloruros de residuos de blanqueo y sulfatos, del alumbre). Así, las determinaciones se deben hacer en un extracto del papel, cuya acidez y pH variarán de acuerdo con las condiciones de extracción.

El método estándar de extracción especificado por TAPPI, se mezclan 5 gramos del papel (desintegrado en seco, sin calentamiento, por ejemplo, en un molino de fricción sin calor) con 250 ml de agua destilada caliente y luego se calienta la mezcla a reflujo 1 hora a 98-100°C., en un baño de agua, con agitación. El mismo procedimiento se usa para determinar acidez y la alcalinidad (prueba británica T 428 m-45) y se tratan los extractos de la siguiente manera:

Acidez.—El extracto se filtra por succión y las fibras se lavan con 10 ml de agua y se reextraen. Las soluciones se enfrían con rapidez, se titulan con hidróxido de sodio 0.01 N usando fenolftaleína como indicador (estandarizando el álcali con ácido sulfúrico 0.01 N con el mismo indicador). Se acostumbra expresar el resultado en términos de anhídrido sulfúrico

(SO₃), con aproximación de 0.01 %. Si T mililitros es la suma de los volúmenes de álcali (normalidad N) y W es el peso de papel seco tomado, entonces el porcentaje de SO₃ está dado por:

$$\% \text{ SO}_3 = 4 \text{ NT/W}$$

Alcalinidad.—Si el papel está apreciablemente alcalino, al agregar la fenolftaleína aparecerá un color rosado. Las soluciones se titulan con ácido sulfúrico 0.01 N (T ml) y el resultado se expresa como porcentaje de Na₂O por 3NT/W. El "blanco" puede ser importante, porque ciertos tipos de vidrio son de franca alcalinidad.

pH.—Existen dos métodos principales para la medición del pH. Uno se basa en el hecho de que ciertos colorantes (indicadores) varían de color, de manera conocida, de acuerdo con el pH de la solución en que se ponen. El otro (el método electrométrico) se basa en que entre un electrodo metálico u otras determinadas sustancias que se disuelven ligeramente en agua (por ejemplo el vidrio), y una solución que contiene los iones cuya concentración se desea medir, se establece un potencial eléctrico, y en que este potencial depende del pH de la solución.

CONSTITUYENTES ORGANICOS MAYORES

El más importante de éstos es, obviamente, la celulosa misma puesto que, el papel la contiene en cantidades que se aproximan al 98 % en el caso de papeles que tienen un alto grado de pureza química. Sin embargo, la celulosa no es un compuesto químico, definido y para fines analíticos se considera compuesta de constituyentes íntimamente relacionados α -, β - γ -celulosas. De éstas, la primera es siempre un constituyente orgánico mayor pero, las dos últimas pueden también estar presentes en pequeñas cantidades, de modo especial cuando se usan ciertos tipos de pulpas. Sin embargo, se concideran juntos. El único otro constituyente orgánico mayor es la lignina, la que aún cuando solamente existe en forma de huellas en los papeles finos, se representa en una gran cantidad de papeles que contienen pasta mecánica o pulpa sin blanquear.

En el papel no es usual determinar la lignina como tal por el método de pulpas, porque para la mayoría de los fines prácticos es la cantidad de pasta mecánica presente la que más importa. La determinación se efectúa de la siguiente manera:

El papel (8g) se extrae con 50 ml de alcohol al 90% en un aparato Soxhlet por tres horas y se seca. Se determinan las cenizas, y 1 g del papel seco se agita en un frasco con tapón de vidrio con 50 ml de una solución al 0.5% de floroglucinol en ácido clorhídrico al 12% (peso específico 1.06). Se mantiene el frasco durante 18 horas a $35 \pm 0,1^\circ\text{C}$. y el contenido se filtra rápidamente a través de algodón, recibiendo el filtrado en otro frasco seco. La solución se enfría a 20°C ., pipeteando 10 mililitros de ella en 20 mililitros de ácido clorhídrico al 12% y titulándose con una solución estándar al 0.2% de formalina en ácido clorhídrico al 12%. La solución se calienta a 70°C . y la formalina se debe agregar en porciones de 1 mililitro cada 2 minutos. El punto final se alcanza cuando una gota de la solución ya no produce un color rojo al caer sobre un pedazo de papel periódico, evidenciando que ya no queda presente más floroglucinol. Se hace una titulación en blanco con la solución estándar de floroglucinol que ha reaccionado con la lignina de 100 gramos de pulpa. Los resultados experimentales han demostrado que si se hacen las correcciones por las cenizas y los encolantes presentes en el papel el contenido de pasta mecánica está dando por:

$100 (X-1)/7\%$ donde X = cantidad de floroglucinol en gramos

CONSTITUYENTES ORGANICOS MENORES

Además de las β - y δ -celulosas, que a veces se encuentran es esta categoría, el número de cobre se usa como un índice de los grupos reductores los que, a su vez, indican el grado de degradación de la celulosa del papel. Se determina en el papel desintegrado por el procedimiento Británico T 435 m-47.

Número de cobre "en frío".—Este es frecuentemente un útil índice químico del grado de hidratación (es decir, de batido) a que las fibras del papel se han sujetado, aunque no existen razones muy claras que lo expliquen. Una mezcla de 3 g de papel desintegrado y 100 ml de solución Fehling mezclada, se deja reposar 45 minutos a 15°C ., y se filtra a través de lana de vidrio. A 20 ml del filtrado se le agregan 20 ml de agua, 5 ml de ácido acético glacial y un poco de yoduro de potasio sólido, y la mezcla se titula con solución de yodo. Cada mililitro usado equivale a 0.00635 g de cobre.

Prueba de Raspail.—Se pone sobre el papel una gota de solución concentrada de azúcar de caña, y después de 3 min se quita el exceso con el papel secante. Se agrega una gota de ácido sulfúrico con lo que forma un color rojo intenso, de haber alguna resina. Si se obtienen resultados positivos, se debe confirmar por:

Prueba de Liebermann-Stroch.—Un gramo de papel desmenuzado se hierve con un poco de cloroformo y 5 ml de anhídrico acético puro, en un tubo de ensaye seco (dentro de una campana) hasta que solo, quede 1 ml. Este se enfría y se filtra, a través de un papel seco, recibiendo el filtrado en un crisol de porcelana seco y, se le deja escurrir una gota de ácido sulfúrico concentrado por la pared del crisol; en donde los dos líquidos se juntan, aparece un fugitivo color rojo. Estas pruebas se hacen para detectar la presencia de resinas.

Para determinar almidón, el papel se prueba a la gota con una solución 0.01 N de yodo en solución de yoduro de potasio. Un color azul es un resultado positivo. La hidrocelulosa y otros productos de degradación de la celulosa (en especial la proveniente de trapo pueden producir un color similar, aunque entonces, por lo general, es de tono más violeta).

Prueba de Biuret.— (para todas las proteínas). Se evapora el extracto de la muestra hasta unas cuantas gotas, se agrega 1 gota de una solución al 1% de sulfato de cobre, y 1 gota de una solución al 1% de hidróxido de sodio. Las proteínas dan un color violeta.

Prueba de Schmidt (para todas las proteínas).—A 2 ml del extracto acuoso de la muestra se agrega 1 ml de una solución recién preparada disolviendo 3 g de molibdato de amonio en 250 ml de agua destilada y añadiendo 25 ml de ácido nítrico al 40% (en volumen), en presencia de proteínas se forma un precipitado blanco.

Las pruebas de Millon y de la Xantoproteína se pueden usar para detectar proteínas diferentes de la gelatina, puesto que estas sustancias no reaccionan con la gelatina.

Conviene hacer notar que si la gelatina se ha endurecido (por ejemplo, con formaldehído), se debe extraer del papel hirviendo, la muestra durante unos 5 min con una solución al 1% de hidróxido de sodio y usar el extracto neutralizado. Si la gelatina presente contiene un preservativo fenólico, la prueba de Millon no es de confiar para diferenciarla de la caseína. La interferencia se reduce al mínimo con la siguiente prueba:

Se calienta la muestra a 70-90°C., con 5 ml de ácido nítrico al 1% y 6 gotas del reactivo de Millon. El papel tratado con caseína se vuelve rojo-ladrillo o rosado. La gelatina da poco o ningún color, y una solución rojo pálido (y papel incoloro) si hay fenol.

Estas son generalmente las pruebas químicas que preferentemente se hacen a papel y no contando con alguna información sobre pruebas a cartón, corrugado puesto que en esta compañía solo se le hacen pruebas físicas a cartón corrugado y pruebas tanto físicas como, químicas al papel con el que elaboran los empaques corrugados.

CAPITULO VI

CALCULOS Y RESULTADOS

La variabilidad de los resultados obtenidos en muchas pruebas de papel y cartón constituyen frecuentemente motivo de inquietud para el operador, aunque es inevitable, debido en algunos casos a la naturalza de la prueba y, en otros, a variaciones en la muestra. Por consiguiente, es importante poder establecer el verdadero grado de exactitud del método de prueba en las condiciones usadas, para deducir de él, el valor real. Si se efectúa un número suficiente de pruebas, ésto se puede hacer por métodos estadísticos. Otras aplicaciones de los métodos estadísticos son la selección de los mejores métodos o aparatos para un propósito dado; el análisis de resultados obtenidos en pruebas de rutina, como guía hacia las tendencias en los procesos de manufactura; la estimación de los errores de muestreo y la determinación del mínimo número de pruebas necesarias para obtener un resultado que tenga el grado de exactitud deseado. No se puede hacer intento alguno para tratar de obtener una mejor calidad sin hacer un previo estudio estadístico.

EL HISTOGRAMA, DIAGRAMA DE FRECUENCIA O CURVA DE DISTRIBUCION

Cuando en una muestra de papel o en una serie de muestras del mismo papel (también aplicable al cartón corrugado), se efectúa un gran número de un tipo de pruebas (por ejemplo de resistencia, Mullen, humedad, etc.), es extremadamente importante que todos los resultados sean los mismos. Por otra parte, muchos, de ellos pueden coincidir con un valor dado o estar muy cerca de él y mientras mayor sea el número de resultados a los que ésto se aplique, más probable es que este valor dado sea el correcto.

A continuación se hace una tabla con los valores de pruebas hechas a papel. Este papel es el que se utiliza para la elaboración del cartón corrugado, siendo por lo tanto de gran importancia el control de calidad en el papel para así obtener un excelente cartón corrugado. El papel se denomina: Cajas y Empaques Texcoco 360. Liner Claro. Indicando con el número el peso del papel, que es de 360 gramos de peso.

DATO No.	PESO (GRAMOS)	CALIBRE		MULLEN (lb/in ²)	HUMEDAD (%)
		(MILESIMAS)	(DE PULGADA)		
1	371	20.0		113	7.0
2	367	19.0		117	7.0
3	364	19.3		121	7.4
4	357	19.0		127	7.4
5	358	19.0		122	7.4
6	359	18.6		120	7.4
7	358	18.5		122	6.8
8	358	18.4		128	7.2
9	362	19.0		128	7.8
10	357	19.0		122	7.4
11	367	19.5		126	7.6
12	369	19.5		121	8.2
13	367	18.9		125	7.8
14	357	18.6		124	7.2
15	370	19.7		127	7.2
16	347	18.7		127	6.2
17	364	18.6		126	6.2
18	361	19.1		134	6.2
19	362	19.0		124	6.2
20	359	18.0		133	7.2
21	360	19.0		125	7.2
22	360	18.4		128	7.6
23	362	18.6		118	7.6
24	363	18.2		123	7.6
25	357	18.0		121	7.6
26	364	19.0		121	7.6
27	363	19.2		111	7.6
28	361	19.0		111	7.6
29	364	19.3		116	7.6
30	362	19.0		120	7.6
31	361	19.0		120	7.6
32	363	19.3		131	7.2
33	355	18.4		125	7.0
34	364	19.4		125	7.0

DATO No.	PESO (GRAMOS)	CALIBRE		HUMEDAD (%)
		(MILESIMAS) (DE PULGADA)	MULLEN (lb/in ²)	
35	368	19.0	131	7.0
36	371	20.7	127	7.4
37	363	19.0	130	7.4
38	358	19.2	132	7.4
39	361	19.0	120	7.4
40	364	18.9	127	7.2
41	355	19.3	121	7.2
42	358	19.1	133	6.2
43	377	20.0	121	7.4
44	358	19.4	119	7.8
45	368	19.6	119	6.4
46	366	19.8	112	8.0
47	346	19.7	115	8.2
48	382	20.3	121	7.8
49	371	20.0	122	7.6
50	377	19.4	123	7.6
51	365	19.0	130	7.6
52	362	19.2	124	7.6
53	369	18.6	118	7.6
54	364	18.5	119	7.6
55	367	18.4	121	7.6
56	359	18.2	121	7.6
57	363	18.6	123	7.8
58	359	18.0	119	7.8
59	362	18.2	123	7.8
60	380	19.0	129	7.8
61	368	19.0	125	7.8
62	364	19.0	113	7.2
63	358	18.4	118	7.2
64	359	19.0	116	7.0
65	362	19.0	125	7.0
66	368	19.5	126	7.0
67	358	18.3	125	7.0
68	361	19.0	132	7.6

DATO No.	PESO (GRAMOS)	CALIBRE		MULLEN (lb/in ²)	HUMEDAD (%)
		(MILESIMAS)	(DE PULGADA)		
69	358	18.4		126	7.6
70	366	19.0		127	7.6
71	361	19.0		123	7.6
72	366	19.8		135	7.6
73	357	19.3		121	7.6
74	363	19.8		117	7.2
75	368	19.3		125	7.2
76	357	19.3		120	6.4
77	368	18.9		119	7.6
78	380	20.1		118	7.8
79	367	19.9		123	7.2
80	377	19.8		126	6.8
81	381	19.5		121	6.6
82	364	19.6		123	7.2
83	362	19.7		118	6.8
84	366	18.4		127	6.8
85	357	18.1		126	6.8
86	360	18.4		124	7.4
87	355	19.0		114	7.4
88	361	18.8		114	7.4
89	365	19.6		121	7.4
90	364	19.0		118	7.4
91	356	18.0		110	7.2
92	358	18.0		115	7.2
93	360	18.4		117	7.2
94	360	18.2		118	7.2
95	360	18.2		118	7.2
96	360	18.0		110	7.2
97	365	19.3		116	7.6
98	366	19.0		117	7.6
99	361	19.0		125	7.6
100	361	19.2		126	7.4

Con los datos tabulados antes, se construyen un histograma y un polígono de frecuencia para cada una de las pruebas, tomadas en consideración (Peso, calibre, Mullen y humedad).

Antes de proceder a construir los histogramas hay que elaborar unas tablas con las diferentes distribuciones de frecuencia.

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS PARA EL PESO

INTERVALO DE CLASE gr	FRECUENCIA (f)
346 — 350	2
351 — 355	3
356 — 360	30
361 — 365	36
366 — 370	19
371 — 375	3
376 — 380	5
381 — 385	2
TOTAL	100

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS PARA EL CALIBRE

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA (f)
18.0 — 18.4	22
18.5 — 18.9	13
19.0 — 19.4	44
19.5 — 19.9	15
20.0 — 20.4	5
20.5 — 20.9	1
TOTAL	100

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS PARA MULLEN

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA (f)
110 — 115	11
116 — 120	25
121 — 125	36
126 — 130	20
131 — 135	8
TOTAL	100

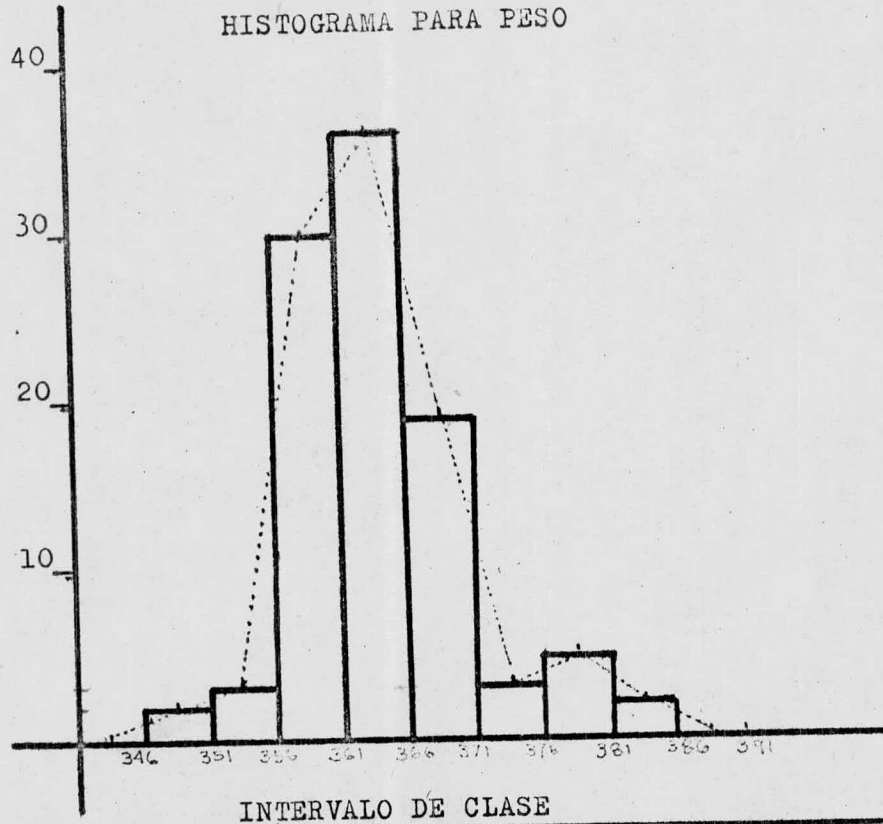
DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS PARA HUMEDAD

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA (f)
6.0 — 6.2	5
6.3 — 6.4	2
6.5 — 6.6	1
6.7 — 6.8	5
6.9 — 7.0	9
7.1 — 7.2	20
7.3 — 7.4	16
7.5 — 7.6	28
7.7 — 7.8	11
7.9 — 8.0	1
8.1 — 8.2	2
TOTAL	100

Se hacen los histogramas de estas cuatro pruebas, graficando intervalo de clase contra la frecuencia del intervalo de clase. Cada histograma se hace por separado. El trazo de los poligonos de frecuencia se hace uniendo los puntos medios de cada intervalo de clase, con una línea punteada o con diferente color.

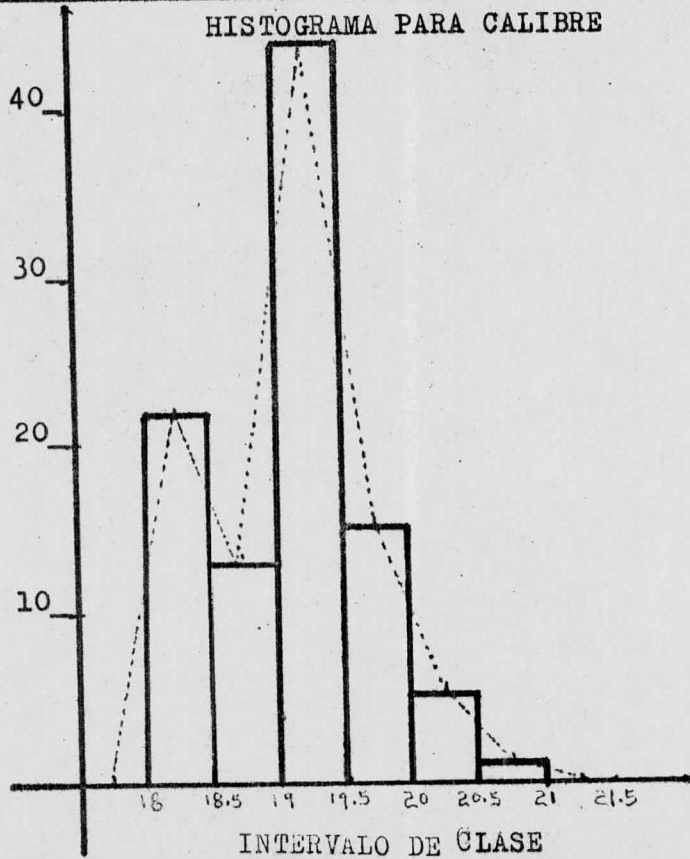
HISTOGRAMA PARA PESO

FRECUENCIA



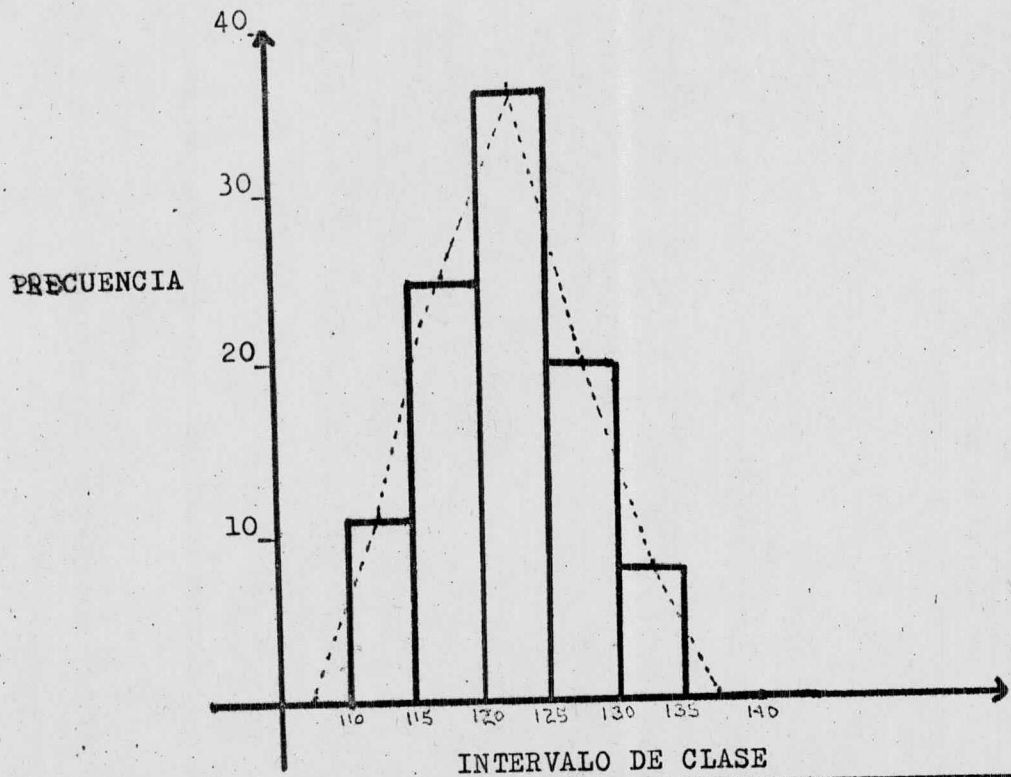
HISTOGRAMA PARA CALIBRE

FRECUENCIA



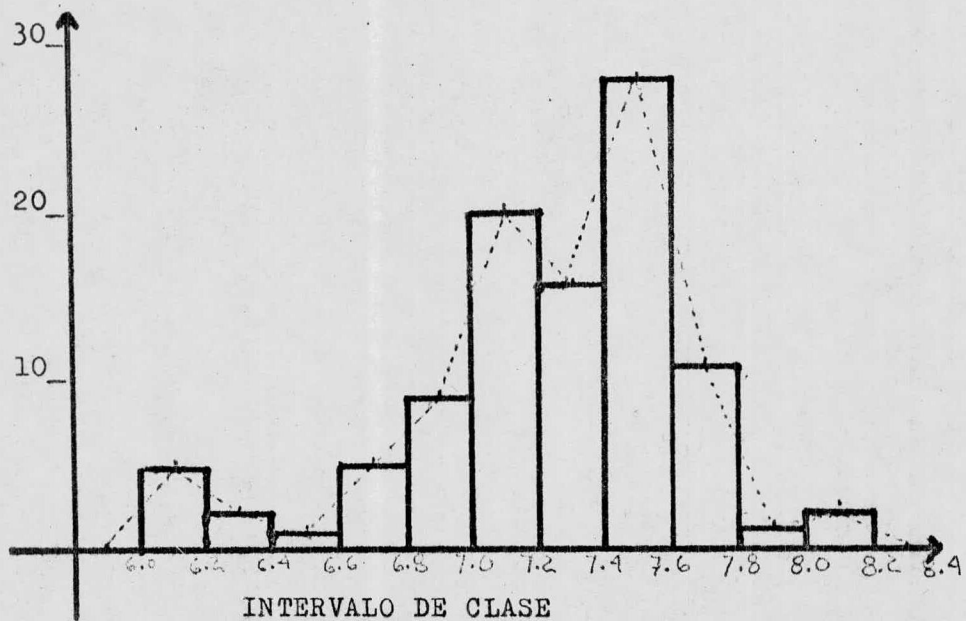
INTERVALO DE CLASE

HISTOGRAMA PARA MULLEN



HISTOGRAMA PARA HUMEDAD

FRECUENCIA



Los histogramas muestran la frecuencia o distribución de los resultados observados alrededor de un valor central. Si el histograma es perfectamente simétrico con respecto a ese valor central (es decir, si las dos mitades de la curva coinciden en forma exacta al doblar la figura a lo largo de la línea punteada o polígono de frecuencia), entonces el valor central será idéntico al valor medio de todos los resultados, y la curva se denomina "normal" para expresar la ley de probabilidades de Gauss. Esto no sucede para alguno de los histogramas; existen diversas tendencias hacia resultados menores en algunos casos y resultados mayores en otros casos, sólo en el histograma referente a mullen se tiene un polígono casi simétrico. Sin embargo, independientemente de que la curva sea o no simétrica, mientras más brusca sea la pendiente hacia el valor central, mayor es la aproximación del valor central al valor medio. Es obvio que reduciendo los rangos de los grupos usados (intervalo de clase), se puede obtener una curva más uniforme.

Algunas veces una curva de distribución anormal se puede hacer normal, o casi normal, por medio de dispositivos matemáticos tales como el uso del logaritmo, de la raíz cuadrada o de los valores recíprocos de las lecturas, en lugar de las propias lecturas.

LA DISTRIBUCION NORMAL

Uno de los más importantes ejemplos de una distribución de probabilidad continua es la distribución normal, curva normal o distribución de Gauss dada por la ecuación:

$$Y = (1/\sigma \sqrt{2\pi}) \times (e^{-1/2 (X - \mu)^2/\sigma^2})$$

donde: μ = media, σ = desviación típica y $\pi = 3.1416$

Cuando la variable "X" viene expresada en unidades de desviación, $z = (X - \mu)/\sigma$, y la ecuación anterior queda sustituida por la forma llamada tipificada.

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2 z^2}$$

En este caso se dice que "z" se distribuye normalmente con media cero y varianza uno.

Un gráfico de esta curva normal tipificada se muestra a continuación, después de tabular los datos mediante los cuales se obtienen los valores de las coordenadas (Z Vs. Y).

Dando valores a z que van de 0.0 hasta 3.0 y aplicando la ecuación de Gauss en la forma llamada tipificada, se obtienen los valores de Y.

VALORES DE z	VALORES DE Y
0.00	0.399
0.25	0.387
0.50	0.352
0.75	0.301
1.00	0.242
1.25	0.183
1.50	0.130
1.75	0.086
2.00	0.054
2.25	0.032
2.50	0.018
2.75	0.009
3.00	0.004

En la siguiente tabla se dan los valores de Zc (coeficientes de confianza o valores críticos), que corresponden a distintos niveles de confianza utilizados en la práctica. Para niveles de confianza que no se encuentren en esta tabla, los valores de Zc se obtienen de la Tabla 1-15 Perry's Chem. Engs. Handbook 4a. Ed.

NIVEL DE CONFIANZA									
(%)	99.73	99.0	98.0	96.0	95.0	90.0	80.0	68.27	50.00
Zc	3.00	2.58	2.33	2.05	1.96	1.64	1.28	1.00	0.674

Para obtener los valores de "z" en cada una de las pruebas se hacen los siguientes pasos:

1).—Se ordenan los valores de X (lecturas hechas en la fábrica) haciendo con ellos una lista y obteniendo su frecuencia. La frecuencia es el número de veces que se repite un valor. La frecuencia es el número de casos totales y para todas las pruebas vale 100 y a este número se le llama "N".

2).—El siguiente paso es el de obtener la media, o sea, el valor central o media aritmética que es igual:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad X_i = \text{suma total de } fX.$$

3).—En este paso se obtienen los valores para las columnas $X - \bar{X}$ y $(X - \bar{X})^2$. Este último valor se multiplica por la frecuencia (columna de "f").

4).—En este paso se obtiene la desviación estándar que se representa "S" y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}} \quad \text{en donde: } \sum (X - \bar{X})^2 = \sum f(X - \bar{X})^2$$

5).—En éste último paso se puede obtener el valor de Z a partir de la ecuación:

$$Z_{\text{calculada}} = \frac{(X - \bar{X})}{S}$$

Para obtener los valores límites en cada una de las pruebas se calculan dos valores de Z, uno con el valor mínimo de X llamándole a este valor Z_{min} y otro con el valor máximo de X y a este se le llama Z_{max} . Estos valores se trazan sobre una normal para cada una de las pruebas y obtener el área total que corresponde a los datos ya ajustados.

TABLA I.—OBTENCION DE Z PARA EL PESO

X	f	fX	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²	f(X - \bar{X}) ²
346	1	346	-17.14	293.77	293.77
347	1	347	-16.14	260.49	260.49
355	3	1065	- 8.14	66.25	198.75
356	1	356	- 7.14	50.97	50.97
357	7	2499	- 6.14	37.69	363.83
358	10	3580	- 5.14	26.41	264.10
359	5	1795	- 4.14	17.13	85.65
360	7	2520	- 3.14	9.85	68.95
361	9	3249	- 2.14	4.57	41.13
362	8	2896	- 1.14	1.29	10.32
363	6	2178	- 0.14	0.01	0.11
364	10	3640	+ 0.86	0.73	7.39
365	3	1095	+ 1.86	3.45	10.35
366	5	1830	+ 2.86	8.17	40.85
367	5	1835	+ 3.86	14.89	74.45
368	6	2208	+ 4.86	23.61	141.66
369	2	738	+ 5.86	34.33	68.66
370	1	370	+ 6.86	47.05	47.05
371	3	1113	+ 7.86	61.77	185.31
377	3	1131	+14.86	220.81	662.43
380	2	760	+16.86	284.25	568.50
381	1	381	+17.86	318.97	318.97
382	1	382	+18.86	355.69	355.69

$$N = 100, \quad \bar{X} = 363.14 \quad y \quad S = 6.34$$

Los límites sobre la normal son los siguientes:

$$Z_{\min} = \frac{(X_{\min} - \bar{X})}{S} = \frac{346 - 363.14}{6.34} = \frac{-17.14}{6.34} = -2.703$$

$$Z_{\max} = \frac{(X_{\max} - \bar{X})}{S} = \frac{382 - 363.14}{6.34} = \frac{+18.86}{6.34} = +2.975$$

TABLA II.—OBTENCION DE Z PARA CALIBRE

X	f	fX	X — \bar{X}	(X — \bar{X}) ²	f(X — \bar{X}) ²
18.0	6	108.0	—1.003	1.006	6.036
18.1	1	18.1	—0.903	0.815	0.815
18.2	5	91.0	—0.803	0.645	3.225
18.3	1	18.3	—0.703	0.494	0.494
18.4	9	165.6	—0.603	0.364	3.276
18.5	2	37.0	—0.503	0.253	0.506
18.6	6	111.6	—0.403	0.162	0.972
18.7	1	18.7	—0.303	0.092	0.092
18.8	1	18.8	—0.202	0.041	0.041
18.9	3	56.7	—0.103	0.011	0.033
19.0	28	532.0	—0.003	0.000	0.000
19.1	2	38.2	+0.097	0.009	0.018
19.2	3	57.6	0.197	0.039	0.117
19.3	8	154.4	0.297	0.088	0.704
19.4	3	58.2	0.397	0.158	0.474
19.5	4	78.0	0.497	0.247	0.988
19.6	3	58.8	0.597	0.356	1.068
19.7	3	59.1	0.697	0.486	1.458
19.8	4	79.2	0.797	0.635	2.540
19.9	1	19.9	0.897	0.805	0.805
20.0	3	60.0	0.997	0.994	2.982
20.1	1	20.1	1.097	1.203	1.203
20.3	1	20.3	1.297	1.682	1.682
20.7	1	20.7	1.697	2.880	2.880

$N = 100, \bar{X} = 19.003$ y $S = 0.569$

Los límites sobre la normal son los siguientes:

$$Z_{\min} = \frac{(X_{\min} - \bar{X})}{S} = \frac{-1.003}{0.569} = -1.762$$

$$Z_{\max} = \frac{(X_{\max} - \bar{X})}{S} = \frac{+1.697}{0.569} = +2.982$$

TABLA III.—OBTENCION DE Z PARA MULLEN

X	f	fX	X — \bar{X}	(X — \bar{X}) ²	f(X — \bar{X}) ²
110	2	220	—12.2	148.84	297.68
111	2	222	—11.2	125.44	250.88
112	1	112	—10.2	104.04	104.04
113	2	226	— 9.2	84.64	169.28
114	2	228	— 8.2	67.24	134.48
115	2	230	— 7.2	51.84	103.68
116	3	348	— 6.2	38.44	115.32
117	4	468	— 5.2	27.04	108.16
118	8	944	— 4.2	17.64	141.12
119	5	595	— 3.2	10.24	51.20
120	5	600	— 2.2	4.84	24.20
121	12	1452	— 1.2	1.44	17.28
122	4	488	— 0.2	0.04	0.16
123	7	861	+ 0.8	0.64	4.48
124	4	496	1.8	3.24	12.96
125	9	1125	2.8	7.85	70.56
126	7	882	3.8	14.44	101.08
127	7	889	4.8	23.04	161.28
128	3	384	5.8	33.64	100.92
129	1	129	6.8	46.24	46.24
130	2	260	7.8	60.84	121.68
131	2	262	8.8	77.44	154.88
132	2	264	9.8	96.04	192.08
133	2	266	10.8	116.64	223.28
134	1	134	11.8	139.24	139.24
135	1	135	12.8	163.84	163.84

N = 100, \bar{X} = 122.2 y S = 5.49 Los límites sobre la Normal:

$$Z_{\min} = \frac{(X_{\min} - \bar{X})}{S} = \frac{-12.2}{5.49} = -2.22$$

$$Z_{\max} = \frac{(X_{\max} - \bar{X})}{S} = \frac{+12.80}{5.49} = + 2.33$$

TABLA IV.—OBTENCION DE Z PARA LA HUMEDAD

X	f	fX	X — \bar{X}	(X — \bar{X}) ²	f(X — \bar{X}) ²
6.2	5	31.0	—1.128	1.272	6.360
6.4	2	12.8	—0.928	0.861	1.722
6.6	1	6.6	—0.728	0.530	0.530
6.8	5	34.0	—0.528	0.279	1.395
7.0	9	63.0	—0.328	0.108	0.972
7.2	20	144.0	—0.128	0.016	0.320
7.4	16	118.4	+0.072	0.005	0.080
7.6	28	212.8	+0.272	0.074	2.072
7.8	11	85.8	+0.472	0.223	2.453
8.0	1	8.0	+0.672	0.452	0.452
8.2	2	16.4	+0.872	0.760	1.520

N = 100, $\bar{X} = 7.328$ y S = 0.423

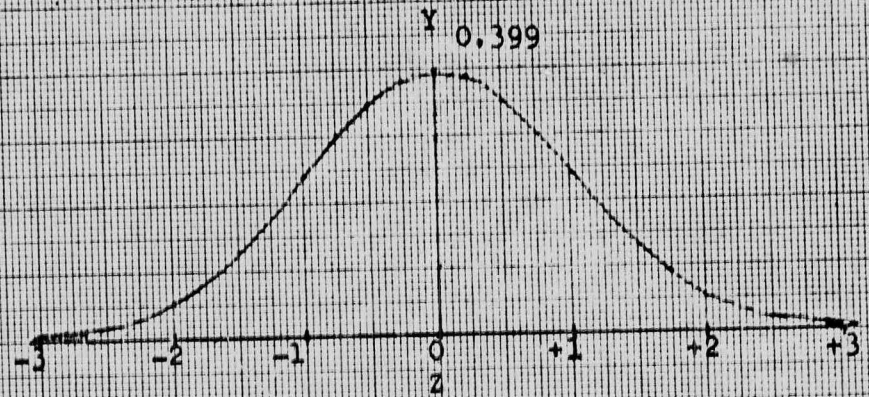
Los límites sobre la normal son los siguientes:

$$Z_{\min} = \frac{(X_{\min} - \bar{X})}{S} = \frac{(-1.128)}{0.423} = -2.668$$

$$Z_{\max} = \frac{((X_{\max} - \bar{X}))}{S} = \frac{+0.872}{0.423} = + 2.062$$

La gráfica (trazado de una normal) para cada una de las pruebas, se encuentra al final, junto con los histogramas hechos, también para cada una de las pruebas. La zona no sombreada en la NORMAL corresponde a los valores que se encuentran dentro de la normal, al haber hecho el ajuste de los valores en cada prueba.

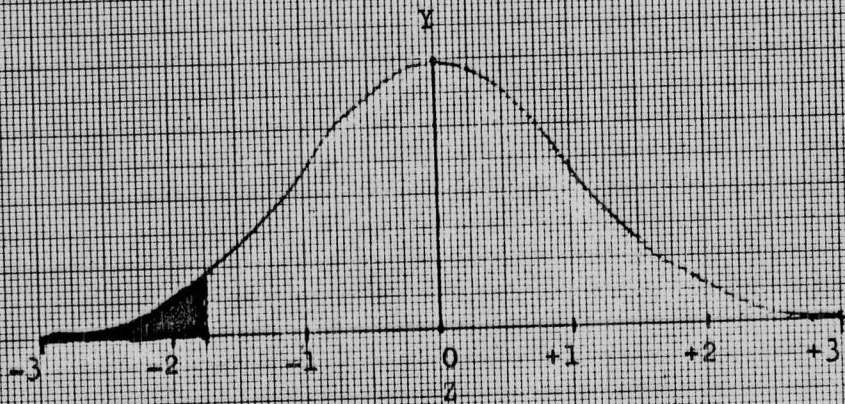
"NORMAL PARA PESO".



$z_{min} = -2.703$

$z_{max} = +2.975$

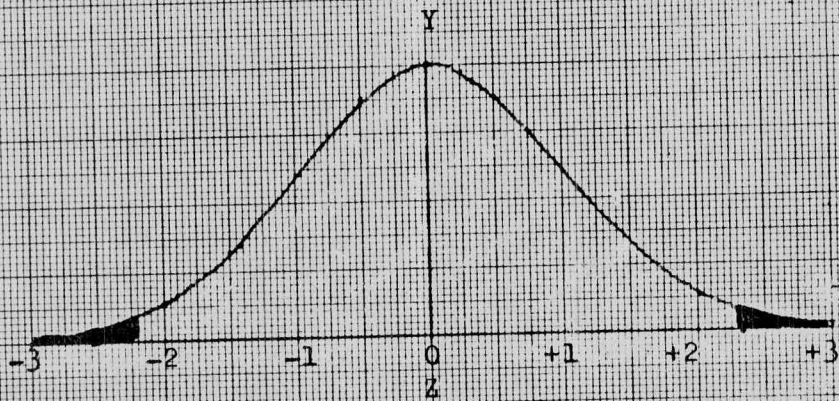
"NORMAL PARA CALIBRE"



$Z_{min} = -1.762$

$Z_{max} = +2.982$

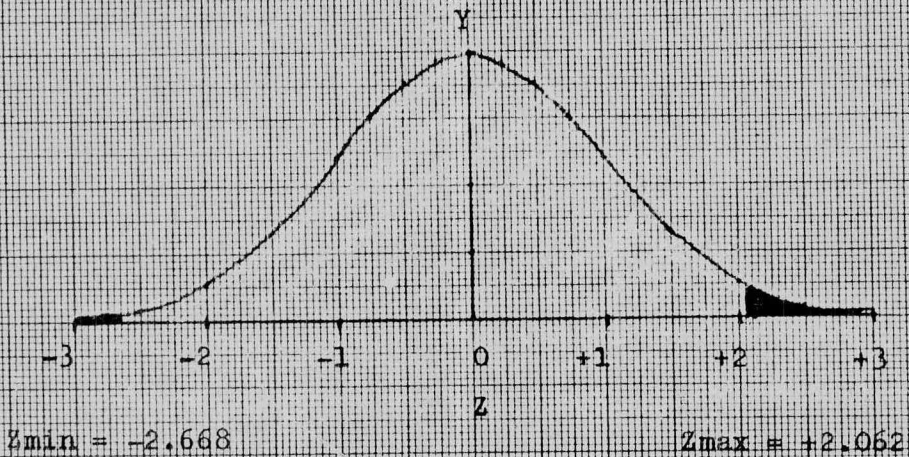
"NORMAL PARA MULLEN".



$$Z_{\min} = -2.22$$

$$Z_{\max} = +2.33$$

"NORMAL PARA HUMEDAD"



CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Después de haber construido un histograma para cada una de las pruebas, se observó que el polígono de frecuencias no coincidía con la normal y, por lo tanto, se decidió ajustar el total de datos a una normal. En base a estas normales se obtienen las siguientes conclusiones.

Los resultados obtenidos nos muestran una mayor cantidad de valores por arriba del valor medio. Esto nos indica que en la compañía, de donde se tomaron los valores, tienen como único índice de control de calidad el rechazar productos que estén muy por debajo del valor medio. Esto sin tener valores límites para un porcentaje de error uniforme en todas las pruebas.

Debido a que un mayor porcentaje de valores se encuentra por arriba del valor medio, nos indica también que hay desperdicio de materia prima y servicios, así como aumento en los costos por elaboración del producto. Este aumento en las pruebas (Mullen, peso y calibre), cuando es grande, no tiene sentido alguno de economía y por lo tanto significa pérdidas.

Este problema se podría detectar y posteriormente disminuirlo y por qué no eliminarlo, si las compañías que presentan estos problemas contaran realmente con un departamento de Control de Calidad adecuado. Es decir que cuenten con un laboratorio en óptimas condiciones y personal altamente capacitado en control de calidad, ya que muchas compañías ocupan personas para el departamento de control de calidad, que no tiene una preparación profesional adecuada y sólo cuentan con un conocimiento empírico de la labor que van a desempeñar.

Por lo que respecta al control de la humedad, éste no se efectúa en lo absoluto, por esta razón la impresión es defectuosa ya que el papel que llega a la máquina corrugadora, viene con demasiada humedad y no es posible eliminar toda la humedad sobrante del papel en los precalentadores que tiene la corrugadora. Por lo tanto, el cartón corrugado saldrá con una resistencia menor y además saldrá combado lo que originará una mala impresión en dicho cartón al meterlo a la máquina impresora.

Para eliminar este problema, se puede recurrir a elevar un poco la presión de vapor en los secadores o disminuir la cantidad de agua en los hidrapulpers, todo esto al fabricar el papel. Además para evitar una mala impresión en el cartón corrugado, hay que darle un buen satinado al papel (es un acabado que se le dá al papel), dándole este satinado al hacer pasar una corriente de vapor por el papel antes de someterlo a enrollamiento. Con esta operación se aumenta el costo en la fabricación de papel pero, queda compensado este aumento al disminuir los costos en la impresión.

Todos los problemas que frecuentemente se presentan en la fabricación tanto de papel como de cartón corrugado, se pueden observar y cuantificar cuando el fabricante cuenta con un adecuado departamento de control de calidad y, este departamento trabaja de común acuerdo con el de producción. Es necesario que el departamento de control de calidad cuente con todas las facilidades y sin restricción para su óptimo desempeño en cualquier empresa. Si ésto no acontece, el departamento no puede realizarse a satisfacción y siempre se tendrá baja calidad en el producto.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

- 1.—*Spiegel, Murray R.* Estadística. tr de José Luis Gómez E. México, McGraw-Hill de México, 1976. 357 p.
- 2.—*Grant, Julius.* Manual sobre la fabricación de pulpa y papel. México, Compañía Editorial Continental, 1968. 678 p.
- 3.—*Feigenbaum, A. V.* Control total de la calidad: Ingeniería y Administración. 6 ed México, Compañía Editorial Continental, 1974. 720 p.
- 4.—*Dixon, W. J. and Frank J. Massey.* Introduction to statistical analysis. New York, McGraw-Hill, 1957. 360 p.
- 5.—*Perry, Robert H. Cecil H. Chilton and others.* Chemical engineers' handbook. 5 ed Tokyo, McGraw-Hill Chemical Engineering Series, 1974. 1238 p.
- 6.—*Earl Libby C.* Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel. México, Compañía Editorial Continental, 1970. Vol. I.
- 7.—*Casey, James P.* Pulpa y papel. 2 ed New York, Intercience, 1952. Vol. I, 795 p.
- 8.—*Kramer, A. and Twing B. A.* Fundamentals of quality control. United States of A. Avi. Publishing Co., 1970. Vol. I, 685 p.
- 9.—*Juran, Joseph.* Quality control handbook. 2 ed New York, McGraw-Hill, 1962. 816 p.
- 10.—*Murcio García, Hugo M.* Métodos estadísticos en control de calidad. Tesis de la Fac. de Química. U.N.A.M. 1977. 99 p.
- 11.—*Stevens, William V.* Refinación del papel. México, A.T.C.P. marzo de 1973. 118-119 p.
- 12.—*Thayker, W. S.* La producción de cartón corrugado. México. A.T.C.P. noviembre de 1973. 462-472 p.
- 13.—*Aragón, Sergio y Ricardo Fernández Romero.* Control de calidad en la práctica. Tesis de la Fac. de Química. U.N.A.M. 1972. 97 p.