

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

Facultad de Ciencias Químicas

76

"MEDICION Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL PAPEL
BOND A TRAVES DE METODOS ESTADISTICOS"

123

MONOGRAFIA

que para obtener el título de
INGENIERO QUIMICO,

P R E S E N T A :

ROBERTO HECTOR DIAZ SANTAMARIA

México, D. F.

1 9 7 6.



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.

ASIGN. Resil
ADM. 1476 - 122
FECHA _____
PROC. _____



QUIMICA

M O N O G R A F I A .

ROBERTO HECTOR DIAZ SANTAMARIA

DIRECTOR DE LA MONOGRAFIA.

INGENIERO QUIMICO

F I D E L F I G U E R O A M.

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO
PARA EL EXAMEN PROFESIONAL

PROFESORES

ING. QUIM. ADALBERTO TIRADO A.
ING. QUIM. MARIO GUEVARA V.
ING. QUIM. FIDEL FIGUEROA M.
ING. QUIM. JORGE A. CASTAÑARES A.
ING. QUIM. JUAN A. GUERRERO M.

A MI ESPOSA CRISTINA

Que con su amor hizo posible-
la realización de este trabajo

A MIS PADRES

Que con humildad y sacrificio lograron
la culminación de mis estudios.

A MIS HERMANOS

Mauricio, Virginia y Antonio

Mi agradecimiento más sincero para quienes de una manera desinteresada colaboraron en el desarrollo de la presente Tesis.

ING. QUIM. JOSE CHAVEZ G.
ING. QUIM. MAURILIO CRAVIOTO T.
LAE. R. MAURICIO DIAZ SANTAMARIA
SRA. GUILLERMINA PUGA.

I N D I C E

	PAG.
I N T R O D U C C I O N	I
CAPITULO I. GENERALIDADES	
1.1 Historia del Papel	2
1.2 Máquina de Papel. Dirección de Má quina y Dirección Transversal	11
1.3 Papel Bond. Definición, Producción	15
CAPITULO II. MEDICION Y EVALUACION ESTADISTICA DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS.	
2.1 Importancia de las características físicas	20
2.2 Mediciones estadísticas	23
2.3 Medición y evaluación del peso base	54
2.4 Medición y evaluación del calibre	59
2.5 Medición y evaluación del encolado	65
2.6 Medición y evaluación de la porosi- dad.	73
2.7 Medición y evaluación de la lisura	77
2.8 Medición y evaluación del dennison	86
2.9 Medición y evaluación de la blancu- ra.	89
2.10 Medición y evaluación de la opacidad	91
2.11 Medición y evaluación de la resisten- cia a la tensión.	101
2.12 Medición y evaluación de la resisten- cia al rasgado.	109
2.13 Medición y evaluación de la resisten- cia a la explosión.	118
2.14 Evaluación comparativa del papel Bond	122
CAPITULO III. MEDICION Y EVALUACION DE LAS CARACTE- RISTICAS QUIMICAS.	
3.1 Introducción	125
3.2 Celulosa, Origen y tratamiento	127
3.3 Medición y evaluación de la humedad	141

	PAG.	
3.4	Medición y evaluación de cenizas	144
3.5	Medición y evaluación del almidón	148
3.6	Medición y evaluación del pH	151
CAPITULO IV.	CARACTERISTICAS SUBJETIVAS	
4.1	Introducción	156
4.2	Suciedad. Origen, aceptación y rechazo	157
4.3	Arrugas. Origen, aceptación y rechazo	163
4.4	Tipos de Blancos. Origen, aceptación y rechazo	163
4.5	Rollos Flojos. Origen, aceptación y rechazo	164
4.6	Rollos Estrellados. Origen, aceptación y rechazo	164
4.7	Rollos Cónicos. Origen, aceptación y rechazo	165
CONCLUSIONES		168
BIBLIOGRAFIA		172

MEDICION Y EVALUACION DE LA CALIDAD DEL PAPEL

BOND A TRAVES DE METODOS ESTADISTICOS.

INTRODUCCION

Una de las funciones del Ingeniero Químico en el campo industrial es el control estadístico de la calidad, siendo éste la colección, tabulación, análisis e interpretación de datos, que tienen por objeto llegar a inferir ciertas conclusiones, para que la calidad esté conforme con las especificaciones establecidas.

El objetivo principal de éste trabajo, es señalar e inducir a la búsqueda de algunos métodos estadísticos que ayuden a controlar o prevenir la mala calidad del producto con el fin de disminuir errores o variabilidad de las -- normas.

Las ventajas derivadas del uso de métodos estadísticos adecuados darán la acción correctiva y/o la preventiva, ya que por esos medios se logrará el mejoramiento de la calidad y por ende tener un mejor control sobre el producto. Todo ésto provocará mayor producción y menor merma.

Por tal motivo, deben probarse métodos estadísticos que se acoplen a las características físicas, químicas y subjetivas, las cuales deben ser comunicadas a los departamentos involucrados para que se efectúen los ajustes neces-

sarios en el proceso.

Por lo anterior, éste trabajo ha sido realizado con la intención de que el Ingeniero Químico avocado a esta rama, se percate que éste campo de acción va más allá de rechazar o aceptar un producto y que sus conocimientos se verán incrementados al conocer el proceso de celulosa y papel.

CAPITULO I

G E N E R A L I D A D E S

1.1

HISTORIA DEL PAPEL

El hombre, desde tiempos inmemorables, se ha venido preocupando por consignar sus pensamientos y lo acontecido, a fin de retenerlo para futuras generaciones.

El hombre de la prehistoria, que vivía en estrecha comunidad con la naturaleza, no le faltaba ingenio, -- pues hacía uso de acantilados, rocas, cuevas y refugios de montaña para perpetuar en ellos misteriosas y magníficas -- pinturas rupestres y relieves, también grababa sus pensamientos en hojas de árboles, conchas y huesos, en puntas de lanzas y en tablillas de bambú y madera.

En el medio cultural de la china el material -- que más se empleó fueron tablillas de madera, en las que -- inicialmente y por medio de un objeto puntiagudo, grabaron los signos de la escritura, recurriéndose después al uso de un bejuco delgado que introducían en tinta. Durante los -- siguientes tres siglos y hasta la invención del papel, se -- empleó la seda.

Al lado de los materiales que hemos mencionado hubo dos que durante muchos siglos, en ocasiones hasta el -- presente, han retenido su forma original: el papiro y el -- pergamino. Del primero nuestro papel recibió su nombre sin

que tecnológicamente se le pueda considerar su precursor.

El papiro quizá fue elaborado por los egipcios desde el año 3500 A. C., en Grecia se introdujo en el siglo VII.

Un relieve descubierto, demuestra la cosecha del papiro a orillas del río. Emplearon el *cyperus papyrus* de la familia de las ciperacias, que abundaba a lo largo del Nilo. Según Plinio el viejo (2379 D.C.) de la inferior del tallo triangular, previamente eliminada la cutícula, cortaban delgadas tiras del mayor ancho y largo posible, siendo la médula de la planta la que contenía las fibras más valiosas. Esas tiras *philyrae*, eran colocadas paralelamente sobre una tabla y sobre aquellas se ponían otras más cortas, transversales. Las dos capas entretrejidas formaban las hojas que -- luego de ser sumergidas en el nilo se sujetaban a presión durante algunas horas, después de lo cual eran batidas con un implemento adecuado. La savia que brotaba, servía de adhesivo. Finalmente se le secaba al sol y las asperezas se eliminaban puliendo la superficie con marfil o con una concha o - piedra lisa.

La escasez periódica que se hacía sentir del papiro, condujo a la invención del pergamino. De animales que sacrificaban para los dioses, prepararon las pieles secas --

que frotaron con greda, a fin de impartirles una superficie adecuada para escribir.

Con el tiempo, el pergamino se convirtió en el gran competidor del papiro. El nuevo material obtuvo su nombre de Pérgamo, antigua ciudad griega del Asia Menor.

Al final de los desarrollos técnicos que someramente hemos descrito sin haber aún considerado los que se efectuaron en el área del Océano Pacífico y en América, es el material que hoy conocemos por papel, y al que en definitiva debemos el desenvolvimiento de la cultura y la divulgación de los conocimientos.

Una antigua crónica de la provincia de Honan en China, refiere la invención del papel al señor TS'AI LUN - en el año 105 A.C.

Consistió dicho descubrimiento en el empleo de materiales fibrosos, tales como el lino, el bambú, la corteza liberiana y algunos arbustos y otros, que reducidos a pulpa, podrían ser utilizados para elaborar papel. Para tal efecto y para suavizar las fibras, las colocaban en lodo y agua durante dos semanas, para después separar los manojos de fibras mediante un vigoroso machacamiento en un mortero de piedra. El proceso de recombinar las fibrillas para formar la hoja, es esencialmente el mismo que aún hoy

día se practica en la manufactura del llamado papel de "mano", o sea: las fibras se mantienen en una suspensión acuosa, en la cual se introduce un marco provisto de un tejido de bambú o de alguno otro material, que permite el drenaje del agua, pero teniendo las fibras. La hoja así formada se secaba al sol.

Los secretos para la elaboración del papel se extendieron gradualmente, pero no fue sino hasta el año 1150, cuando se fabricó por primera vez en Europa, para ser más preciso en Xativa, España.

En Montefañó, ciudad de Italia, se introduce el papel 120 años después.

El primer molino de papel se instaló en Alemania en el año 1336, en Francia en 1350, pero al finalizar el siglo XIV, la industria ya se había cimentado firmemente en gran parte de Europa, extendiéndose gradualmente hacia el norte del continente. En 1576 en Moscú y 1698 en Oslo.

Durante la edad media, el arte de la elaboración del papel, era de un lento desarrollo, lográndose mejoras en el orden técnico, al emplear soluciones alcalinas que contenían carbonato, cal o hidróxido de sodio para tratar los trapos y remover contaminantes grasos y colores.

En el año 1799, el mecánico Luis Robert obtiene-

la patente de una máquina para elaborar papel, que el inglés Donkin utilizó para la construcción de la primera máquina capaz de fabricarlo en forma continua y que los hermanos Fourdrinier ponen en operación en 1804 en el poblado de Hertfords hire, siendo éste el prototipo de las que hoy llevan su nombre.

Si el papel se introdujo en España por los árabes en el año 1150 no fue sino hasta el año 1580 cuando en México se instaló el primer molino en el pueblo de Culhuacán.

En México, el papel se empleó extensamente en muchas de las ceremonias de carácter religioso y ritual, así como para la confección de manuscritos y libros, que fueron admiración de los conquistadores españoles.

Se carece de noticias exactas de cuando los mayas principiaron a elaborar papel que llamaban "huun" y muy poco se sabe acerca de la fecha en que este material, "amatl" para los aztecas y "ziranda" para los tarascos, comenzó a usarse entre los pueblos que habitaron la parte meridional de México. Los Toltecas ya lo conocían desde tiempos muy remotos, pues en lo que toca a su mitología ya encontramos mención de la palabra papel.

Cronistas como Landa y Motolinía, relatan que para la elaboración del papel, los mayas y los mexicanos utilizaron diversas fibras tales como cierta delgada corteza in

ferior de los árboles que nace debajo de la corteza superior; raíces de un árbol; de árboles que llaman amatl, de la amahuaitl que es árbol del papel; del metl (maguey) de la palma y finalmente hacían uso del llamado papel de gusano a las que daban cierto acabado que consistía en alisar las superficies mediante un artefacto de barro o de piedra, similar a una plancha, o bien aplicar una delgada capa mineral, a la que Landa se refiere como lustre blanco y Pedro Mártir como un "betun" o unto fuerte que supone ser yeso o alguna materia parecida, con el objeto de hacerlos susceptibles de recibir las escrituras y dibujos.

Interesados en la materia encontraron con gran sorpresa que donde se unen los estados de Puebla, Veracruz e Hidalgo aún se fabricaba papel en 20 poblaciones, en donde generalmente empleaban las fibras liberianas de las moracias, tales como la higuera "ficus", de la castilloa elástica y de la cecropia mexicana que preparaban de la siguiente manera: valiéndose de un machete hacían un corte transversal en el tronco, pero cerca de una rama que aún estuviera tierna; tiraban de la fibra y la corteza juntas, procurando arrancar un trozo del mayor ancho y largo posibles. Reunida la suficiente cantidad, separaban las cortezas y las fibras

lavándolas con agua corriente para eliminar un líquido pegajoso (latex), después de lo cual lo ponían dentro de una olla de barro grueso y a fuego lento la dejaban cocer durante tres o cuatro horas.

Tratándose de fibras suaves y las del moral y xalamatl limón en particular, ponían dentro de la olla agua de ceniza de leña (carbonato de potasio), y cuando las fibras estaban duras, las de xalamatl grande se producía un papel de color morado, agregando además agua que contenía cal, o sea la que empleaban para el cocido de maíz en sus tortillas.

Posteriormente, cocido el material, lo dejaban enfriar; lavaban de nuevo la fibra en agua limpia y después de ésta operación quedaba listo para usarse. Después, se acomodaba sobre una tablita una tira de fibra, dándole la forma de un rectángulo, en tres partes más o menos iguales. Y así con una piedra, provista de estrías (batidor), golpeaban las fibras, las que al machacarse, se iban extendiendo, uniendo y adelgazando, hasta que adquirían la forma de una hoja de papel, la que dejaban sobre la tablilla para que se secara con el sol.

Naturalmente hay algunas variantes al método descrito, pero este puede considerarse como el más empleado,

y que según el empeño que ponga el artesano, permite obtener un producto de bastante buena apariencia y uniformidad, siendo éste papel el que más se asemeja al verdadero.

También es interesante, el "lustre blanco en el que se podía escribir bien", lustre al que se refirió Landa que al analizar un pequeño fragmento de códice dresdensis, - lo determinó como carbonato de calcio de origen vegetal. El doctor Blas P. Reko, aseguró tener razones para suponer que este polvo blanco se obtenía de un arbusto yucateco llamado Zac-táh ó tizate (tierra blanca) en el Salvador. En efecto, - analizadas las cenizas de los tallos de Zac-tah, la parte - insoluble, que es el 67.5% del total, se compone de un -- 8.84% de óxido de aluminio, 68.25% de carbonato de calcio y un 22.91% de carbonato de magnesio por lo cual es posible - que las antiguas culturas de México hayan utilizado las cenizas de esta planta para cubrir la superficie de alguno de sus códices.

Durante mucho tiempo hubo controversias, y parece que aún hoy en día existen, en torno a que si las antiguas culturas de México emplearon o no el maquey y la palma para manufacturar alguno de sus papeles, por lo que se estudió la mayoría de los códices postcortesianos. De esos 43 códices investigados, se suponía que 20 eran de fibra de ma-

guey, 13 de las de amate "ficus" uno de palma, uno de procedencia europea y el resto de fibras dudosas. También se efectuaron amplios estudios microscópicos en luz polarizada y comparaciones de fibras de amate y maguey y otras, tomándose fotomicrografías a una ampliación de 450 diámetros, para hacer resaltar los tubos de latex que en forma espiral circundan determinadas partes de las fibras liberianas de la morera.

El resultado fué que sólo cuatro códigos se habían elaborado con fibras de maguey, no fué posible encontrar alguno de palma, cuatro eran de lino ó cáñamo y por lo tanto de procedencia europea y todos los demás se habían hecho con fibras de la morácea, o sea del amate.

Como se podrá observar, las técnicas utilizadas fueron casi idénticas a las europeas y asiáticas.

Resumiendo, muy poco podemos sacar en claro de la fabricación primitiva del papel en éstas tierras, pero afortunadamente esta industria sobrevivió hasta nuestros días.

1.2 MAQUINA DE PAPEL. DIRECCION DE MAQUINA Y
DIRECCION TRANSVERSAL.

Una breve descripción del funcionamiento de la -
máquina de papel, será suficiente para comprender la fabrica-
ción del mismo.

PREPARACION DE PASTAS.

En este Departamento es donde se efectúan las -
preparaciones de las distintas fibras celulósicas para que
el papel fabricado cumpla con los requisitos establecidos --
previamente.

Los requerimientos principales de la pasta son -
los siguientes:

Consistencia.- Es la relación de sólidos (fibras)
y líquidos (agua). Si la consistencia no es la adecuada, el
papel tendrá partes con mayor peso y por lo tanto un calibre
no uniforme.

Freenes.- Es la capacidad de drenado. Es decir,
la fibra, dependiendo de su tamaño permitirá pasar más o me-
nos cantidad de agua dando como resultado mayor ó menor rigi-
dez, observándose más quebradizo el papel y notándose varia-
bilidad en las características de resistencias.

pH.- Este debe ser el indicado para que la resi-

na con el sulfato de aluminio precipite en la fibra y se obtenga de ésta manera un buen encolado.

CAJA DE ENTRADA.

Ya preparada la pasta, se bombea a la caja de entrada, constituida por una mampara que evitará la turbulencia, y un rodillo rompebolos.

En la caja de entrada, se encuentran los volantes para labios cuya función principal es la de mantener uniforme el perfil de la hoja además de controlar el peso base del papel.

MESA DE FORMACION O SECCION HUMEDA.

La finalidad en ésta parte de la máquina es la de eliminar el agua que contiene la pasta y de orientar las fibras en dirección de máquina y transversal o sea, que es en donde realmente se empieza a formar la hoja de papel.

La mesa de formación está constituida por:

Rodillo de pecho

Rodillo motriz

Rodillo desgoteadores

Cajas de succión

Tela

El rodillo de pecho y motríz actúan con vacío - de tal manera que succionan el agua de la pasta que va encima de la tela; de la misma manera actúan las cajas de -- succión. Los rodillos desgoteadores están en contacto con la tela ayudando a la eliminación del agua. Si todos éstos accesorios no trabajan de manera correcta, se formarán en el papel franjas de tela, de humedad, descalibre (mal perfil - de la hoja) etc., que obviamente afectarán la calidad del - papel.

SECCION DE PRENSADO.

La hoja de papel que está en la mesa de forma-- ción pasa inmediatamente a las prensas, donde se elimina el agua que todavía contiene el papel, además de mejorar el perfil de la hoja. La prensa está formada por un rodillo sólido y otro de succión.

SECCION DE SECADO.

El papel que continúa húmedo es secado a la humedad requerida por el papel (4.5 a 6.0%), por medio de rodillos secadores que en su interior contienen vapor de agua.

En esta parte, cabe hacer mención de un rodillo secador de diámetro mayor al de los rodillos secadores llamado yanqui, cuya función será la de satinar el papel.

DIRECCION DE MAQUINA Y DIRECCION TRANSVERSAL.

En cualquier papel, las fibras que lo componen - siguen dos direcciones, éstas son: Dirección de Máquina y Dirección Transversal.

La dirección de máquina, son todas aquéllas fibras que precisamente van en sentido de la máquina y dirección trasnversal es el sentido perpendicular a la dirección de la máquina.

A continuación se describen diferentes métodos, para identificar el sentido de las fibras, en vista de que - una sola prueba no puede dar resultados representativos.

1.- Dos tiras de 15 x 150 mm., cortadas en di-- recciones perpendiculares una con respecto a la otra, se su- perpone y se mantienen juntas por un extremo el cual debe de estar horizontal. Los extremos libres de ambas tiras se -- flexionarán hacia la vertical, notándose el ángulo resultan- te entre las dos tiras.

Posteriormente la tira de abajo, se coloca en la parte superior notándose el nuevo ángulo. La tira corres-- pondiente a la dirección transversal se flexionará de modo - que muestre el ángulo más grande, así que cuando esta tira es la de abajo, el ángulo es el mayor.

2.-Se flota en el agua un círculo de papel de 5 cms. de diámetro viéndose el eje del cilindro formado por el rizo, y ésto es lo que nos señala la dirección de la máquina.

3.-Por regla general, las pruebas de tensión -- son mayores al usar tiras cortadas en la dirección de máquina, mientras que la resistencia al rasgado es mayor en la dirección transversal.

4.-En la prueba de resistencia a la explosión, -- la línea principal de ruptura corresponde a la dirección -- transversal.

1.3 PAPEL BOND. DEFINICION. PRODUCCION.

No se sabe con exactitud el nacimiento del papel bond, pero ya en el año de 1580 se observó un papel que al menos no dejaba pasar la tinta (subtítulo 1.1).

Otras fuentes informan, que el verdadero papel bond tiene en su mezcla un contenido de algodón que ciertamente dan al papel un acabado real para su uso, escritura e impresión, pero a través del tiempo, los fabricantes de papel sin utilizar el algodón, han dado a dicho papel las características básicas de calidad para su uso, como es la blancura, opacidad, suavidad, penetración de tinta, facilidad de borra-

do, formación y acabado, tal es el caso de la fábrica de papel de Paramonga, Perú, que hasta 1971 utilizaban el 74.72% de celulosa de bagazo de caña, 12.25% kraft blanco, 2.96% de broke blanco y 10.07% de relleno (carga).

Respecto a la definición de la calidad de papel - bond, tampoco se ha llegado a un acuerdo que sea suficientemente preciso.

El papel bond se puede definir como el material - constituido por fibras de celulosa blanqueadas y compuestos - químicos que cumplan las características básicas para su uso, generalmente escritura o impresión, por lo que éste debe tener buena formación, acabado y suavidad, además de las siguientes características:

Peso uniforme	4% más ó menos del peso base
Humedad	5.5%
Calibre Uniforme	Dependen del gramaje
Lisura Sheffield	100 cm ³ /min.
Encolado	60 a 100 seg.
Dennison	13 mínimo
Blancura	82° G E mínimo
Opacidad	78° G E mínimo

Respecto a las resistencias al rasgado, a la -- tensión y a la explosión, son características que pueden --

considerarse como un segundo grado de importancia, debido al uso del papel mismo, que con una buena formación soportará - aún más el tratamiento a que esté sujeto en el momento de la impresión.

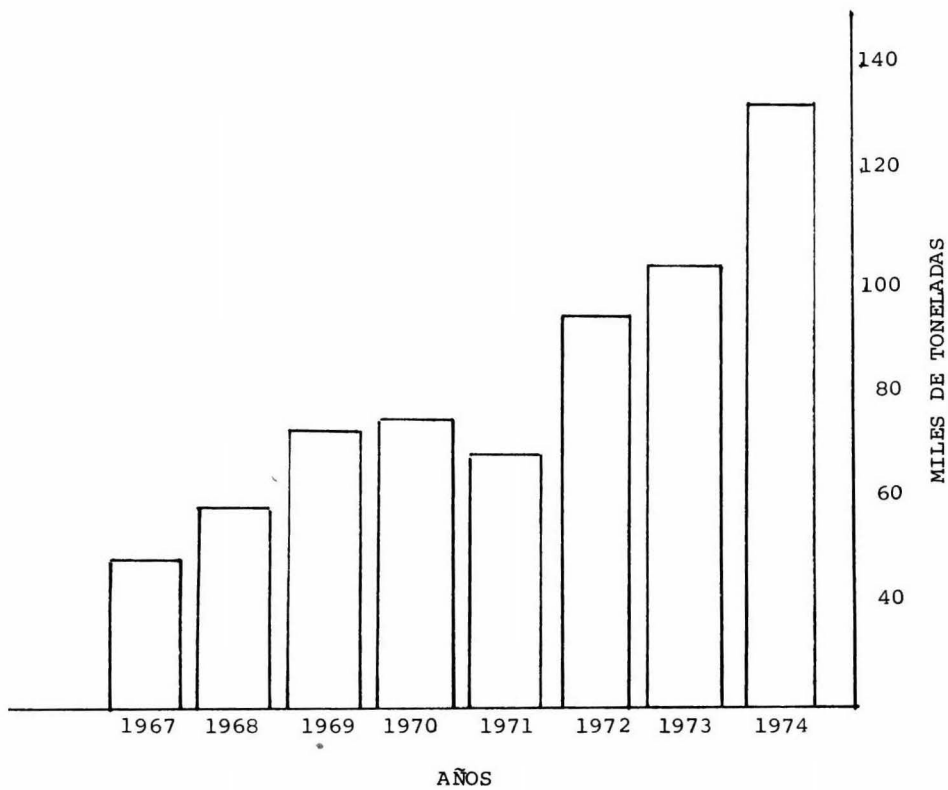
La producción de papel bond se ha ido incrementando año con año, a excepción del año de 1971 que sufrió una considerable baja, por lo que se le llamó año de la atonía - debido a la decadencia económica nacional.

Para tal efecto, es conveniente conocer la producción de papel bond de 1967 a 1974.

<u>AÑO</u>	<u>TONELADAS</u>
1967	48480
1968	57279
1969	70538
1970	74078
1971	66828
1972	92289
1973	102637
1974	132965

A continuación se anexa gráfica con los datos respectivos.

PRODUCCION NACIONAL DE PAPEL BOND



CAPITULO II

MEDICION Y EVALUACION ESTADISTICA
DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS.

2.1 IMPORTANCIA DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS.

Las características físicas, son aplicables a - cualquier tipo de papel, además de que todas ellas tienen - la misma importancia para un buen funcionamiento del mismo, pero debe tenerse en cuenta la finalidad ó uso que se le va a dar al papel para tener especial cuidado en determinadas - características.

A continuación se hará mención de las características más importantes para algunos papeles, en especial las de papel bond, que es el motivo de nuestro estudio.

Como podrá observarse en la tabla I-C, el peso - y calibre son las características más importantes en todos - los papeles, el primero porque no debe ser mayor al requerido ya que de ésta manera se estará regalando material fibroso y en caso contrario se cometerá un fraude. Además estas variantes de mayor o menor al peso requerido provocará un descalibre en el papel, detectándose en el embobinado de los rollos ya que éstos se observarán flojos y no apretados como debe ser.

Otra característica importante y que se encuentra en casi todos los tipos de papel es el encolado.

En el caso del papel bond, se tienen 6 caracte-

rísticas importantes en la que se debe tener especial cuidado para que no salgan de las normas establecidas y no sea - la causa de mala calidad .

T.D.P.	CARACTERIS TICAS	PESO	RESIST.AL RASGADO	RESIST.A LA TENSION	RESIST. A LA EXPLOSION	CALIBRE	POROSIDAD	ENCOLADO	LISURA	DENNISON	BLANCU RA	OPACIDAD
CHINA		X				X						
COUCHE		X				X		X	X	X	X	
BOLSA		X	X		X	X						
VASO		X				X		X				
BOND		X				X		X	X	X	X	
ESTAMPAR		X	X			X		X				
IMPRESION		X				X		X				
MANILA		X				X	X					
PERIODICO		X				X						X
COPIA		X				X						

T.D.P. = TIPO DE PAPEL

TABLA 1-C

2.2 MEDICIONES ESTADISTICAS.

Existen diversas formas para representar gráficamente una recopilación de datos, siendo las principales:

Curva de lecturas individuales y de medias

Gráfica de Barras

Gráfica de Histograma

Gráfica de Polígono

Entre estas formas de representación gráfica, la más comunmente utilizada es la del Histograma.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.

Estudiaremos la distribución de frecuencias con un ejemplo numérico:

El peso base de un papel bond $\bar{x}=60 \text{ g/m}^2$, que -- tiene como límites de control inferior y superior el 5% (57 g/m^2 y 63 g/m^2 RESPECTIVAMENTE)

T A B L A I

1) 62.00	7) 61.0	13) 61.0	19) 61.9	25) 59.0
2) 62.8	8) 61.2	14) 61.8	20) 61.5	26) 59.5
3) 62.2	9) 61.5	15) 60.6	21) 61.8	27) 58.9
4) 61.4	10) 62.6	16) 61.3	22) 61,2	28) 58.0
5) 61.4	11) 61.3	17) 61.9	23) 60.9	29) 58.0
6) 61.1	12) 61.0	18) 60.9	24) 60.2	30) 62.0

En la Tabla I, se registraron los pesos prome-

dios de 30 pesadas. A continuación se presenta la siguiente tabulación de distribución de frecuencias.

T A B L A 2

Clase	Frecuencia	Punto medio	Frecuencia relativa	%
58.0-58.5	2	58.25	$2/30 = 0.066$	6.6
58.5-59.0	2	58.75	$2/30 = 0.066$	6.6
59.0-59.5	1	59.25	$1/30 = 0.033$	3.3
59.5-60.0	0	59.75	0 0	0
60.0-60.5	1	60.25	$1/30 = 0.033$	3.3
60.5-61.0	6	60.75	$6/30 = 0.20$	20.0
61.0-61.5	10	61.25	$10/30 = 0.333$	33.3
61.5-62.0	5	61.75	$5/30 = 0.166$	16.6
62.0-62.5	2	62.25	$2/30 = 0.066$	6.6
62.5-63	<u>1</u>	62.75	$1/30 = 0.033$	<u>3.3</u>
	30		0.999	99.9

En la Gráfica 1 y 2 (Pág. 30) se puede apreciar que la variación de peso se encuentra dentro de los límites de tolerancia, por lo cual la máquina tiene la capacidad para cumplir las exigencias técnicas, además de que el proceso es económico porque no produce mermas.

Sin embargo, observamos que la tendencia central está desviada hacia la derecha, dando a entender que la máqui-

na no fue centrada y habrá peligro de que una porción de papel salga más allá de la tolerancia superior.

Observando la gráfica 3 (Pág. 31) la distribución de frecuencias relativas puede ser considerada como la distribución de probabilidades, es decir, que para el peso de 58.25 g/m² la probabilidad de que salgan esos valores es el 6.6% y la probabilidad de 59.25 g/m² es de 3.3%, y la probabilidad del 33% pertenece al peso de 61.25 g/m², y así sucesivamente, la suma total de las probabilidades es igual a la unidad, además de que esta distribución de probabilidades puede predecir la producción futura.

DISTRIBUCION NORMAL

Con los valores en Segundos de Encolado, obtenidos mediante una fabricación de papel bond, estudiaremos la distribución normal.

Intervalos de Clase	Punto medio	Frecuencia
55-64	59.5	1
65-74	69.5	2
75-84	79.5	9
85-94	89.5	22
95-104	99.5	33
105-114	109.5	22
115-124	119.5	8

125-134	129.5	2
135-144	139.5	1

T A B L A 3

En la tabla 3, se presentan las frecuencias ilustradas por medio de la gráfica 4, donde se observa una curva más levantada. Ahora bien, suponiendo que se reduce el intervalo en 5 unidades, la representación gráfica será tal y como se muestra en la gráfica 5, que como se observa, el gráfico se acercará más y más a una curva lisa en forma acampanada, conocida por el nombre de curva normal o curva de Gauss o la curva de error.

Por otro lado, la curva no se ajusta exactamente a una distribución de frecuencias con variable discreta - en forma de histograma, pero esa es la curva que cabe obtener como un límite, siempre que el número de observaciones -- aumente grandemente y el intervalo se estreche hasta el mínimo. (gráfica 6).

Para un mejor entendimiento de lo anterior y con la ayuda de la gráfica 7 consideraremos la figura formada - por las dos coordenadas levantadas en AB y la curva interceptada por ellas, esto es, la figura AA'BB', en donde se observa que el área de la figura es prácticamente igual a la del

rectángulo AA" BB", obtenido del punto medio AB que es una ordenada CC', proporcional a la frecuencia en el intervalo de clase AB. En el dibujo ampliado de la AA" BB", podemos observar que el área C'A'A" no alcanza la curva, pero forma parte del rectángulo. Por lo tanto, cuanto más pequeño sea el intervalo AB, tanto más igual será al área que está debajo de la curva que el área del rectángulo del mismo intervalo. Por eso, cuando los valores de los intervalos AB son infinitamente pequeños, se formará un punto en la curva en vez de rectángulos, por lo que al intervalo se le denominará la variable continua.

El modelo matemático de la curva normal es:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma}\right)^2}$$

Donde expresa una función continua que se llama la función normal de densidad.

La forma de la curva normal está definida por los valores de los parámetros μ y σ , por eso, para cada valor de μ ó σ tendremos una curva distinta. La gráfica 8, - presenta dos distribuciones normales con μ distintas y σ iguales; la gráfica 9 con μ iguales, pero σ distintas.

Sin embargo, cualquier distribución normal puede convertirse en una función tipificada, para la que se han

confeccionado las tablas, con el fin de facilitar los cálculos mediante un cambio de variable.

Esta función tipificada es la que tiene $\mu = 0$ y $\sigma = 1$, por lo que su modelo matemático será:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}}$$

Como ilustración, supongamos que, en nuestro ejemplo de la tabla 3 el valor medio es 100 seg. y la desviación estandar es 13 seg. Si elegimos $x = 100, 113, 126, 139$ por un lado y $87, 74, 61$ por el otro, obtenemos los siguientes valores nuevos mediante el cambio de variable:

$$t = \frac{100 - 100}{13} = 0$$

$$t = \frac{113 - 100}{13} = 1 \quad t = \frac{-100 + 87}{13} = -1$$

$$t = \frac{126 - 100}{13} = 2 \quad t = \frac{-100 - 74}{13} = -2$$

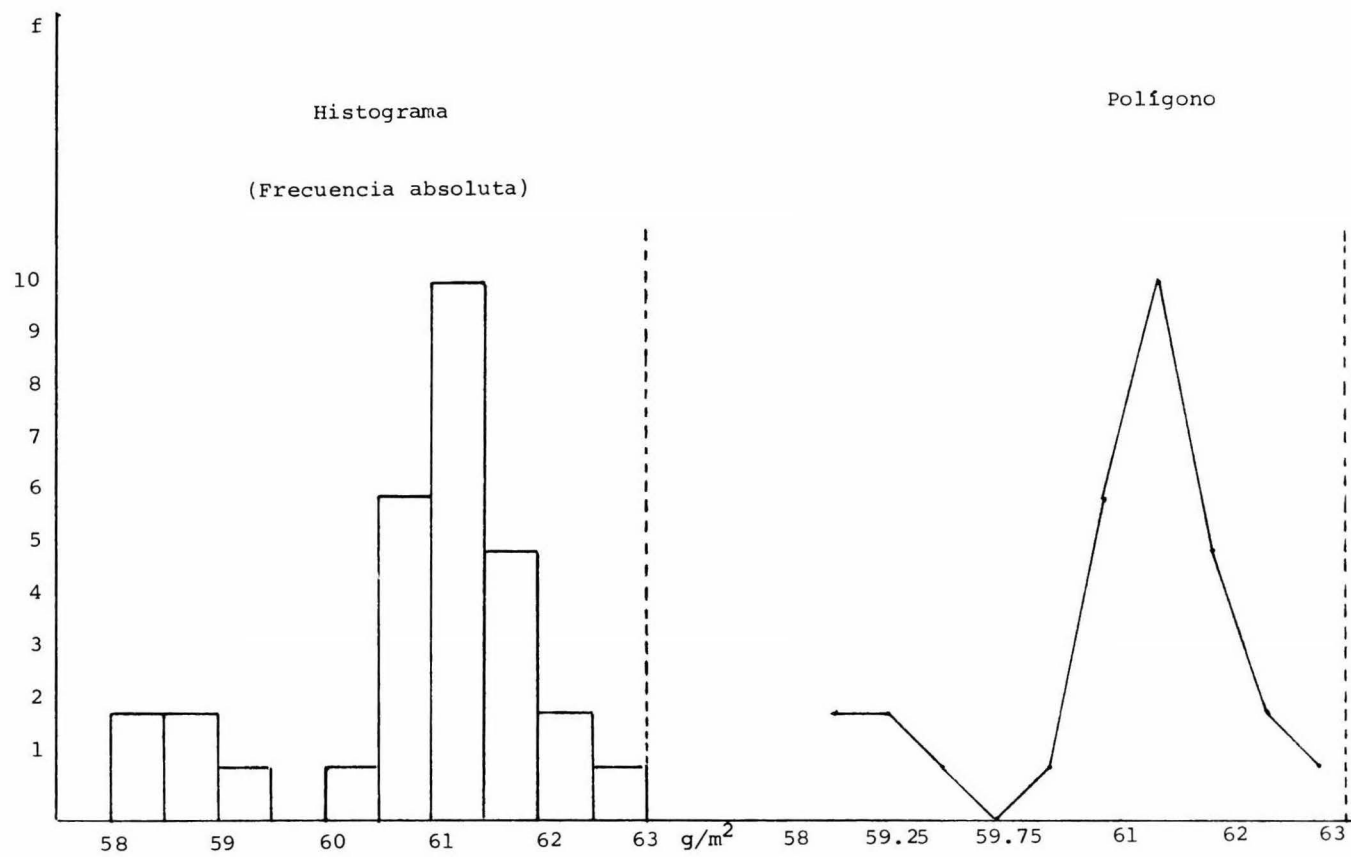
$$t = \frac{139 - 100}{13} = 3 \quad t = \frac{-100 - 61}{13} = -3$$

En la gráfica 13, (Pág.34), se observan dos escalas diferentes de variables: t y X

Es fácil notar en la tabla de valores de áreas o probabilidades en la curva normal tipificada t , el valor que está comprendido entre más y menos de una desviación estandar con respecto a su media que es del 68.27% mientras que, entre más y menos de dos desviaciones estandar el área es --

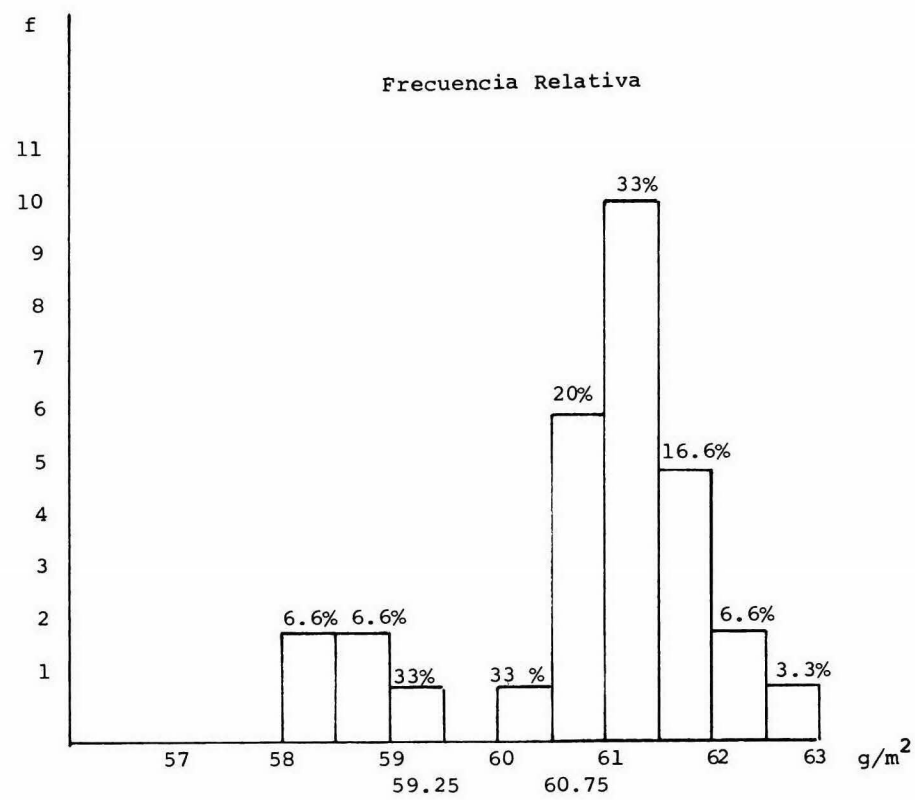
del 95.45% y entre más y menos de tres desviaciones estandar el área debajo de la curva es del 99.73% (GRAFICA: 11, 12 y 13).

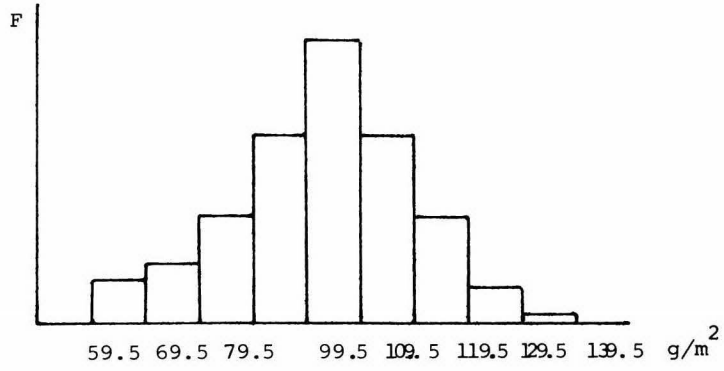
Cabe hacer notar que el área que está formada por la curva normal, representa la probabilidad y por lo tanto, - el área total de la curva normal, es la unidad.



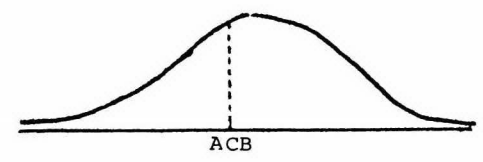
GRAFICA I

GRAFICA 2

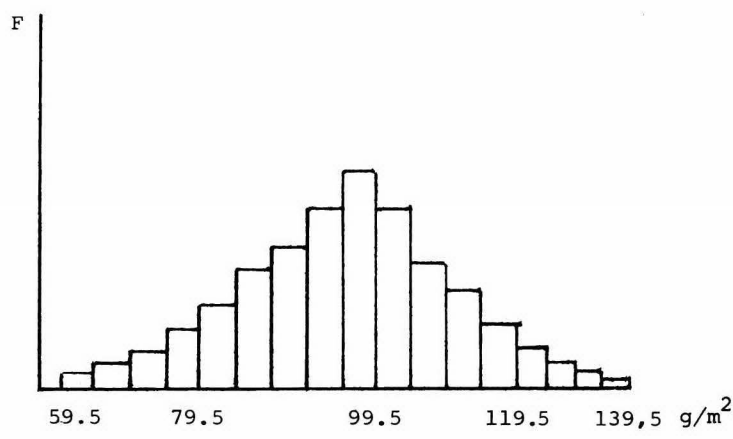




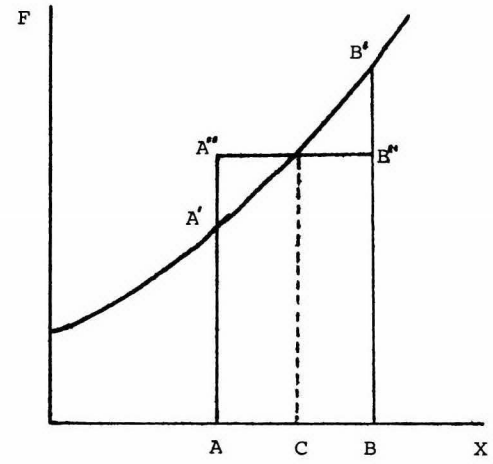
GRAFICA 4



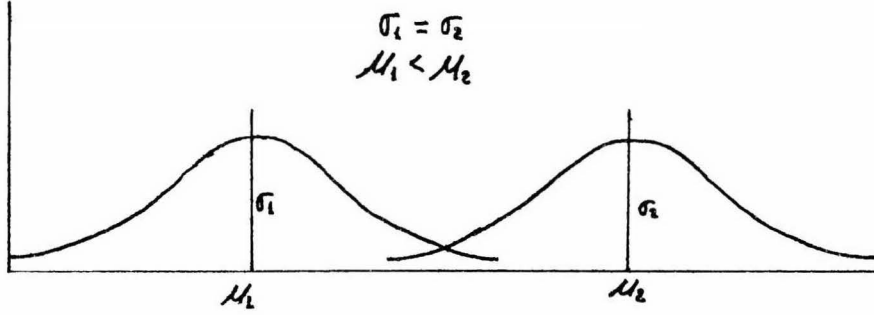
GRAFICA 6



GRAFICA 5

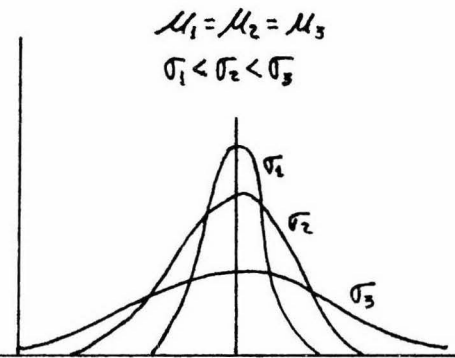


GRAFICA 7



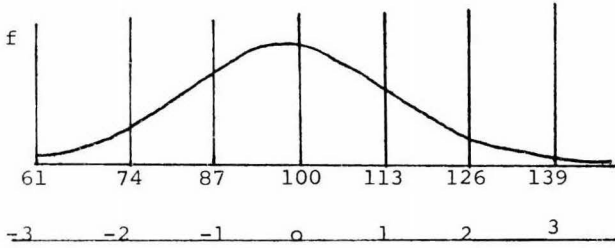
$$\sigma_1 = \sigma_2$$
$$\mu_1 < \mu_2$$

GRAFICA 8

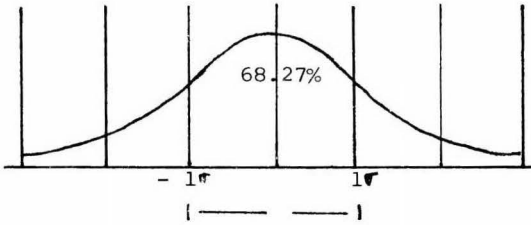


$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$
$$\sigma_1 < \sigma_2 < \sigma_3$$

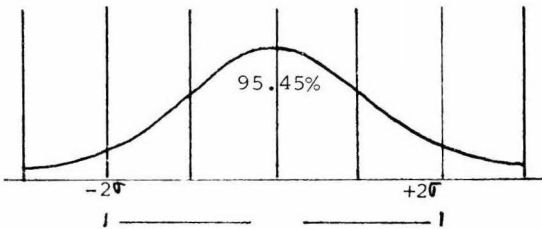
GRAFICA 9



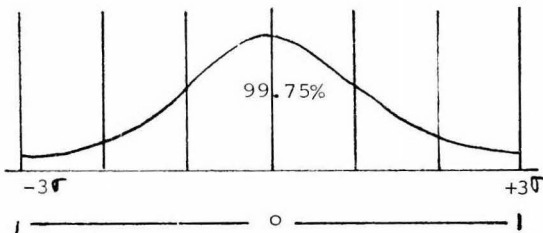
GRAFICA 10



GRAFICA 11



GRAFICA 12



GRAFICA 13

LIMITES DE VARIABILIDAD.

Generalmente en los trabajos prácticos del control de calidad, se hace uso únicamente de dos funciones: la media y la desviación estandar;

Suponemos que: de 10 muestras, tomadas a lo ancho del rollo de máquina, se obtuvieron los siguientes valores en Segundos de Porosidad:

59, 61.5, 62.5 60.3, 59.5 60, 62, 61, 58.5 57

Su media será:

$$\bar{x} = 60.13 \text{ Segundos}$$

OTRO EJEMPLO:

32, 25, 23, 25, 27, 26, 26, 30, 26, 25, 24, 26, 26, 26, 32
30, 30, 28, 30, 34, 36, 36, 30, 28, 32, 34, 31.

Ordenando los valores de la siguiente forma:

x: 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36

f: 1 1 4 7 1 2 6 1 3 2 2

xf: 23 24 100 182 27 56 180 31 96 68 72

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f}$$

El valor central será $\bar{x} = 29$

Para calcular la desviación estandar, cuya representación matemática es: $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$ se presenta un ejemplo:

Los valores de lisura obtenidos en un papel bond durante su fabricación fueron los siguientes:

135	220	225	215	140	210
110	180	140	160	155	185
160	215	190	120	190	160
120	150	200	130	205	118
170	175	210	180	230	123

$$\bar{x} = \frac{5121}{30} = 171$$

$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
135 - 171 = - 36	1226	215 - 171 = 44	1936
110 - 171 = - 61	3721	160 - 171 = -11	121
160 - 171 = - 11	121	120 - 171 = -51	2601
120 - 171 = - 51	2601	130 - 171 = -41	1681
170 - 171 = - 1	1	180 - 171 = - 9	81
220 - 171 = - 49	2401	140 - 171 = -31	961
180 - 176 = - 9	81	155 - 171 = -16	256
215 - 171 = - 44	1936	190 - 171 = 19	361
150 - 171 = - 21	441	205 - 171 = 34	1156
175 - 171 = 4	16	230 - 171 = 59	3481
225 - 171 = 54	2916	210 - 171 = 39	1521
140 - 171 = - 31	961	185 - 171 = 14	196
190 - 171 = 19	361	160 - 171 = -11	121
200 - 171 = 29	841	118 - 171 = -53	2804
210 - 171 = 39	1521	123 - 171 = 48	2304

Aplicando la fórmula $\sigma = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n}} = 36$

CALCULO DE LIMITES:

Dando un valor de 2σ para un 95% de aceptado obtenemos:

$$2\sigma = 2 (36) = 72$$

Nuestros límites de control serán:

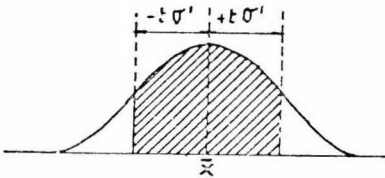
$$\begin{aligned} \text{Límite de control mínimo} &= \bar{x} - 2\sigma = 171 - 72 = 99 \\ \text{Límite de control máximo} &= \bar{x} + 2\sigma = 171 + 72 = 243 \end{aligned}$$

El valor de la desviación estandar (σ) tiene una importancia capital, ya que sirve para conocer el porcentaje de las observaciones que deban encontrarse dentro de una zona específica contada a ambos laços de la media de la distribución. La magnitud de esta zona se expresa en unidades de la desviación estandar: en el caso de que se haga una observación cuya magnitud sea X_r , su desviación con respecto a la media será $(X_r - \bar{X})$, por lo tanto la relación $(X_r - \bar{X}) / \sigma = t$ será la desviación o amplitud de una zona y con el auxilio de una tabla de áreas o probabilidades en la curva normal, este valor t da el por ciento de las observaciones, en la zona comprendida entre $-t$ y $+t$ a partir de la media. Estos valores de t sirven para fijar los límites de variabilidad en una distribución, hasta un nivel de probabilidad deseado.

La distribución natural, normalmente se le considera a la zona entre $(\bar{X} \pm 3)$ por contener el 99.73% de las observaciones, y es la zona a la que se fijan los límites de control. Sin embargo en algunas ocasiones se toman límites con el 95% de probabilidad o sea para $t = 1.96$ (TABLA 4).

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

AREAS O PROBABILIDADES EN LA CURVA
NORMAL.



—Áreas (o Probabilidades) en una Curva "Normal" a ambos lados de la Media

Para una zona de $\pm t. \sigma'$

t.	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0080	.0160	.0240	.0320	.0398	.0478	.0558	.0638	.0718
0.1	.0796	.0876	.0956	.1036	.1114	.1192	.1272	.1350	.1428	.1506
0.2	.1586	.1664	.1742	.1820	.1896	.1974	.2052	.2128	.2206	.2282
0.3	.2358	.2434	.2510	.2586	.2662	.2736	.2813	.2886	.2960	.3034
0.4	.3108	.3182	.3256	.3328	.3400	.3472	.3544	.3616	.3688	.3758
0.5	.3830	.3900	.3970	.4038	.4118	.4176	.4246	.4314	.4380	.4448
0.6	.4514	.4582	.4648	.4714	.4778	.4844	.4908	.4972	.5034	.5098
0.7	.5160	.5222	.5284	.5346	.5408	.5468	.5528	.5588	.5646	.5704
0.8	.5762	.5820	.5878	.5934	.5990	.6046	.6102	.6156	.6212	.6266
0.9	.6318	.6372	.6424	.6476	.6528	.6578	.6630	.6680	.6730	.6778
1.0	.6826	.6876	.6922	.6970	.7016	.7062	.7108	.7154	.7198	.7242
1.1	.7286	.7330	.7362	.7416	.7458	.7498	.7540	.7580	.7620	.7660
1.2	.7698	.7738	.7776	.7814	.7850	.7888	.7924	.7960	.7994	.8030
1.3	.8064	.8098	.8132	.8164	.8198	.8230	.8262	.8294	.8324	.8354
1.4	.8384	.8414	.8444	.8472	.8502	.8530	.8558	.8584	.8612	.8638
1.5	.8664	.8690	.8714	.8740	.8764	.8788	.8812	.8836	.8858	.8882
1.6	.8904	.8926	.8948	.8968	.8990	.9010	.9030	.9050	.9070	.9090
1.7	.9108	.9128	.9146	.9164	.9182	.9198	.9216	.9232	.9250	.9266
1.8	.9282	.9298	.9312	.9328	.9342	.9356	.9372	.9385	.9398	.9412
1.9	.9426	.9438	.9452	.9464	.9476	.9488	.9500	.9512	.9522	.9534
2.0	.9544	.9556	.9566	.9576	.9586	.9596	.9606	.9616	.9624	.9634
2.1	.9642	.9652	.9660	.9668	.9676	.9684	.9692	.9700	.9708	.9714
2.2	.9722	.9728	.9736	.9742	.9750	.9756	.9762	.9768	.9774	.9780
2.3	.9786	.9792	.9796	.9802	.9808	.9812	.9818	.9822	.9826	.9836
2.4	.9836	.9840	.9844	.9850	.9854	.9858	.9862	.9864	.9868	.9872
2.5	.9876	.9880	.9882	.9886	.9890	.9892	.9896	.9898	.9902	.9904
2.6	.9906	.9910	.9912	.9914	.9918	.9920	.9922	.9924	.9926	.9928
2.7	.9930	.9932	.9934	.9936	.9938	.9940	.9942	.9944	.9946	.9948
2.8	.9948	.9950	.9952	.9954	.9955	.9956	.9957	.9958	.9960	.9961
2.9	.9962	.9963	.9964	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972
3.0	.9973	.9974	.9974	.9975	.9976	.9977	.9978	.9978	.9979	.9980

TABLA 4

Las gráficas más usuales, además de las ya estudiadas, son las gráficas de control de medias y las gráficas multi-vari, que tienen como finalidad, el obtener la representación de las variaciones que se van sucediendo durante la elaboración de un producto, comprobándose lo anterior con la sucesión de puntos dentro de los límites de -- control, como es el caso de las gráficas de control de medias, la cual tiene dos fuentes de variación, el tiempo o sea el intervalo de toma de muestra, a fin de determinar si existen o no causas asignables que ameriten una acción correctiva.

Por su parte, las gráficas multi-vari expresa en forma conveniente tres fuentes de variación a saber:

1. Variaciones dentro de una misma pieza (intrapieza)
2. Variaciones de una pieza a otra en la misma muestra (interpieza)
3. Variaciones de una muestra a otra (tiempo)

Este tipo de gráficas, tiene como objetivo la reducción al valor más pequeño, de tal manera que la varia bilidad total resultante quede dentro de los límites de -- aceptabilidad.

Para graficar, se hace la medición de la varia bilidad, anotándose el valor mínimo y máximo, uniéndose es

tos valores por medio de una recta y por lo tanto, mientras mayor longitud tenga la recta, mayor será la variabilidad intrapieza. Para un grupo de una misma muestra, mientras mayor sea el escalonamiento de las rectas anteriores, mayor será la variación interpieza. Sin embargo, la variación tiempo, se expresa por el escalonamiento de un grupo a otro.

Con lo señalado anteriormente, se tiene como fi nalidad el practicar en forma sencilla un control estadístico de la calidad reduciendo las funciones correspondientes en cada caso y manteniéndolas dentro de sus respectivos límites de control.

CONTROL POR ATRIBUTOS

Las gráficas de control por variables, para su construcción, requieren únicamente de la media y de la desviación estandar, en la cual se establece una escala de mediciones para la característica elegida, a fin de comprobar la calidad del producto.

El control por atributos trata únicamente de descubrir y contar defectos visuales o de funcionamiento utilizándose el calibrador PASA-NO PASA, para llevar a cabo la separación de papel útil que satisfaga cierta condición impuesta.

El establecimiento de este control es esencial para tener una idea general del nivel de calidad del papel, además de que sirve para descubrir en que punto está ocurriendo una falta de control, ayudando también a prevenir los rechazos de elementos faltos de calidad.

Por lo anterior, es necesario establecer definiciones de ciertos vocablos que se utilizan:

DEFECTO (c).- Es toda causa simple que hace que un elemento no cumpla con determinado requisito impuesto como características de su calidad.

DEFECTUOSO(pn).-Se aplica en general, a todo elemento que presenta uno o más defectos de igual o diferente clase

con respecto a las características de calidad que se les imponen.

FRACCION DEFECTUOSA (P).- Es la relación entre el número de elementos defectivos encontrados en una muestra, al número total de elementos que forman esa muestra.

$$P = \frac{\text{Número defectivo en la muestra}}{\text{Número total de elementos en la muestra}}$$

En una serie de muestras o de lotes, la fracción defectuosa encontrada presentará variaciones, regidas por leyes matemáticas, cuando únicamente intervengan causas debidas al azar. Si se presenta una causa asignable, en la gráfica se manifestará por medio de puntos fuera de los límites de control.

GRAFICA POR FRACCION DEFECTUOSA

Cuando se practica un control por atributos y se toma la producción, por ejemplo de un mes comunmente, el número de elementos producidos no resulta siempre el mismo, encontrándose algunas variaciones inevitables en la cantidad y por lo tanto lotes de distinto tamaño.

Para el cálculo de la línea media, se usa la fracción defectuosa media (\bar{p})

$$p = \frac{\text{Número total de piezas defectuosas}}{\text{Número total de piezas inspeccionadas}} \times 100$$

Los límites de control se establecen a una separación de ± 3 Sigma, a partir de la línea central, para - el efecto, el valor de la desviación estandar en esta dis- tribución está dado por la fórmula:

$$\sigma_p^2 = \frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}$$

donde \bar{n} es el promedio de las piezas inspeccionadas, siem- pre que no varíe mucho de inspección a inspección.

$$\bar{n} = \frac{\text{Suma de elementos en los lotes}}{\text{Número de lotes presentados}}$$

Por lo tanto los límites de control serán:

$$\text{Lim. de Control Superior} = \text{LCS} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$\text{Lim. de Control Inferior} = \text{LCI} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

En la tabla siguiente se presentan datos que - corresponden a rollos de papel Bond, los cuales presenta- ron algunos defectos (arruga, agujeros, manchas, etc.) en el momento de su impresión.

En este ejemplo se anota el número sucesivo de los lotes o fecha, tamaño correspondiente a cada lote, nú- mero de defectivos encontrados y el cálculo de la fracción

defectiva.

Fecha	Rollos	Defectos	%	Fecha	Rollos	Defectos	%
1	95	8	8.4	15	283	9	3.2
2	277	16	5.8	16	214	12	5.6
3	274	11	4.0	17	212	11	5.2
4	215	15	7.0	18	213	20	9.4
5	266	20	7.6	19	237	12	5.1
6	273	14	5.1	20	271	16	5.9
7	133	6	4.6	21	277	15	5.4
8	281	12	4.2	22	278	25	9.0
9	250	12	4.8	23	271	26	9.6
10	253	9	3.6	24	206	9	4.4
11	260	14	5.4	25	91	5	5.5
12	267	25	9.5				
13	178	17	9.5	25	5855	360	6.1
14	280	21	7.5				

$$\text{LINEA MEDIA} = \bar{p} = 6.1$$

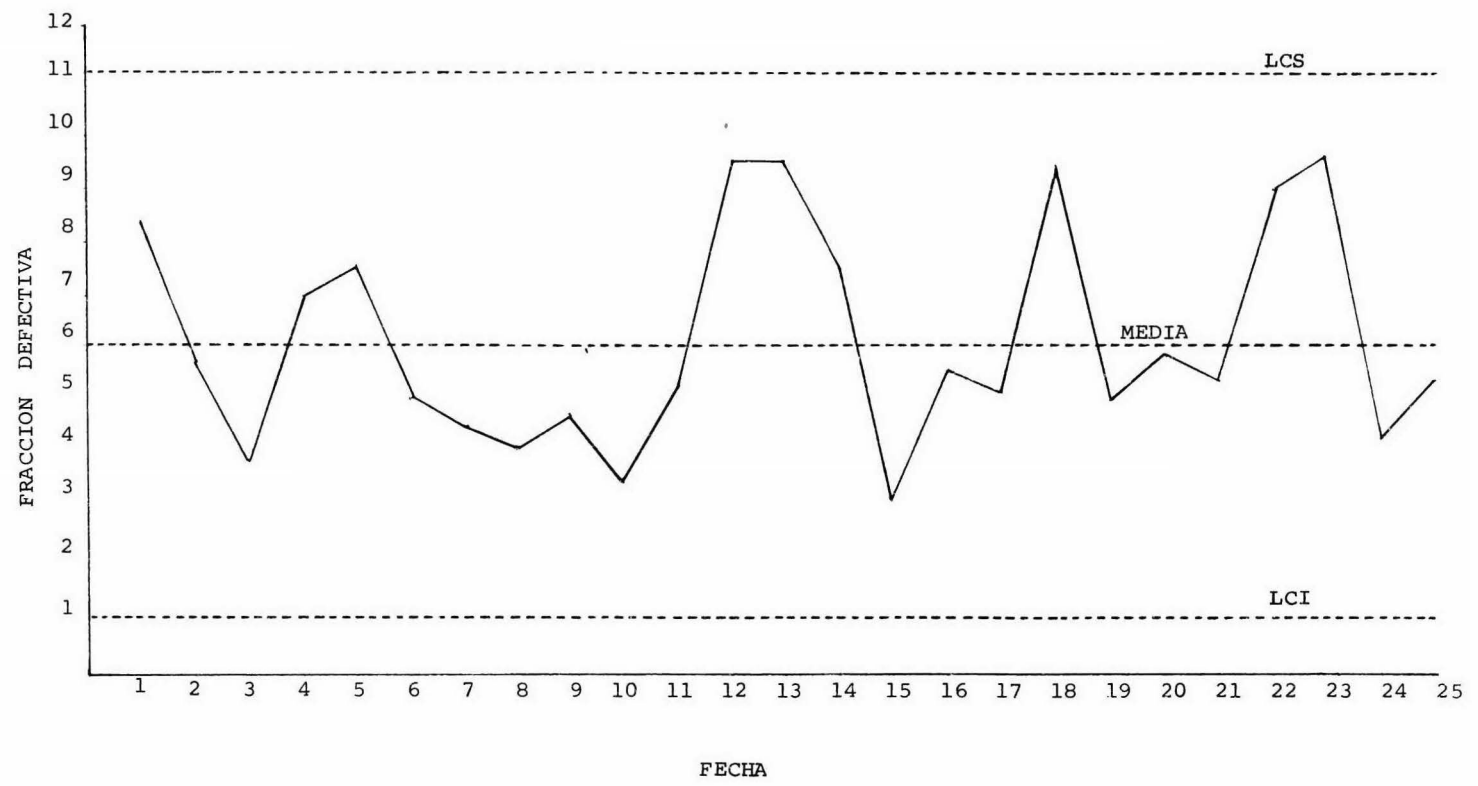
$$\text{Promedio de rollos inspeccionados} = \bar{n} = 202$$

$$\text{Desviación estandar} = 1.69 \quad 3 = 5.07$$

$$\text{LCS} = \bar{p} + 3 = 6.1 + 5.07 = 11.17$$

$$\text{LCI} = \bar{p} - 3 = 6.1 - 5.07 = 1.03$$

GRAFICA: FRACCION DEFECTIVA
TIPO DE PAPEL: BOND
CARACTERISTICA: DEFECTOS EN GENERAL



GRAFICA 14

GRAFICA DE DEFECTUOSOS (pn)

Este tipo de Gráfica tiene gran similitud con la Gráfica por Fracción Defectuosa donde la diferencia estriba en que los puntos de la Gráfica corresponden al número de defectuosos encontrados en cada lote.

El valor de la línea media p_n , está en función del tamaño del lote, por lo que se recomienda, que éste tenga una variación máxima y mínima de un 10% del tamaño medio, o de preferencia, que esta gráfica se emplee únicamente cuando todos los lotes sean del mismo tamaño.

CALCULO DE LA LINEA MEDIA:

$$p_n = \frac{\text{Suma de defectuosos en los lotes.}}{\text{Número de lotes revisados}}$$

El valor 3 sigma, para calcular la dispersión es:

$$3\sigma_{pn} = 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$$

y por lo tanto los límites están dados por:

$$\text{Lim. de control superior} = \text{LCS} = \bar{p}_n + 3\sigma_{pn} = \bar{p}_n + 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$$

$$\text{Lim. de control inferior} = \text{LCI} = p_n - 3\sigma_{pn} = \bar{p}_n - 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})}$$

En la tabla siguiente se adjuntan datos que corresponden a 12 rollos de papel Bond que presentaron el defecto de Suciedad "A" (Astillas, puntos negros y en general

puntos sucios). De cada rollo se sacó una muestra de 200 -
hojas tamaño carta y se separaron (np) aquéllas que tenían
más de una parte por millón para conocer la cantidad de de-
fectuosas en la muestra.

NUMERO DE ROLLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
TAMANO DE MUESTRA	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2400
pn	23	15	17	15	41	0	25	31	29	0	8	16	220

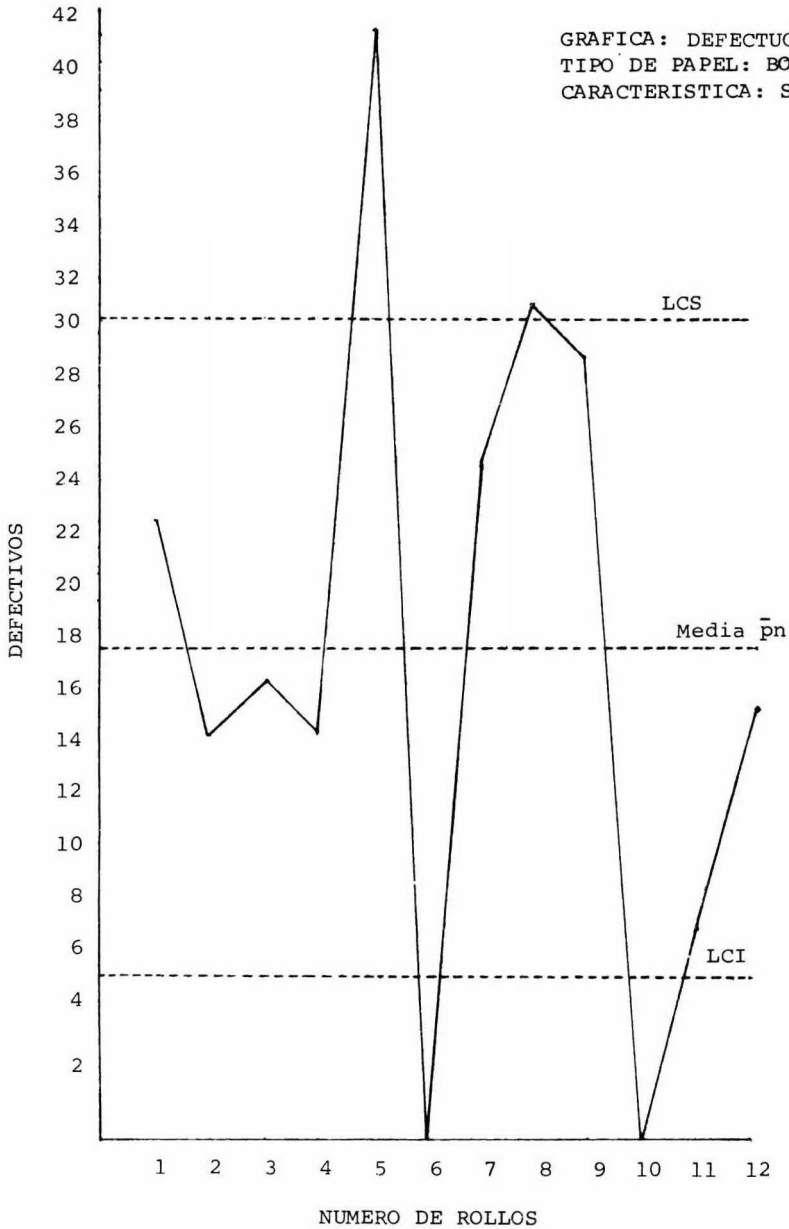
$$\text{Línea Media} = \bar{pn} = 18.3 \quad ; \quad \bar{p} = \frac{220}{2400} = 0.0917$$

$$\begin{aligned} \text{Desviación estandar} &= 3\sigma_{pn} = 3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})} \\ &= 3\sqrt{200(0.0917)(0.9083)} \\ &: 3\sigma_{pn} = 12.2 \end{aligned}$$

$$\text{LCS} = \bar{pn} + 3\sigma_{pn} = 18.3 + 12.2 = 30.5$$

$$\text{LCI} = \bar{pn} - 3\sigma_{pn} = 18.3 - 12.2 = 6.1$$

GRAFICA 15



CURVA CARACTERISTICA DE OPERACION EN CONTROL POR ATRIBUTOS.

A continuación se adjunta la Gráfica 16 (Pág. 52), en donde se observa el número de agujeros que presenta un rollo de papel Bond, en la que además la suma de los defectos provoca una curva característica de operación.

En base a lo anterior y para poder formarse un buen criterio de aceptación cabe hacer mención, que un lote que contiene una cantidad determinada de muestras, en la que el porcentaje defectuoso es bajo y la inspección es cara, hallar una muestra defectuosa resulta más costoso -- que dejarla pasar, y por el contrario, si el porcentaje del lote es alto y los daños económicos que pudieran ocasionar a la empresa son considerables, es evidente que se debe inspeccionar el lote 100%. Pero siempre encontramos un punto de equilibrio o punto de indiferencia, en el cual para cierto nivel de porcentaje defectuoso en el lote, es igual para la empresa inspeccionarlo o dejarlo pasar.

En la Gráfica 17 (Pág. 53), las ordenadas marcan la escala del costo para hallar o no un defecto, y en la Abcisa se designa el porcentaje defectuoso.

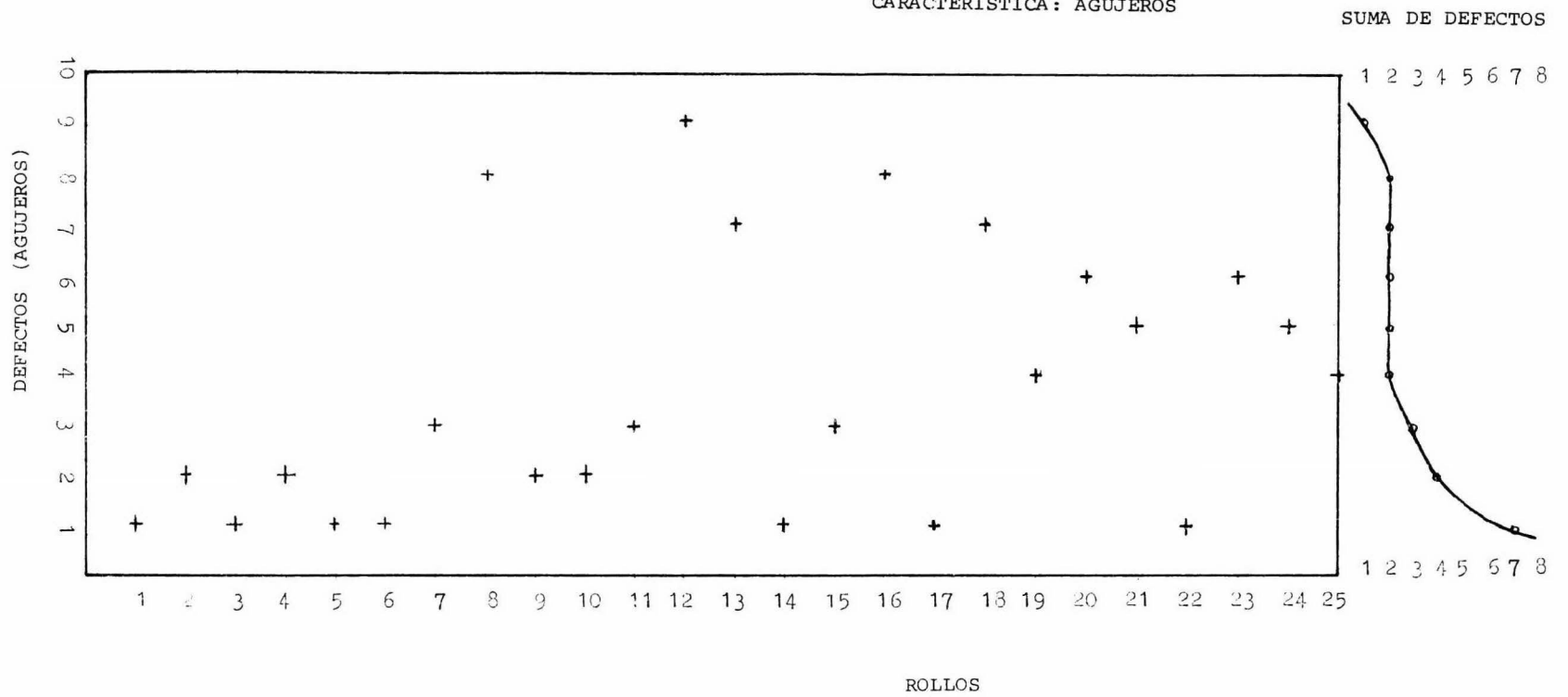
El costo para hallar un defecto es variable -- porque depende del porcentaje defectuoso del lote. Sin embargo el costo de no hallar un defecto es constante; así

trazamos una línea desde A hasta el corte con la curva y el punto de intersección es el "Punto de Indiferencia" con su correspondiente porcentaje defectuoso, en el cual es económicamente para la empresa inspeccionar el lote o dejarlo pasar.

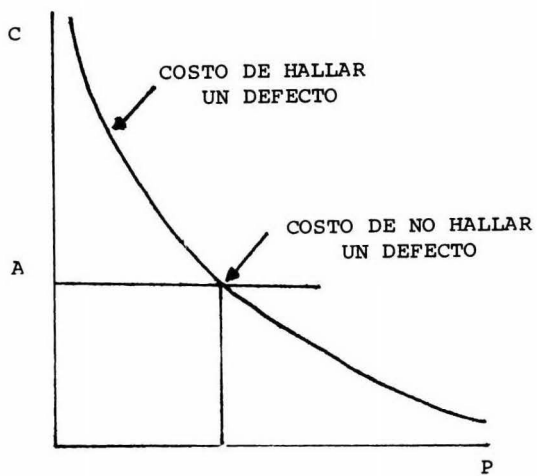
En la práctica, mediante cualquier clase de -- inspección es muy difícil asegurar una perfecta distinción entre los lotes que estén situados encima o debajo del punto de indiferencia, además de que este plan no tiene fuerza para obligar al productor a que envíe los lotes de la mejor calidad posible, ya que un lote del 1.5% corre la misma -- suerte que uno de 1.0%, siendo aceptados ambos sin distinción alguna. Por esta razón, se debe prescindir de este -- plan y preferir uno más palpable en forma de curva, como la obtenida en la Gráfica 16, la cual la estudiaremos en la - Gráfica 18, en la que el punto de indiferencia, el lote tiene un 50% de probabilidades de ser aceptado, a medida que va aumentando el porcentaje defectuoso disminuye la probabilidad de aceptación, como por ejemplo, suponemos, que el papel va a tener un nivel de 0.5% (p) que es el promedio del porcentaje defectuoso del proceso, por lo tanto la probabilidad de ser admitido el lote es de por ejemplo, un 95%. Ahora bien, a pesar de que el lote tiene una buena calidad

corre el riesgo de ser rechazado en un 5%. Por otro lado, vemos en la curva de operación que, aunque el porcentaje defectuoso aumente hasta pasar el punto de indiferencia, - tenemos una cierta probabilidad de aceptar lotes malos, -- por ejemplo, si existen lotes con un porcentaje defectuoso del 3.0%, le corresponde un 10% de probabilidades de ser - aceptado.

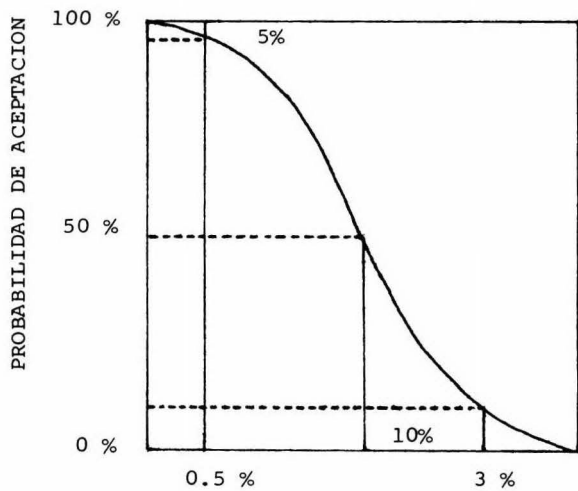
GRÁFICA : CONTROL POR ATRIBUTOS
GIPO DE PAPEL: BOND
CARACTERISTICA: AGUJEROS



GRÁFICA 16



GRAFICA 17



GRAFICA 18

2.3 MEDICION Y EVALUACION DEL PESO BASE.

Peso base es el peso de la unidad de área del papel, que se determina pesando una hoja de dimensiones conocidas, siendo ésta característica una de las más importantes, ya que de ella van a depender las demás.

Las unidades usadas varían considerablemente, pero generalmente se inclinan por expresar el peso base en gramos por metro cuadrado (gr/m^2).

METODOS PARA SU DETERMINACION.

Método de laboratorio.- Se corta una muestra de dimensiones conocidas por medio de un escantillón de $1/20$ ó $1/8$ de m^2 . y se procede a pesar.

El área escogida debe ser la máxima de acuerdo al tamaño de la muestra y la capacidad de la balanza. Si la muestra es particularmente pequeña se puede cortar en una forma rectangular de la mayor área posible y los lados se deben medir con exactitud en centímetros.

Con muestras mayores se pueden usar escantillones de $1/8$ ó $1/20$ de metro cuadrado, o cualquier otra medida que esté de acuerdo al ancho de la máquina de papel, con lo que los cálculos se simplifican.

El papel cortado se pesa en gramos en una basculi

na o balanza de laboratorio, y el peso base se puede calcular en gramos por metro cuadrado, por ejemplo, de la muestra se cortan dos hojas de $1/20$ de m^2 , la cual se pesa y el resultado es directo.

Método de fábrica.- Si el papel es en suficiente cantidad, se corta a un tamaño estandar por medio de un escantillón y se pesa en una basculina que dá una lectura directa.

De éstas balanzas, la más común es la balanza de escala en forma de cuadrante, la que consta de un dispositivo de tres brazos que gira sobre un pibote y la muestra se coloca sobre el platillo que hay en uno de los brazos, mientras que el otro brazo tiene un contrapeso para balance y el tercer brazo la aguja indicadora.

La balanza debe ser exacta con más-menos 0.25% - del peso de la muestra y el error al cortar en el escantillón no debe exceder de más-menos 0.5% de las respectivas dimensiones, y la lectura debe estar representada por una aproximación del 1%.

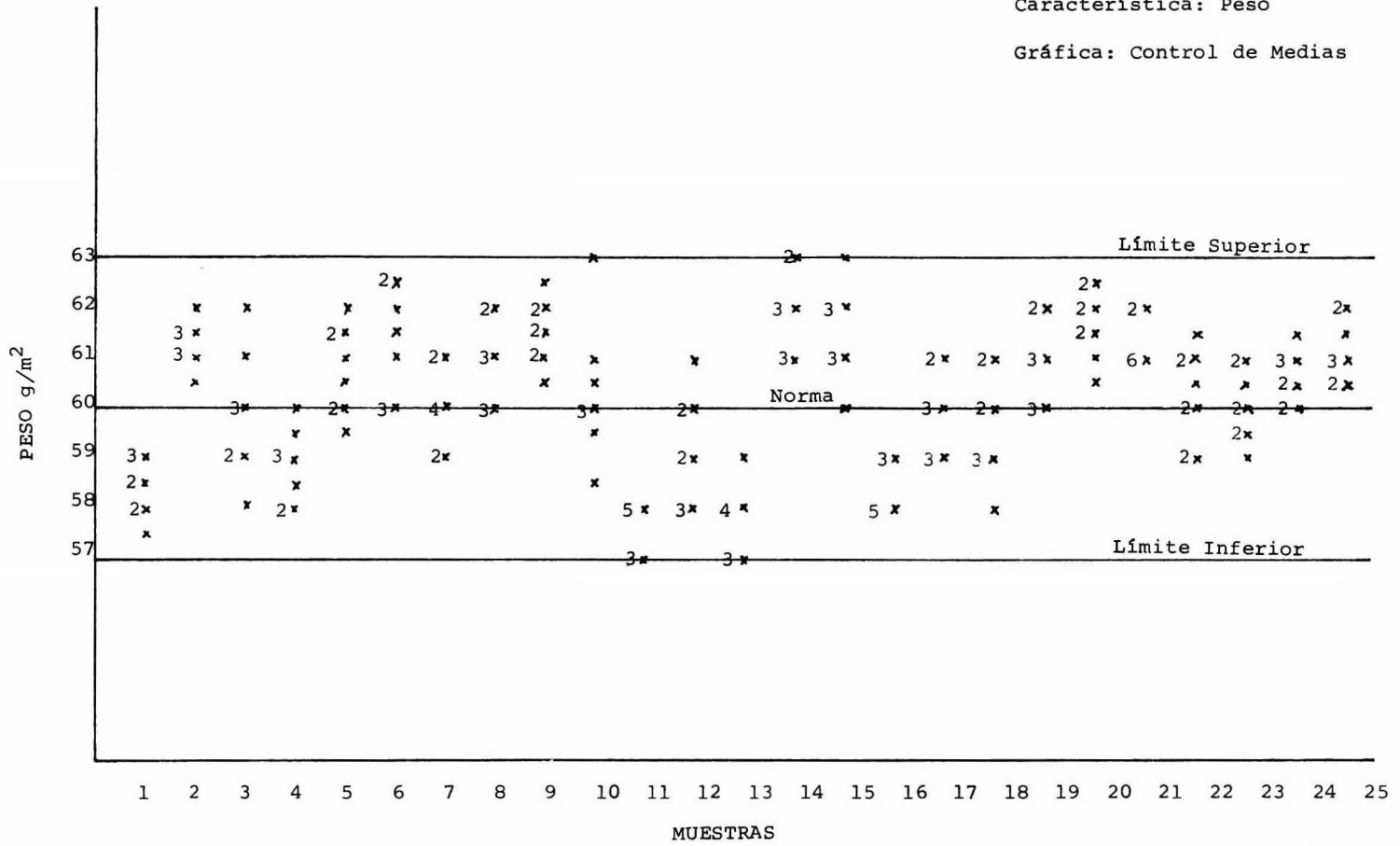
GRAFICA DE CONTROL DE PESO.

	DATOS	%
EN NORMA	36	18
EN LIMITE MAXIMO	4	2
EN LIMITE MINIMO	6	3
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	96	48
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	58	29
FUERA DE LIMITE MAXIMO	0	0
FUERA DE LIMITE MINIMO	0	0
T O T A L :	200	100

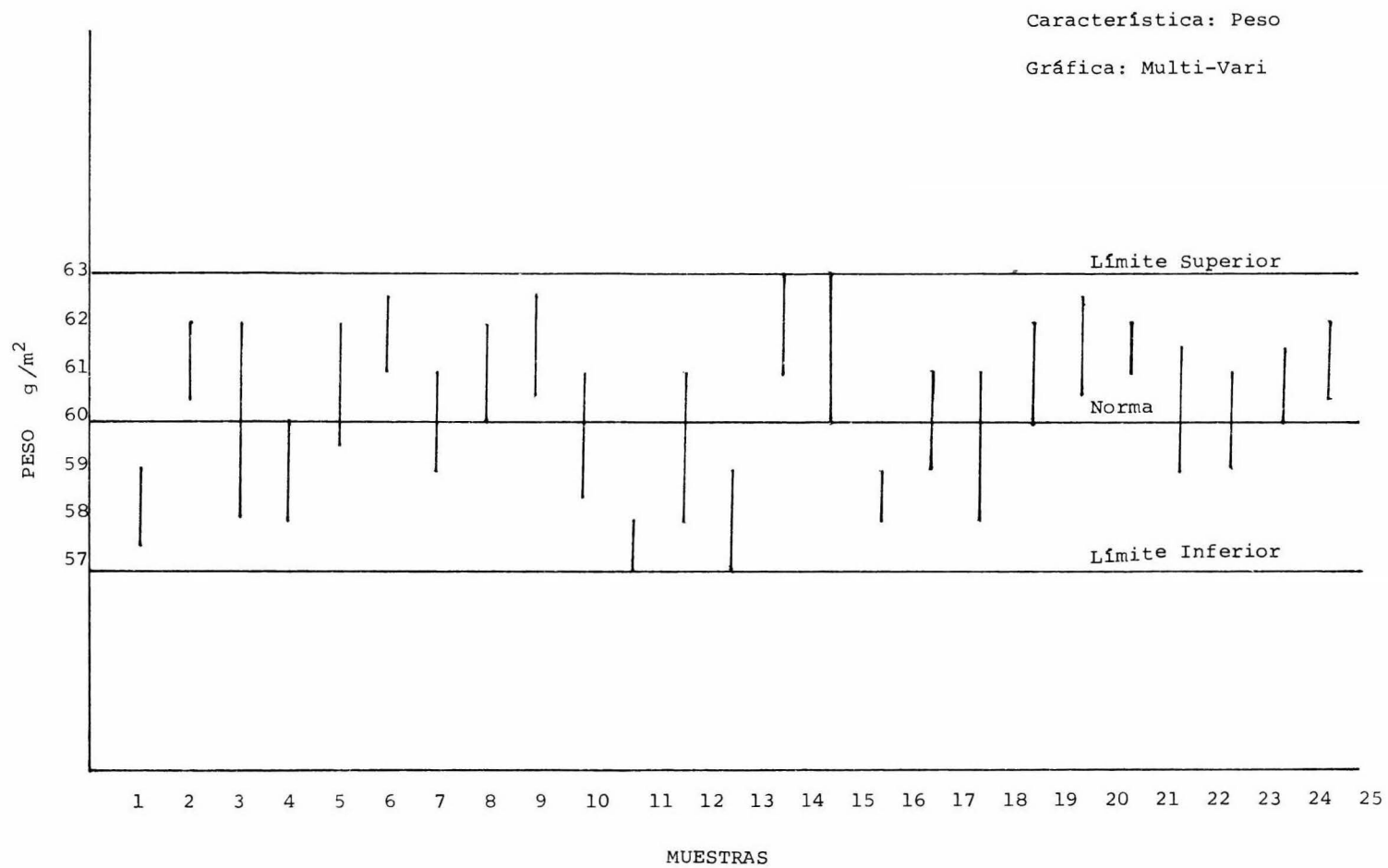
Como se podrá notar en la tabla de arriba, la mayor parte de los datos se encuentran entre norma y límite máximo, y en general se encuentran dentro de los límites de control. Sin embargo, en las gráficas CM-1 y M-V-1, los valores oscilan mucho de muestra en muestra, lo que significa que la máquina está mal ajustada, también se puede observar que existen valores que difieren mucho en un mismo lote (rollo 10), lo que puede provocar que en el reembobinado del papel aparezca el rollo flojo, causando problemas en el momento de su transformación y por consiguiente mala calidad del producto. Además de que el descalibre provocado por la variación de peso, puede darnos también variación en las características restantes.

Característica: Peso

Gráfica: Control de Medias



C-M-I



M-V-I

2.4 MEDICION Y EVALUACION DEL CALIBRE.

El calibre del papel, también llamado espesor de una sola hoja es la distancia que hay entre las dos caras de una hoja.

El calibre cuando no es uniforme en relación a lo ancho del papel presentará problemas en el momento de embobinarse provocando rollos flojos y al llevarse a cabo la impresión arrojará unas letras más marcadas que otras.

METODOS PARA SU DETERMINACION

Método B.P.B.M.A.*.- Implica que el papel se debe medir entre dos caras planas circulares, horizontales, paralelas que tienen una área de 1.6 cm^2 más menos 0.065 cm^2 , de las cuales sólo una se puede mover y únicamente en dirección perpendicular a la otra cara. El elemento móvil está engranado a un indicador como en el caso del micrómetro de mesa, representado por una aguja en una escala circular y cuya característica principal de este instrumento, es la presión que ejerce sobre el papel, el cual deberá ser uniforme, firme y constante debido a las variaciones de compresibilidad de los diferentes papeles.

El papel se prueba en paquetes de ocho hojas individuales sin doblar, libre de arrugas, con una área no menor

*Technical, Sección of the British Paper and Makers Association.

de 60 cm^2 , bajando lentamente la manija de presión sobre el - paquete de modo de no comprimirlo con un efecto de impacto. El promedio de 10 lecturas se divide entre ocho para obtener así el espesor de una hoja, y el resultado se deberá expresar en micras, considerando que la presión deberá ser más-menos 2.5%.

METODO TAPPI.**

Este método nos señala que la distancia entre las - graduaciones de la escala debe permitir que las medidas se hagan dentro de una aproximación de 0.0025 mm., y que las lecturas repetidas deberán tener esta aproximación y precisión al - efectuarlas en un calibrador plano de láminas de acero, sin - papel alguno en el instrumento.

Este método permite especificar el área mínimo del papel que se va a probar, ni existe reglamentación alguna respecto al número de hojas que se prueben simultáneamente.

Calibración del aparato.- Los instrumentos se pueden calibrar por medio de una serie de calibradores planos de lámina de acero de espesores diferentes pero conocidos, los - cuales se insertan en lugar del papel entre las mordazas del micrómetro. Para que las caras de las mordazas opuestas sean verdaderamente paralelas, es necesario insertar el calibrador en diferentes puntos de los bordes de las mordazas y en todos

** Technical Association of the Pulp and Paper Industry

los casos se deberá obtener la misma lectura de espesor. La presión se verificará uniendo el pie de presión al brazo de una palanca por medio de un alambre fino y justamente se -- contrabalancea la manija de presión. Estas condiciones, el peso total de contrabalanceo, incluyendo el platillo, debe ser 850 grms. en todo rango de movimiento.

Otros métodos.- Se han hecho varios intentos para medir el espesor del papel, básicamente con el calibrador de rayos beta, pero estos están interferidos por las variaciones del papel y por el contenido de humedad.

METODO FIELDEN.

Trata de un elemento rodante que corre sobre la superficie de la hoja del papel que está soportada por abajo sobre un disco de cerámica. Los movimientos del elemento rodante de arriba y hacia abajo, con las variaciones en el espesor de la hoja, se comunican a un mecanismo electrónico a través de un vástago vertical y de un transformador diferencial, en cuyo centro pasa un núcleo fijo de hierro.

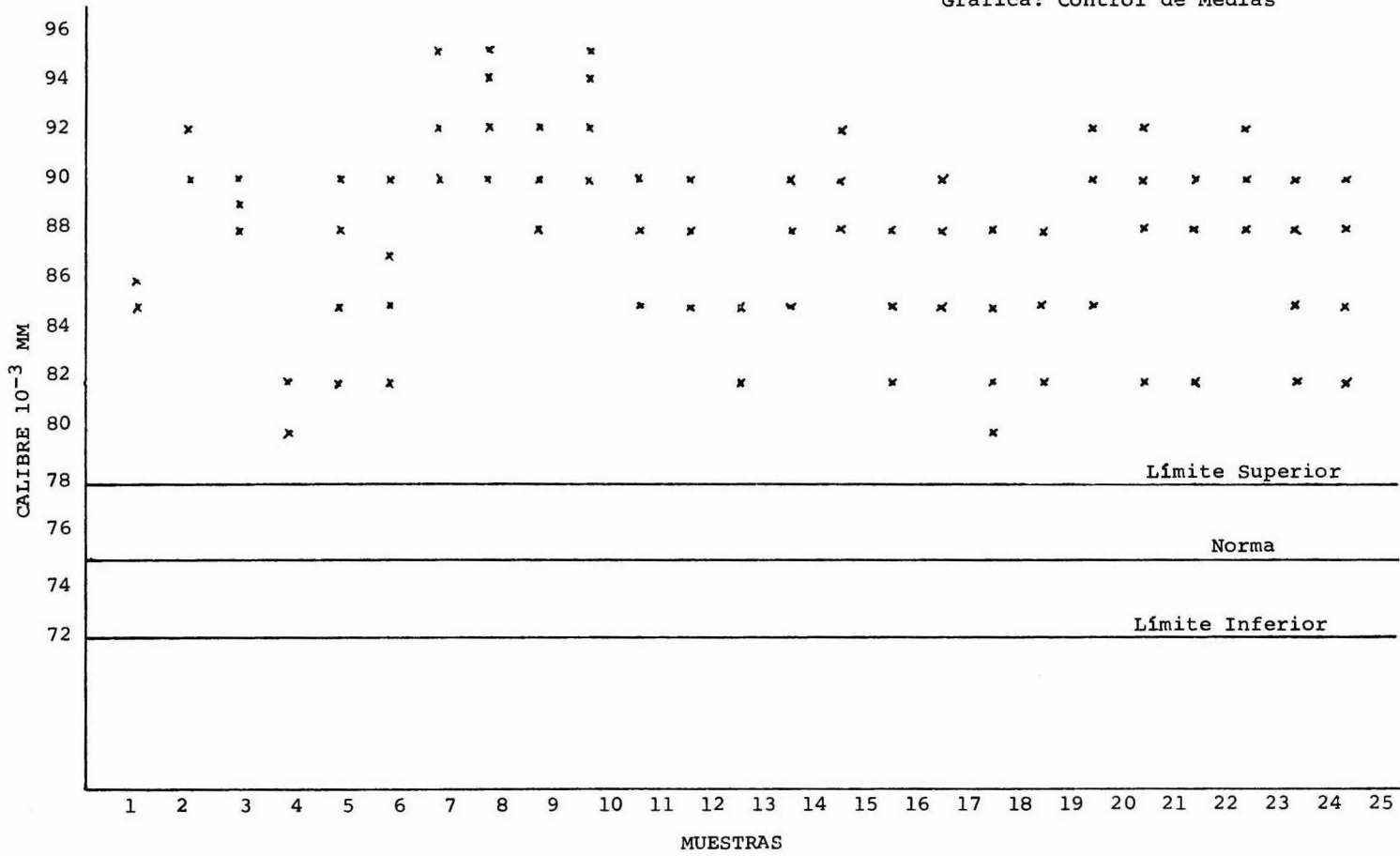
GRAFICA DE CONTROL DE CALIBRE

	DATOS	%
EN NORMA	0	0
EN LIMITE MAXIMO	0	0
EN LIMITE MINIMO	0	0
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	0	0
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	0	0
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	200	100
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0
T O T A L	: 200	100

El 100% de los datos se encuentra fuera del límite máximo, lo cual indica que la norma debe ser ajustada o aumentar la presión en los rodillos de la calandria.

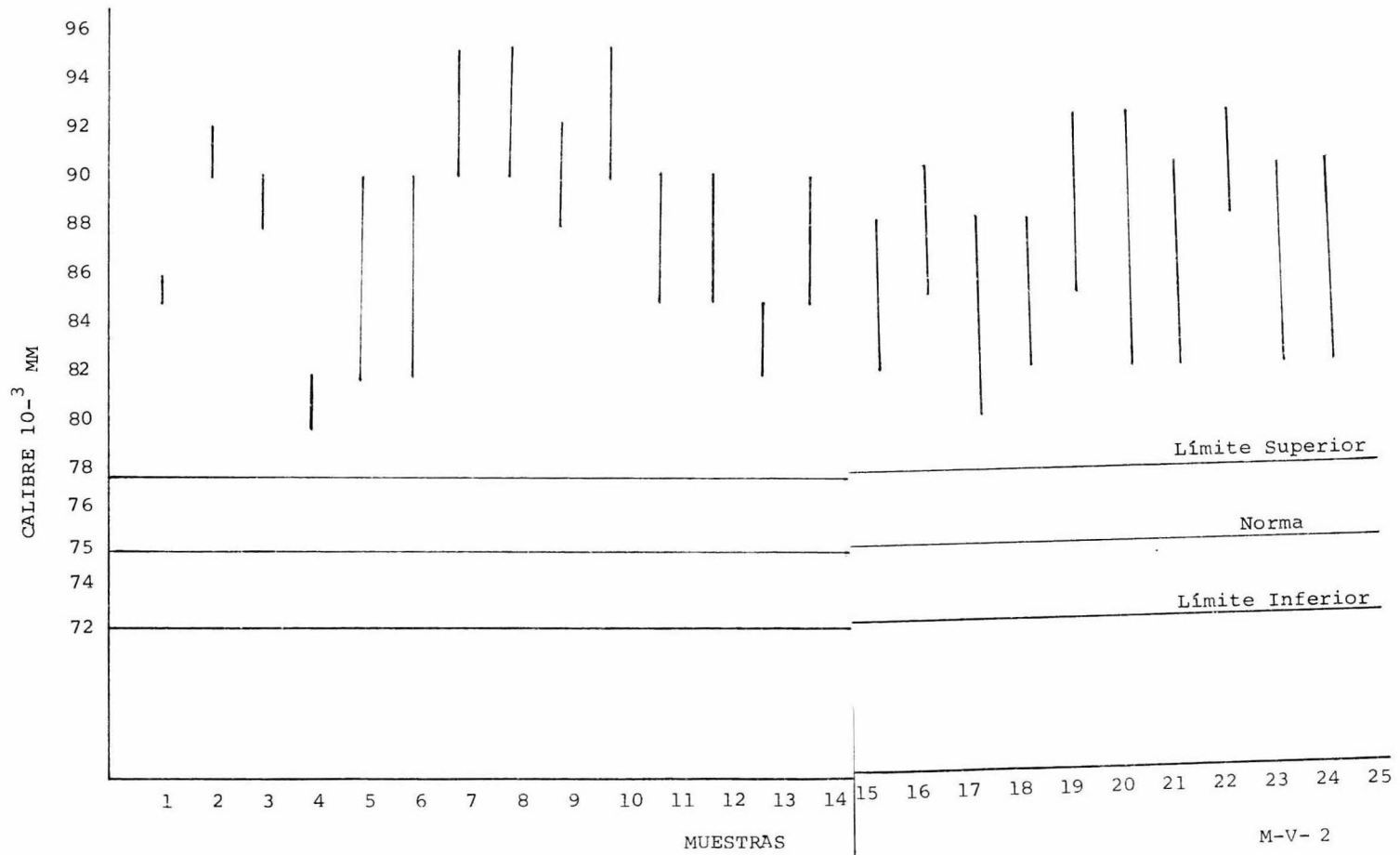
En la Gráfica CM-2 y M-V-2, se puede apreciar que los valores entre muestra y muestra oscilan, posiblemente por la variación de peso, habiendo la posibilidad de una mala calidad en la impresión, además del papel y del rollo.

Característica: Calibre
Gráfica: Control de Medias



C-M-2

Característica: Calibre
Gráfica: Multi-Vari



2.5 MEDICION Y EVALUACION DEL ENCOLADO

El encolado tiene el propósito de hacer el papel resistente a la penetración por agua u otros líquidos o por sus vapores.

La función del encolado cubre varias operaciones de la fabricación del papel que nunca se han definido de manera completa y científica.

- I) Encolado interno
- II) Encolado externo y superficial

El encolado interno.- Este tiene lugar en el -- equipo de preparación de pastas ó en máquina, siendo sus -- principales funciones respecto al papel:

- a) Prevenir el corrimiento o extendimiento de la tinta.
- b) Hacerlo más resistente a la penetración por la humedad.
- c) Dar solidez a la hoja y endurecerla
- d) Aumentar la retención de fibras, cargas y ciertos colorantes agregados a la pila.

La base de los métodos actuales de encolado interno es el recubrimiento íntimo de las fibras individuales

que se lleva a cabo con un material que sea insoluble y repelente al agua, por lo que la sustancia que se usó originalmente y que todavía es la más comunmente usada para éste fin, es la brea.

ii) El encolado externo o superficial.- Es una función que se basa en dar un tratamiento posterior a la formación del papel, con un agente encolante, por lo general gelatina y algunas veces un almidón soluble o una mezcla de los dos.

El papel parcialmente encolado o con un encolado suave, se pasa en forma continua por dos rodillos que están sumergidos, los cuales giran en una solución caliente de gelatina en un baño rectangular poco profundo. Estos generalmente, son cilindros giratorios hechos de barra de madera, fijadas a determinados intervalos sobre las ruedas que forman los extremos de los cilindros, alrededor de los cuales se circula aire caliente, llamándose a ésto secado con aire. De ésta manera el papel se seca lenta pero uniformemente y se forma una película superficial, fuerte y flexible de gelatina lo cual es una característica especial del proceso. Posteriormente el papel pasa por una calandria y se enrolla.

El objetivo del encolado superficial, consiste en producir resistencia, permanencia y un acabado y superficie -

apropiados para la escritura e impresión y especialmente a -
la penetración de la tinta.

METODOS PARA SU EVALUACION.

Pruebas de encolado por penetración.- Para éste -
tipo de prueba se han descrito aproximadamente 38 y su número
ha aumentado.

a) Pruebas a base de tinta.- Estas se aplican --
prácticamente para conocer la capacidad del papel para resis-
tir el corrimiento de tinta al escribir en él. Dependiendo de
muchos factores distintos al papel, por ejemplo, la naturaleza
de la tinta y de la pluma, la presión de escritura, la hume-
dad, etc. y en muchas de las pruebas estas variables están to-
talmente estandarizadas.

La prueba de la tinta es una indicación práctica -
y de las más importantes propiedades de un papel de escritura.

Dicha prueba se logra dibujando una línea unifor-
me de tinta a lo largo de la muestra, bajo una presión estan-
dar de la mano, en caso de comparar dos papeles, se coloca -
uno sobre el otro, de tal modo que la misma línea continúe,
de la muestra que se encuentra arriba, hacia la que está aba-
jo. Así mismo, los lados superior e inferior se deben probar
o comparar separadamente ya que con frecuencia difieren en -

propiedades y por lo mismo conviene hacer dos líneas cruzadas, para así poder observar el efecto en la unión de ambas.

En caso de duda, es factible llevar a cabo una - prueba posterior, ya que algunos usuarios, toman en cuenta la velocidad con que la tinta es absorbida por éste, por lo que se recomienda flotar el papel en la tinta anotando el tiempo requerido para la penetración.

b) Pruebas de enriscamiento.- Esta prueba, se basa en el hecho de mojar el papel por un solo lado, por ejemplo, por flotación de agua, ese lado se enriscará hacia arriba, de tal modo que el lado seco queda dentro del rizo. Por tanto, y puesto que la velocidad de enriscamiento depende de la velocidad con que el papel se moja, y ésta a su vez depende - del grado de encolado y el tiempo para que se forme el máximo rizo, será una medida del valor de encolado, a igualdad de - otras condiciones, por lo que si el papel se corta como se -- muestra en la figura No. 1 la lengüeta puntiaguda A se enriscará hacia arriba y cuando haya alcanzado su máxima posición comenzará a caer nuevamente e indicará que el agua ha - llegado al otro lado del papel y que su expansión está empezando a neutralizar la del lado que se mojó primero. El punto final por consiguiente, se ve con facilidad. Esto nos demuestra la facilidad y sencillez en que consiste el método -

que se menciona.

Por otra parte, la prueba no será satisfactoria con papeles delgados o pobremente encolados, ni con papeles - gruesos muy resistentes al agua.

Asimismo, a menos que las condiciones y los papeles probados sean similares, los resultados no son comparables. Por lo tanto el método se recomienda para usarse cuando se satisfagan las condiciones mencionadas pero no como un método estandar.

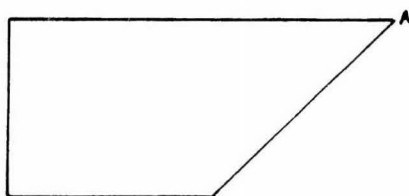


FIGURA No. 1

c) Pruebas de penetración.

Prueba del indicador seco.- Esta prueba se puede considerar como la de mejor resistencia a la penetración por el agua.

Se basa en el uso de un polvo seco que cambia de

color cuando se humedece. Dicho indicador seco, es una mezcla que contiene 45 grms. de azúcar de caña, 5 grms. de almidón soluble y un gramo de violeta de metilo concentrado. Los ingredientes deben secarse primero a 100°, molerse hasta pasar el tamiz de la maya 100 y posteriormente pasarse juntos varias veces a través del tamiz de la maya 60 . La mezcla -- contenida en un frasco, deberá taparse con una tela metálica de 60 mayas para que funcione como un salero y guardarse en un desecador que contenga cloruro de calcio.

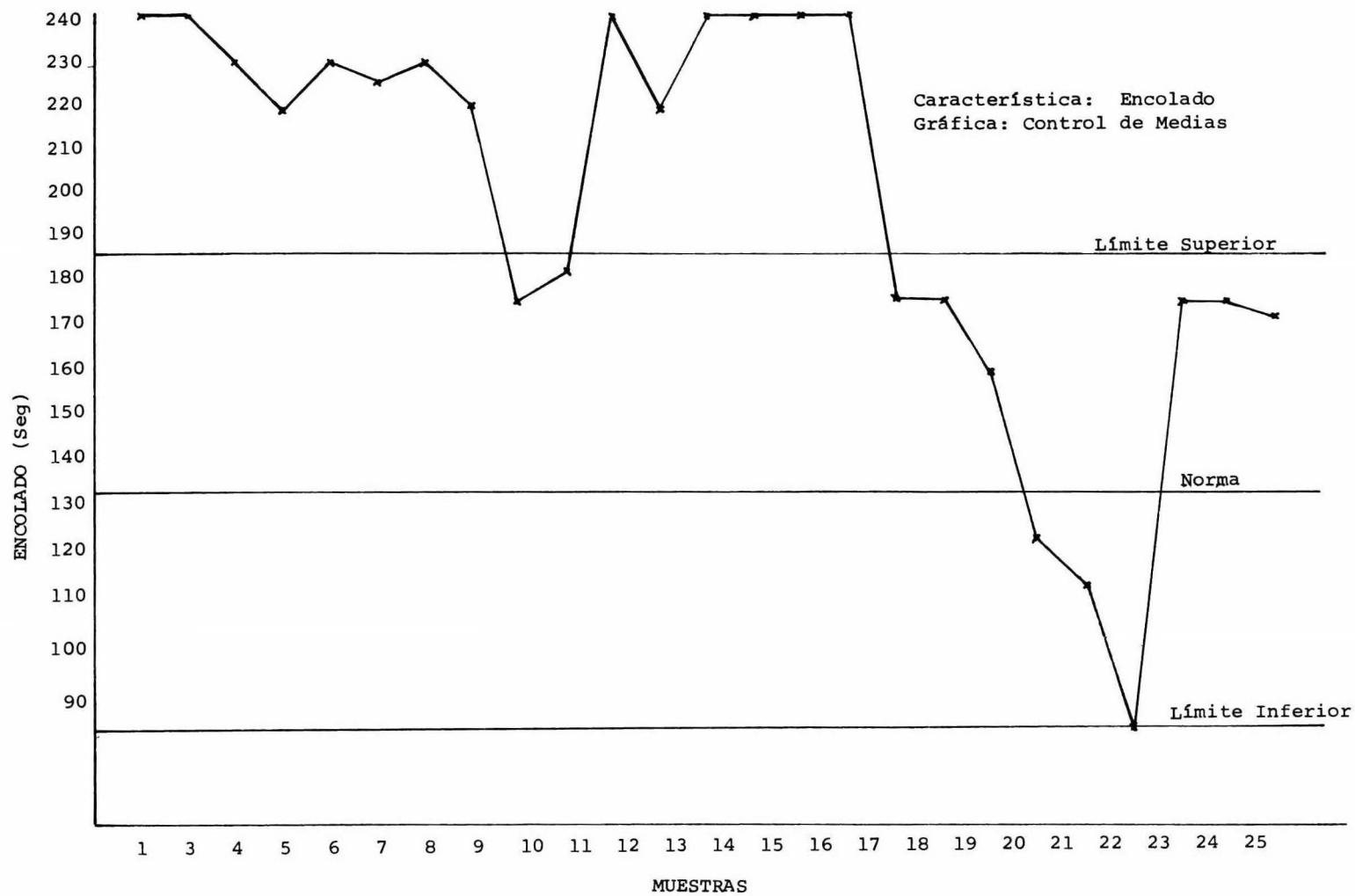
Se corta un pedazo de papel de 8 x 8 cms., el cual no debe tener marcas de agua, dobleces ó arrugas, luego se esparce uniformemente una ligera cantidad del indicador sobre el papel, para colocar la muestra sobre la superficie de agua -- destilada, simultáneamente se acciona el cronómetro hasta el punto final que será tan pronto, que el indicador se oscurece en comparación con las orillas que fueron previamente dobladas.

GRAFICA DE CONTROL DE ENCOLADO

	DATOS	%
EN NORMA	0	0
EN LIMITE MAXIMO	0	0
EN LIMITE MINIMO	1	4
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	8	32
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	2	8
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	14	56
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0
T O T A L ;	25	100

El 44% de los valores obtenidos, están dentro - del límite mínimo y máximo, mientras que el 56% de los da-- tos está fuera del límite máximo. Estos últimos demuestran falta de control en el sistema y por ende afectará la econo- mía del proceso.

GRAFICA : CM-3



C-M-3

2.6 MEDICION Y EVALUACION DE LA POROSIDAD.

La porosidad mide la resistencia que opone el papel al paso de un volumen determinado de aire, siendo ésta una característica importante en la calidad del papel bond, porque con ello se podrá observar qué tan unidas están las fibras celulósicas, conocidas con el nombre de formación.

METODO PARA SU DETERMINACION.

Gurley Hill.-El aire se fuerza a través del papel por la caída de un cilindro invertido que flota libremente en un cilindro exterior, el cual está parcialmente lleno con aceite de una calidad específica.

Este método mide el tiempo necesario (normalmente en segundos) para desplazar 100 ml. de aire a través de un círculo de muestra de 6 cm^2 . de área en condiciones estandar.

Se usa un aceite lubricante de 60 a 70 segundos - de Viscosidad saybolt a 37.8°C , con un cilindro flotador de -- 567 grms. en peso y una aberturade 6.45 cms.^2 de área en la platina de sujección.

Con papeles muy porosos se tiene que usar un cilindro de 142 grms. y un medidor de resistencia de aire a alta presión, sujetando el papel en el orificio que está en la parte superior del cilindro interior.

Mientras más poroso es el papel, mayor es la velocidad del aire que pasa a través de él y más rápida la caída del cilindro interior. Esta se determina por el tiempo - que tarda en hundirse entre marcas que corresponden a volúmenes determinados por ejem. 50 a 100 ml.

En un diseño modificado, el papel se sujeta en la base de un cilindro interior cerrado, de modo que haya menos - posibilidades de fugas de aire con papeles ásperos, forzándose el aire hacia abajo a través de un tubo con un extremo -- abierto que se prolonga dentro del líquido de sello. De acuerdo con las circunstancias, se usan cilindros de diferentes alturas y también se puede disponer de un dispositivo automático para medir el tiempo.

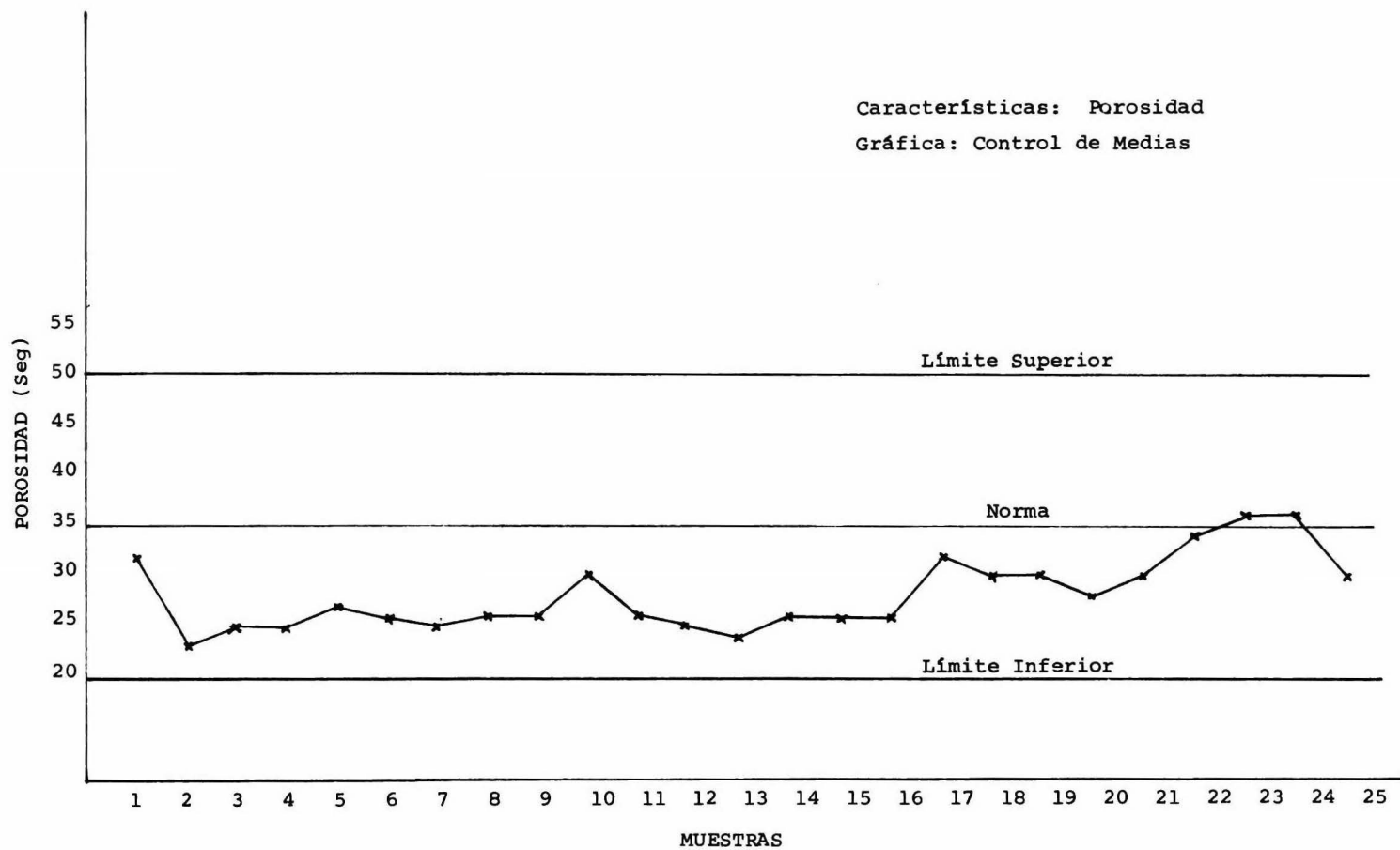
Los resultados se expresan en segundos por 100 ml. de aire.

GRAFICO DE CONTROL DE POROSIDAD

	DATOS	%
EN NORMA	0	0
EN LIMITE MAXIMO	0	0
EN LIMITE MINIMO	0	0
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	2	8
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	23	92
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	0	0
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0
T O T A L :	25	100

Los valores de porosidad son bajos, aunque éstos se encuentren dentro de los límites de control. Esto quiere decir, que la formación de las fibras celulósicas del papel están abiertas, lo que indica un mal ajuste en la mesa de formación.

GRAFICA: CM-4



C-M-4

2.7 MEDICION Y EVALUACION DE LA LISURA.

La lisura determina la resistencia al paso del aire a través de rugosidades de la superficie del papel.

Un papel bond, cuando presenta rugosidad permitirá mayor paso de aire, y lo contrario marca la importancia de ésta característica en el papel y por lo tanto en una mejor calidad, que es lo requerido.

METODOS PARA SU DETERMINACION.

Método Bekk.-El papel se sostiene con firmeza entre una hoja de hule y un anillo plano de vidrio duro ópticamente pulido, hacia una salida, en cuyo centro se aplica succión, para que así el aire pase entre las superficies del papel y del vidrio y mientras más aspera sea aquella mayor será el flujo de aire.

El aparato está diseñado de tal modo que se produce una reducción de vacío que corresponde en su efecto a un vacío constante promedio de 0.5 atm y en éstas condiciones se succionan 10 ml. de aire a través del papel, el cual se mantiene bajo una presión de 1 a 10 kgs/cm² de acuerdo con la impresión que se vaya a efectuar.

Las desventajas del método son que el aire puede pasar por el borde recortado de la muestra de papel, así como

su superficie, y las condiciones no simulan completamente las del proceso de impresión. Sin embargo, se contrarresta corrigiendo la fuga de aire sellando con cera los bordes del papel.

Asimismo, incidentalmente, se puede dejar acceso de aire a una área dada de la superficie superior del papel y el instrumento es factible de uso para pruebas de permeabilidad al paso del aire.

Probador Gurley de Lisura.- Opera con el mismo principio que el anterior, pero el aire fluye hacia afuera entre la superficie del papel y la superficie opresora.

La presión de aire se aplica mediante la caída de un par de pistones que flotan en mercurio dentro de unos cilindros. Un pistón sirve para cada lado del papel, siendo el principio de su acción el mismo que para el probador Gurley de prosidad, de éste modo se valúan en forma simultánea ambos -- lados del papel. Así por ejemplo, los lados del fieltro y de la tela de un papel recubierto dieron valores de 439 y 484 -- respectivamente y para el papel periódico los correspondientes valores fueron 35 y 42 seg. por 5 ml. de aire.

Micrómetro automático de lisura.- Este probador de lisura indica variaciones en el espesor de la hoja sobre áreas adyacentes muy pequeñas.

Los valores obtenidos, muestran una relación di-

recta con el brillo no existiendo vínculo constante entre los aparatos Bekk y Gurley.

Calibrador Bendtsen.- Opera manteniendo el papel contra una placa lisa de vidrio, de tal modo que el flujo de aire a baja presión que se encuentra entre las dos superficies, se pueda medir con un manómetro.

Este aparato está diseñado para examinar rápidamente grandes superficies y la baja presión del suministro del aire usado, asegurando que la porosidad del papel no interfiera.

Su uso como probador de lisura y de porosidad ha sido investigado por el instituto de química del papel de los E.E.U.U.

El probador Bendtsen modificado, mide la velocidad del flujo de aire modificado a una presión constante entre la superficie del papel y una delgada pieza de sección anular-mantenida en contacto con él, por medio de un peso constante.

La velocidad de flujo de aire, se mide mediante uno de tres tubos para aire con capacidades de 5- 100, 50 - 500, - 150 - 300, ml./min. respectivamente.

La ventaja de éste instrumento es que las pruebas se pueden llevar a cabo con rapidéz porque el papel se puede mover en relación al aparato y las lecturas se obtienen de manera instantánea en medidores de flujo.



Por último cabe mencionar la comparación de varios métodos para medir la lisura del papel, intentándose correlacionar los resultados con los indagados individual y subjetivamente por 14 observadores, demostrándose que cuando se hacían investigaciones subjetivas separadas de lisura y de acabado, había indicaciones de que la primera influenciaba grandemente el señalamiento del último. Por ello en el probador Bendtsen de lisura, se encontró mayor eficacia que en el aparato Bekk en cuanto a su correlación con los resultados subjetivos de lisura.

Las correlaciones para los dos últimos aparatos fueron solo regulares.

Resumiendo, la lisura puede medirse en forma cuantitativa de la manera siguiente:

- I.- Inspeccionando la superficie iluminada oblicuamente. En uno de éstos instrumentos la muestra se oprime contra la base de un prisma que mide la luz reflejada, de este modo se simula el efecto de la presión de impresión en la lisura.
- II.- Midiendo la fricción entre la superficie del papel y un metal u otra superficie del mismo.

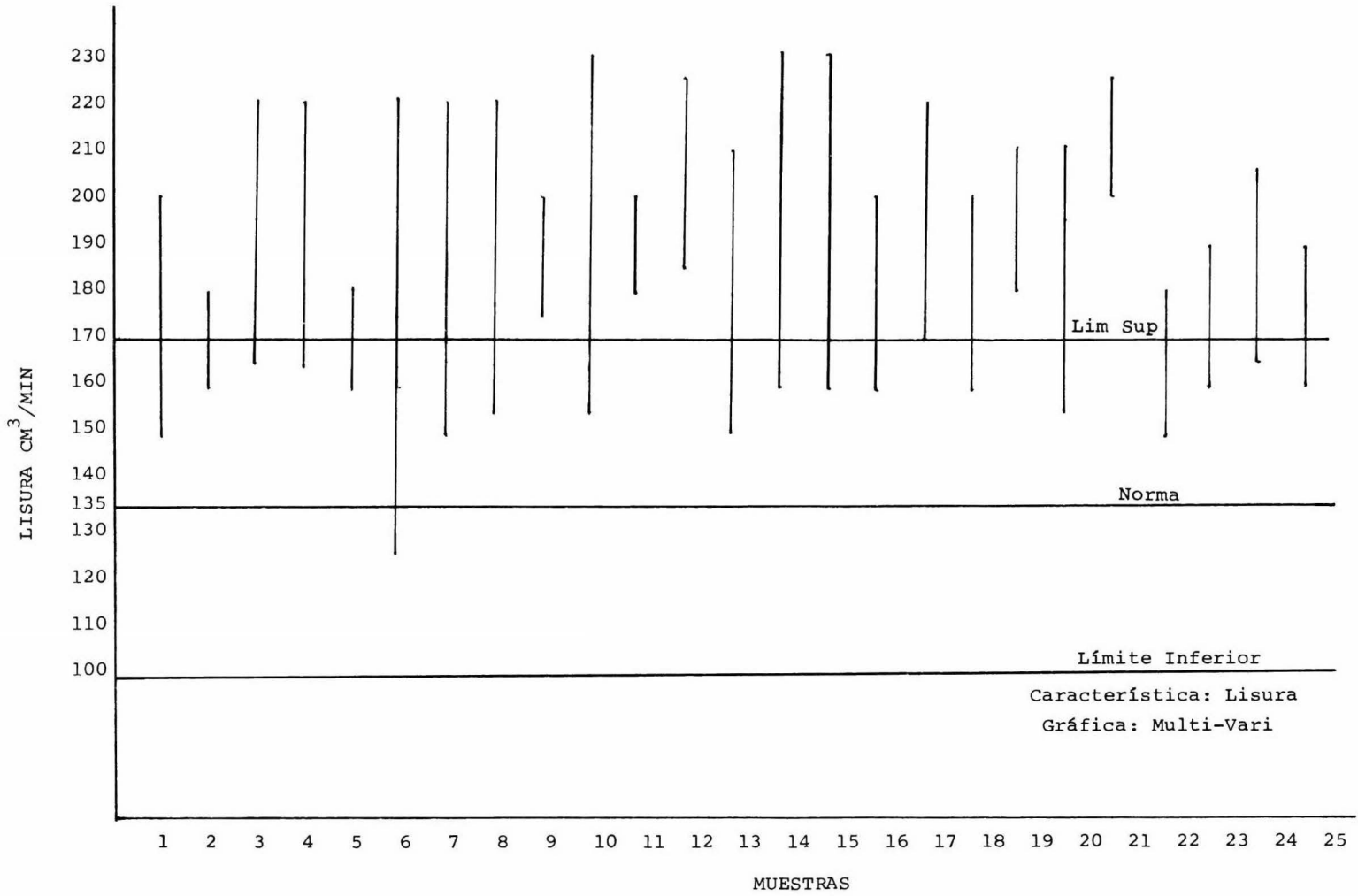
- III.- Proyectando el perfil amplificándolo en una pantalla y midiendo las irregularidades.
- IV.- Midiendo la capacidad eléctrica del papel cuando se coloca en dos placas metálicas planas.
- V.- Midiendo el contacto óptico entre la superficie y una área plana de vidrio.
- VI.- Prueba de entintado, usando una prensa de prueba.
- VII.- Midiendo la velocidad del flujo de aire entre la superficie del papel y una placa plana en contacto con él, siendo este método el que ha dado mejores resultados.

GRAFICO DE CONTROL DE LISURA.

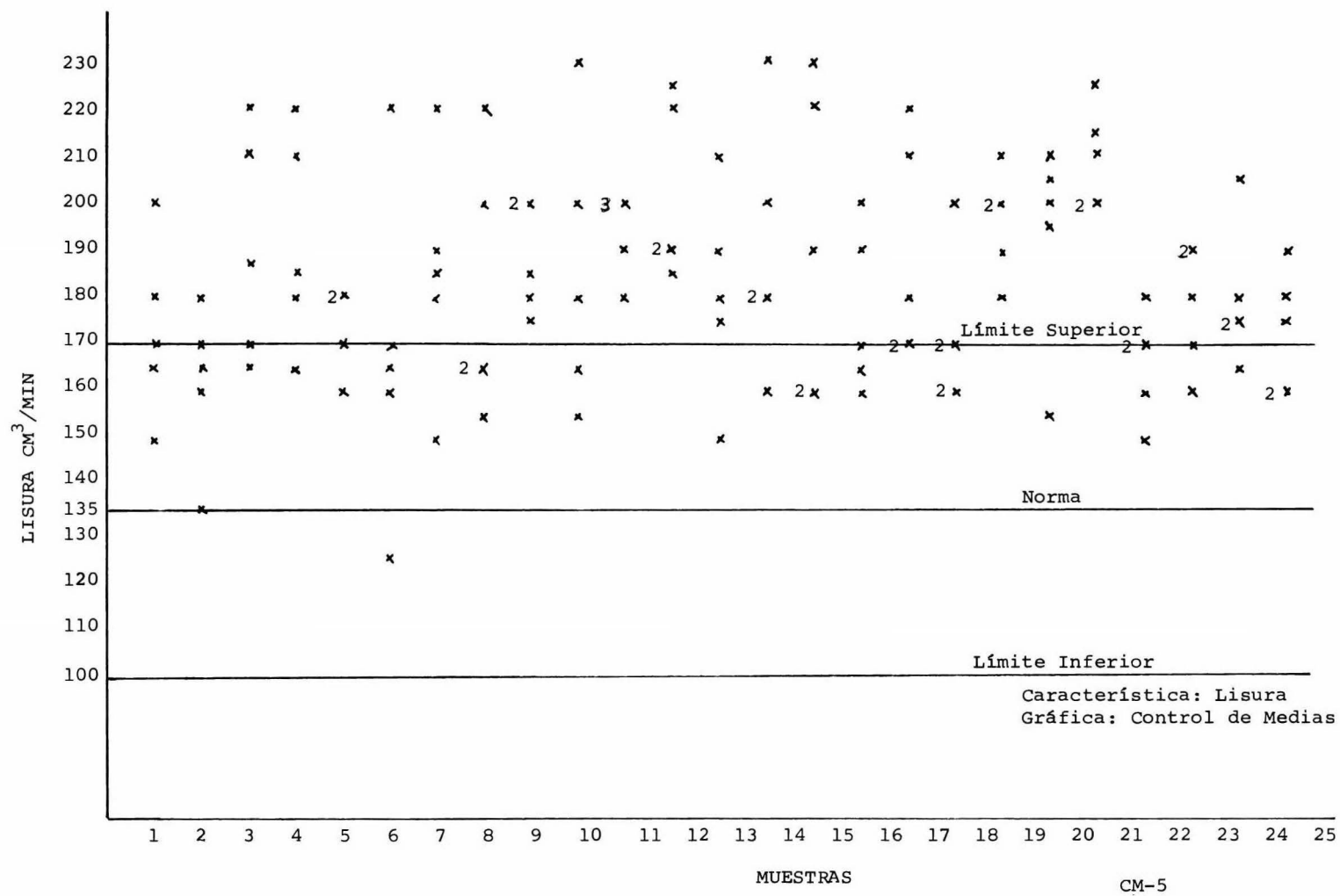
	DATOS	%
EN NORMA	1	0.8
EN LIMITE MAXIMO	14	11.2
EN LIMITE MINIMO	0	0
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	31	24.8
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	1	0.8
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	78	62.4
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0
T O T A L :	125	100

El porcentaje mayor se encuentra fuera del límite máximo, lo que indica que para ser un papel bond no tiene el acabado deseado, dando por resultado, una calidad regular, demostrando que existe una anomalía en la máquina, la cual -- tendría que ser ajustada, para lograr el límite adecuado.

GRAFICAS: CM-5 y M-V-3



M-V-3



2.8 MEDICION Y EVALUACION DEL DENNISON

Mediante esta prueba se observa la resistencia - que opone un papel bond al desprendimiento de fibras.

En la práctica, ésta cualidad indica la resistencia al borrado y en especial en papel couche, donde el recubrimiento de pintura que lleva no debe desprenderse por causa de fibras sueltas.

METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DEL DENNISON.

Esta determinación se lleva a cabo por medio de lacres con propiedades adhesivas graduales.

La muestra de papel que debe estar tensa y limpia, se debe colocar en los diferentes números graduales de lacre, previo calentamiento de cada uno, posteriormente ya que éstos se enfriaron, se procede a despegar cada lacre del papel y observar cual de ellos tiene adherido fibra, reportando el número de lacre anterior.

GRAFICO DE CONTROL DEL DENNISON

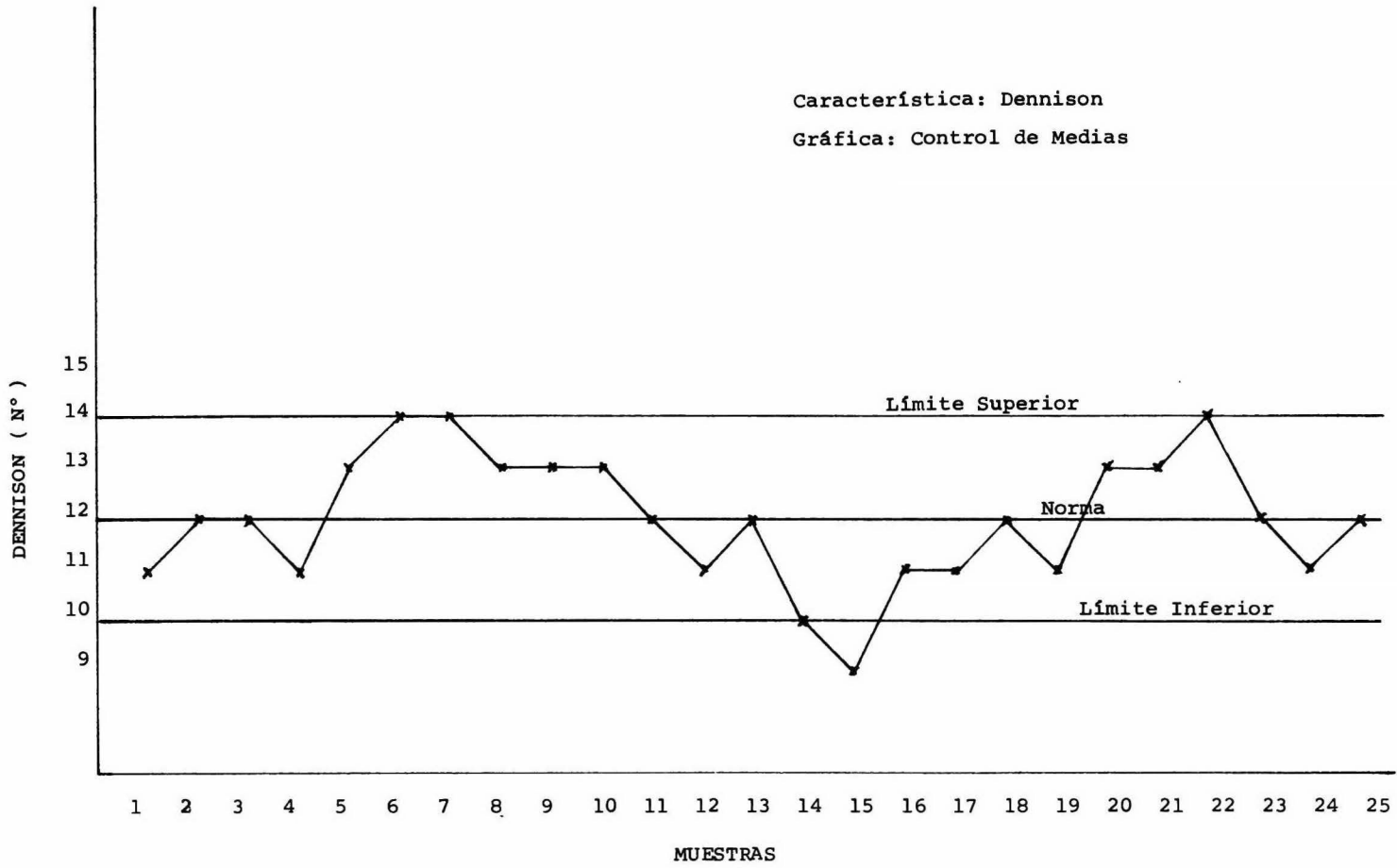
	DATOS	%
EN NORMA	7	28
EN LIMITE MAXIMO	3	12
EN LIMITE MINIMO	1	4
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	6	24
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	7	28
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	0	0
FUERA DEL LIMITE MINIMO	1	4
T O T A L :	25	100

La tabla demuestra que el 96% de los datos obtenidos se encuentran dentro de los límites de control, lo que significa que el papel tendrá una buena resistencia al borrado.

La gráfica indica que el sistema está fuera del control por lo que requiere de un ajuste, ya que se observa variación durante el proceso.

GRAFICA: CM-6

Característica: Dennison
Gráfica: Control de Medias



2.9 MEDICION Y EVALUACION DE LA BLANCURA

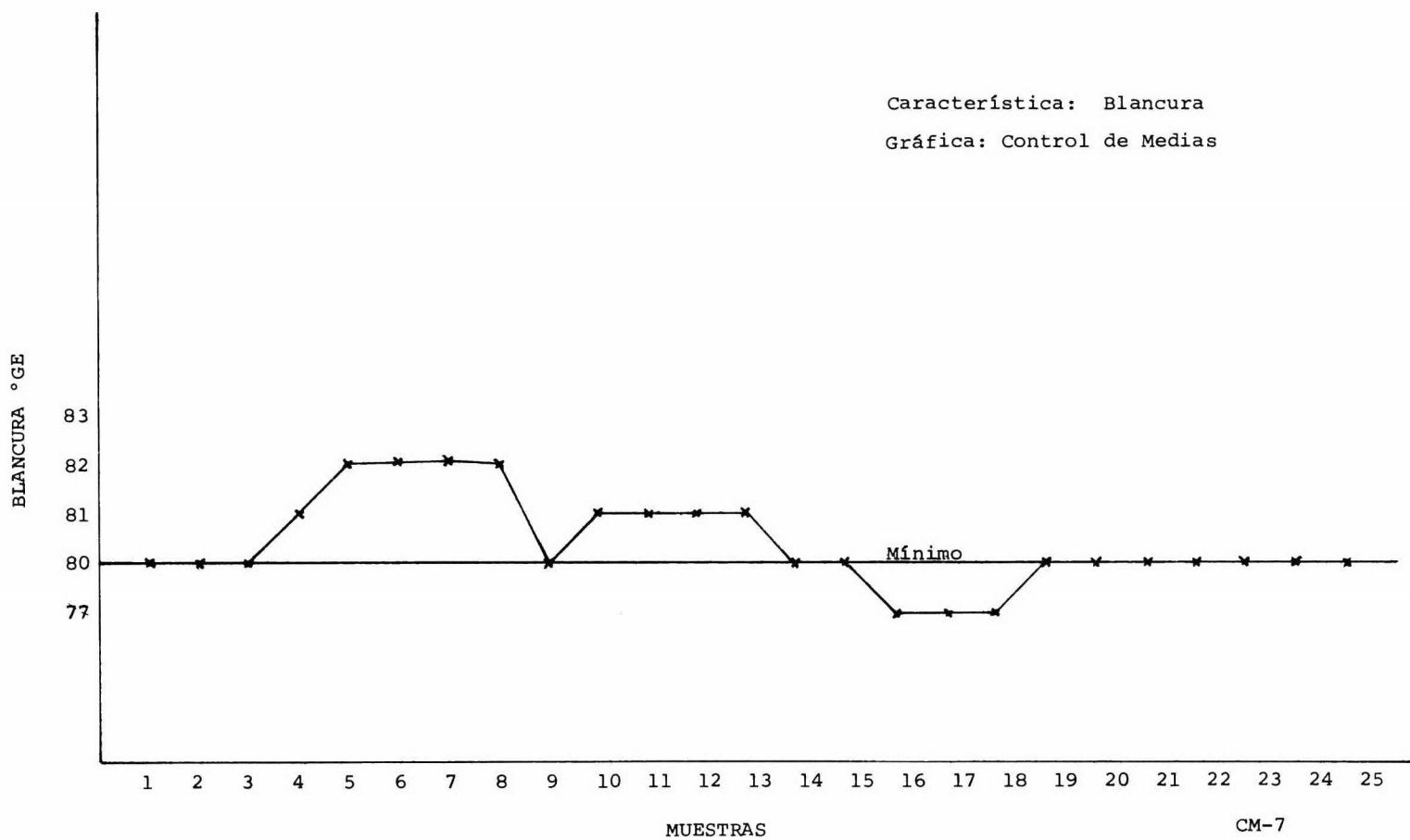
La blancura del papel se refiere a la reflectividad integrada de toda la superficie del papel, por lo tanto, ésta va a depender de la longitud de onda de la luz iluminante y del observador o del instrumento usado para medirlo.

Los valores cuantitativos sólo pueden obtenerse por medio de un instrumento, siendo el más importante el General Electric (GE).

En el método General Electric, la fuente de luz pasa por dos celdas fotoeléctricas en paralelo, conectadas con las terminales de un galvanómetro y por medio de dispositivos mecánicos se puede variar la cantidad de luz que pasa por cada trayectoria hasta que el galvanómetro se balancea en cero.

El instrumento se calibra por medio de un estándar de vidrio colocado en una de las trayectorias de luz; posteriormente el estándar se quita y se inserta la muestra problema. Después se vuelve a colocar el estándar y el galvanómetro se lleva nuevamente a cero. La lectura que se obtiene en la escala es una medida de la blancura o porcentaje de la reflectancia, tomando como base 100% para el óxido de magnesio.

GRAFICA CM-7



2.10 MEDICION Y EVALUACION DE LA OPACIDAD.

Para definir la opacidad será necesario observar - la figura 2 y 3, ya que éstos fenómenos no dependen todos de la misma propiedad del papel. Esto se debe a que la tinta de impresión consiste básicamente en un pigmento como negro de humo, suspendido en un vehículo líquido como por ejemplo el aceite se cante, que cuando se aplica a la superficie del papel, la mayor parte del pigmento se queda en dicha superficie, aunque el vehí culo pueda penetrar en el papel. Si el vehículo de la tinta y el papel propician que haya bastante penetración y este vehículo es de naturaleza aceitosa, entonces la impresión de la pá gi na 2 por ejemplo, será visible en la página 1, ésto a causa de la propiedad del aceite y hacer más transparente el papel (figura 2). Esto se puede aplicar aunque el papel sea tan opaco que evite que la página 3 se vea con claridad en la página 1.

En la figura 3, se muestra como un papel puede - ser relativamente transparente por lo que respecta a la visibi lidad de la página 3 en la página 1, y sin embargo el vehículo aceitoso puede no penetrar lo bastante.

Por lo tanto, con material impreso se debe distinguir entre "ver a través", o sea la página 2 vista a través de la página 1, originado por la penetración de la tinta.

La primera es la opacidad en el sentido que se está tratando ésta parte, puesto que es una propiedad del papel sin -- tratar o sea sin tinta.

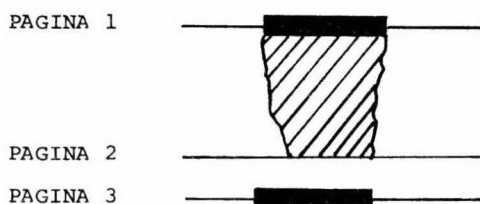


FIGURA 2

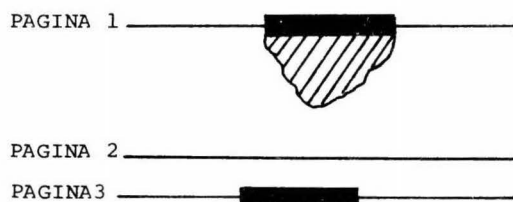


FIGURA 3

METODOS DE DETERMINACION.

Prueba rápida para papeles delgados.- Una marca estandar hecha sobre cualquier pieza de papel, se cubre con un número creciente de hojas de papel problema hasta que dicha marca ya no se distinga. El número de hojas o el espesor del paquete de papel constituye una medida de la opacidad.

Método estandar para papel.-Con un juego numerado de 17 papeles estandar con opacidades conocidas, difiriendo a intervalos regulares entre 71 y 100% y fuertemente impresos con una tinta negra.

El papel cuya opacidad se va a investigar se coloca sobre una parte de la impresión del papel de 100% de opacidad y en la parte restante se van colocando uno por uno los papeles estandar hasta encontrar cual de ellos obscurece la marca de impresión al mismo grado que el papel problema. Con ésto se puede considerar que los dos papeles tienen aproximadamente la misma opacidad.

Método fotográfico.- El papel se coloca entre una fuente estandar de luz y una placa fotográfica de tal modo que se pueda tomar una fotografía a través del papel. La densidad del negativo después del revelador constituye una medida de la opacidad del papel.

Las limitaciones del método son, que miden la opaci-

cidad sólo hacia la luz que puede efectuar una placa fotográfica, principalmente la luz ultravioleta.

Método de transmisión.-Se hace pasar la luz a través del papel y se compara las intensidades de los haces de luz incidente y transmitida.

Las limitaciones de éste método estriban en la dificultad de estandarizar el color de la luz usada, la sensibilidad del método empleado para medir la intensidad de la luz y el ángulo de iluminación.

Métodos de relación de contraste.- La opacidad se mide indirectamente en términos de la relación de la brillantez o blancura del papel cuando se le pone como respaldo una cavidad forrada con terciopelo negro a su blancura cuando se le pone como respaldo una superficie blanca estandar.

Un método describe la preparación de estandar de óxido de magnesio usado para tales fines.

Para papeles completamente opacos la relación es 1, para papeles transparentes es cero.

Este método mide el "valor a través" con un razonable grado de exactitud, además, si el respaldo del blanco estandar se reemplaza por un paquete grueso del mismo papel que se va a probar, entonces se reproduce con bastante aproximación el efecto de una hoja impresa y el valor obtenido es --

una medida de lo que se llama opacidad de impresión.

Método de la opacidad de impresión.- Esta prueba mide el "ver a través" de los papeles de impresión en términos de la diferencia en aspecto entre una pila de papel sin imprimir por una parte y una área negra sólidamente impresa vista a través de una sola hoja de la muestra de papel por otra parte. Si esta diferencia se expresa como porcentaje se obtendrá opacidades de impresión de cero con papeles transparentes y 100% con opacos.

En la figura 4 se muestra un diagrama del aparato. La fuente de luz (a) es una lámpara ordinaria de filamento de tungsteno operada al voltaje especificado, lo cual es importante, ya que es esencial una fuente con un valor estandar de color.

La luz pasa a través de la lente (b) hacia el espejo (c) y de ahí por la lente b' al cubo integrador (e) cuyas paredes blancas tienen una reflectancia de 85 a 95%. La fotocelda (f) tiene una respuesta similar a la del ojo humano. La muestra que será de un círculo de 1 cm. de diámetro se mantiene plana sobre la abertura (g) siendo (h) un deflector e (i) - una cavidad negra cuya reflectancia aparente es menor de 0.5%, como por ejemplo la producida por un revestimiento de terciopelo negro.

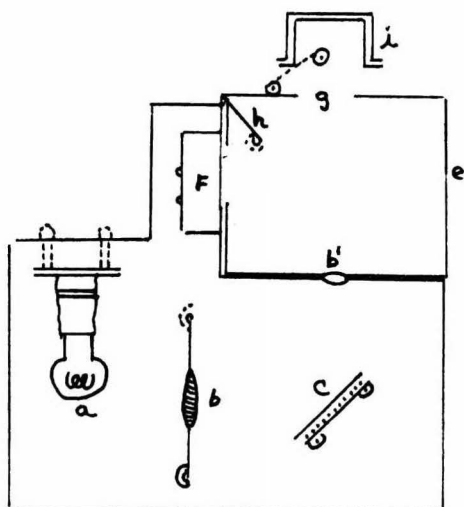


FIG. 4 MEDIDOR DE OPACIDAD.

Se debe hacer la corrección debida a la luz (a) que incide directamente sobre las paredes de la cámara integrada sin incidir primero sobre la muestra. Esto se puede lograr midiendo la relación de lectura obtenida sin muestra alguna y con un paquete grueso de la muestra en (g).

El instrumento se debe ajustar de tal manera que con un paquete grueso de la muestra en (g) se obtenga una -- lectura de 100% y sin muestra en (g) una lectura menor de - 0.5%. Luego se pone un espesor de muestra constituido por 10 hojas individuales y el promedio de las 10 lecturas obtenidas, colocando sucesivamente cada hoja enfrente del paquete expresado como porcentaje con 3 cifras significativas representán dose así la opacidad de impresión. Además, se debe especificar la cara que se probó del papel, es decir, la iluminada - durante la determinación.

Factores que tienen influencia en ésta determina ción.- El método británico de prueba, (B.P.B.M.A.), discute los siguientes factores.

- I).- Efecto del color de la luz iluminante.
- II).- Efecto del tamaño de los orificios de la cámara integrada
- III).- La linealidad de la lectura del galvanóme tro en relación con la celda fotoeléctrica.

IV).- Efecto de la luz desviada sobre la celda y la exactitud de los resultados.

Opacidad de impresión y la relación de contraste.-
Son las dos posibles definiciones de la opacidad, en donde la diferencia se fundamenta en el respaldo de la muestra. En el caso de la opacidad de impresión, éste es un paquete opaco y grueso del papel que se va a probar. En el caso de la relación de contraste, éste es un cuerpo blanco de reflectancia especificada y constante o sea 91.5% en relación al óxido de magnesio como 100% en el método Tappi.

El uso de la opacidad de impresión, significa un instrumento más sencillo y la eliminación del efecto de cualquier cambio en la reflectancia del respaldo blanco.

El método de relación de contraste requiere una muestra más pequeña de papel porque no se necesita formar un paquete opaco con ella.

Factores que afectan la opacidad.

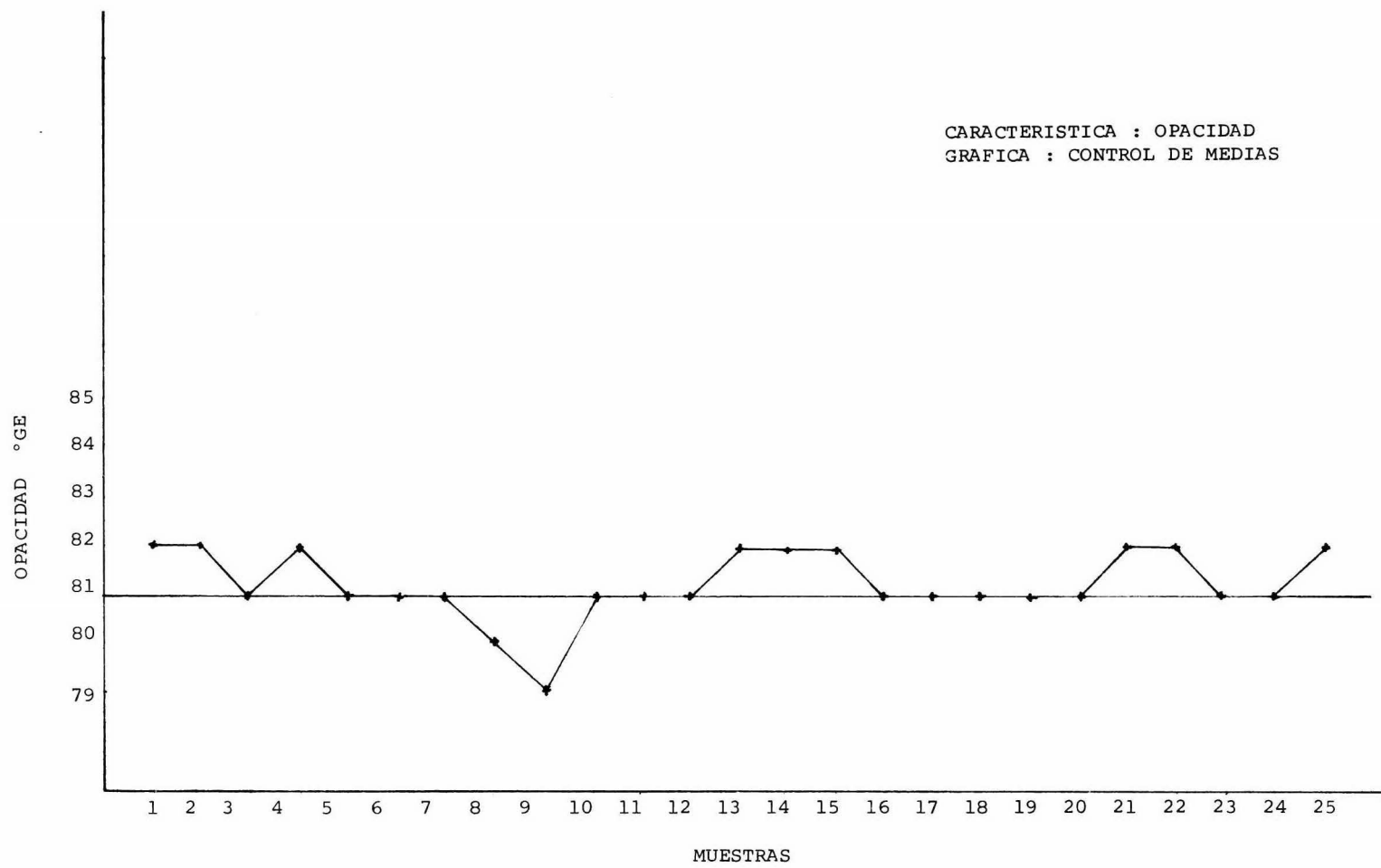
I).- Ligeras variaciones de color que se eliminan usando filtros de color.

II).- Problemas de espesor o peso base.

A partir de la medición de la opacidad de diferentes espesores (T) del mismo papel, la expresión $O/\log. T$ es una constante para papeles que no difieren grandemente en

composición, formación, etc. Por lo tanto ésta impresión sirve como base de comparación y es análoga al factor de exposición o al largo de ruptura. (0 = opacidad).

GRAFICA: CM - 8



CMB

2.11 MEDICION Y EVALUACION DE LA RESISTENCIA
A LA TENSION.

Esta prueba mide la fuerza de tensión necesaria para romper una tira de papel.

Dicha prueba, no sólo forma parte de las especificaciones generales de resistencia, sino que además es útil cuando el papel va a usarse en rollo y soportar una fuerza -- longitudinal.

METODOS PARA SU DETERMINACION.

Shopper-Leuning.- A éste aparato se le tiene que colocar una tira de papel de un ancho apropiado de 12.7 a -- 25.4 mm., la cual se debe sujetar bien extendida en posición vertical entre dos mordazas que están en el mismo plano y separadas de 180 mm. mas-menos 10mm. Luego se hace que la mordaza inferior se desplace hacia abajo estando la mordaza superior 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 inferior el péndulo es jalado por la muestra siguiendo un arco de circunferencia a lo largo de una escala hasta que el papel se rompe. Dicha -- escala está graduada en kilogramos y con un error de mas-menos 2%.

El peso del péndulo puede ser de 6.35 ó 31.75 kg.

con todo y contrapeso, según el tipo de papel que se pruebe y las correspondientes velocidades de aplicación de carga son - entonces de 4.5 y 1.5 mm./seg. respectivamente.

La especificación Tappi estipula además, que la relación del largo de la tira entre mordazas y el ancho de la misma debe estar entre la proporción 5:1 y 12:1, que la mordaza inferior debe descender a 5 mm./seg. y que el valor de ruptura obtenido debe estar entre 10 y 90% de la capacidad total de la escala, registrando una aproximación de 2% del valor obtenido.

Para papeles débiles y resistentes se especifican dimensiones de tira y condiciones de operación diferentes.

En el método B.P.B.M.A. los resultados se anotan con tres cifras decimales, se toman 10 lecturas en cada dirección de la hoja y las que divergen del promedio en más de 25% se descartan.

Con papel delgado, se deben probar varias tiras - al mismo tiempo y cuando no se puede cortar una tira de 180 mm. de largo, se pueden considerar longitudes de 50, 100 ó 150 mm. Sin embargo, en los resultados se deben hacer notar éstas desviaciones de las especificaciones usuales. El error total, - normalmente es de mas-menos 5% y el aparato se puede verifi-

car colocando pesos conocidos en la mordaza superior y anotando las lecturas de escalas resultantes.

Método de Van-der-Korput.- Este método de resistencia a la tensión se basa en el principio de resistencia al razgado, midiendo el trabajo para romper una tira de prueba -- que efectúa un péndulo libre en su caída. La velocidad de -- aplicación de carga es de 10 cm/seg., es decir unas 20 veces más que la del instrumentos Chopper. La tira de prueba se -- sujeta en posición con el péndulo en forma de sector colgando libremente. Este último se levanta, de modo que, la tira adquiera forma de "S" y cuando se deja caer, la ruptura de la -- tira evita que el péndulo llegue a toda su altura en el lado opuesto. Se mide la altura máxima alcanzada, para lo cual -- existe un dispositivo para medir la elongación.

Los resultados son comparables con los que se obtienen con el aparato Chopper. Así el trabajo efectuado es -- proporcional al producto de las cifras Chopper de tensión.

Probador Instron de tensión.- La característica especial de éste instrumento es la mordaza superior fija, que está unida a una celda, de modo que, cuando se aplica la carga se produce una señal eléctrica, ésta se amplifica y se -- manda a un registrador y la deflexión de la pluma registradora es proporcional a la carga. Por consiguiente, la veloci--

dad del esfuerzo está controlada solamente por el movimiento de la mordaza inferior y puede variarse operándola a la velocidad constante que se seleccione, de tal manera que la velocidad del esfuerzo sea constante e independiente de la muestra. El rango de esfuerzo es de 20 a 100 kgs. y el de la velocidad de 0.05 a 125 mm./min. El momento de la ruptura es detectable por medio de un flash fotográfico que se dispara en el punto preciso de la ruptura.

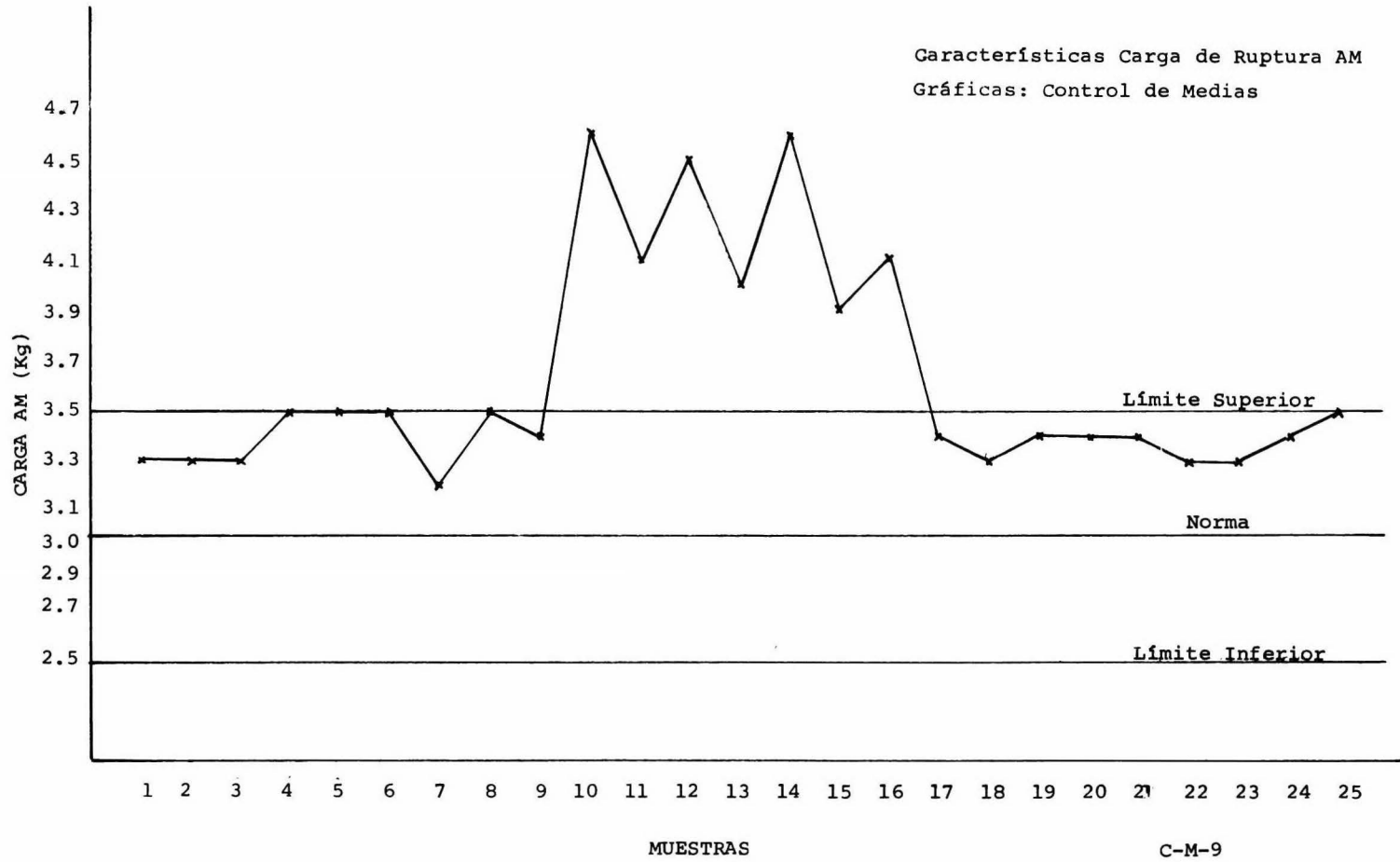
GRAFICA DE CONTROL DE RESISTENCIA A LA
TENSION.

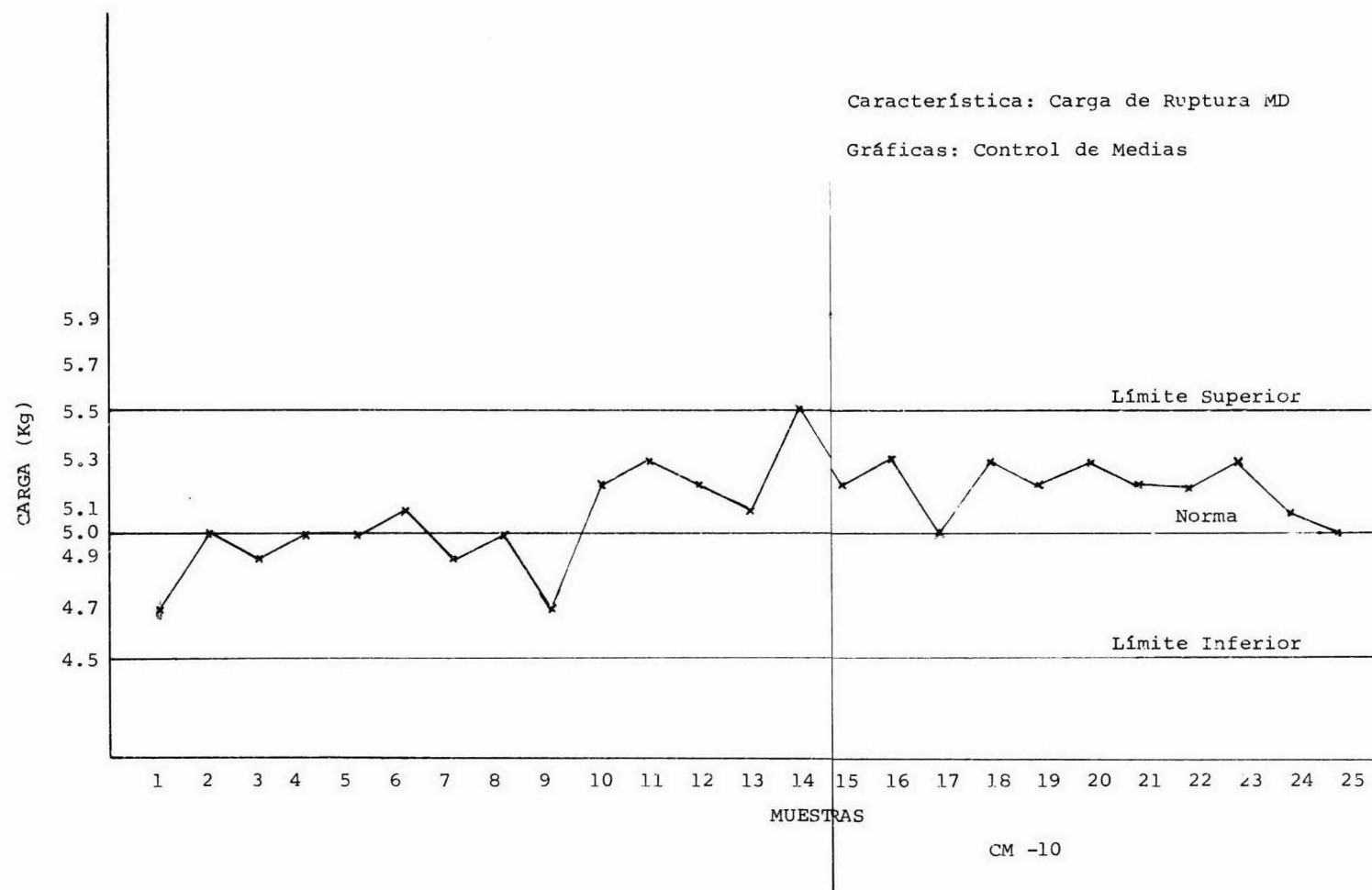
	MD		AM	
	DATOS	%	DATOS	%
EN NORMA	6	24	0	0
EN LIMITE MAXIMO	1	4	5	20
EN LIMITE MINIMO	0	0	0	0
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	14	56	13	52
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	4	16	0	0
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	0	0	7	28
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0	0	0
T O T A L :	25	100	25	100

Esta característica, que es para un papel bond, se puede considerar dentro de un segundo grado de importancia pero no por eso deja de ser digna de estudio.

Los valores en MD se encuentran dentro de los límites de control, mientras que en AM, el 25% está fuera -- del límite máximo.

La gráfica indica que no existe ningún valor en norma en la carga de ruptura AM, por lo que se aprecia la modificación de los límites de control.





2.12 MEDICION Y EVALUACION DE LA RESISTENCIA

AL RASGADO.

La finalidad de la prueba es determinar la resistencia que opone el papel al rasgado .

La resistencia al rasgado, es una propiedad enteramente diferente, puesto que depende primordialmente de la longitud de la fibra, además que, generalmente varía en sentido inverso de las resistencias a la explosión y tensión.

Esta prueba, se debe efectuar en cada dirección (máquina y transversal) y descartar aquéllos valores que se desvíen del promedio en más del 25%.

Para obtener los valores correspondientes al rasgado, el método Tappi, propone que las lecturas de la escala se multipliquen por 16 y se dividan entre el número de hojas probadas, ésto último depende de la naturaleza y del peso base del papel y debe ser tal que la resistencia esté entre 20 y 60 grs., y para el método de B.P.B.M.A. los valores deben estar entre 25 y 90%, considerando también los puntos dichos anteriormente.

METODOS PARA SU DETERMINACION.

Aparato de rasgado Elmendorf.-Consiste de una placa en forma de sector que está colgado por su vértice en una

chumacera antifricción, que tiene una oscilación pendular libre en su plano.

Existen dispositivos para sostener dicho péndulo - en posición levantada, con uno de sus extremos vertical y al - mismo tiempo para dispararlo instantáneamente, con ésto el péndulo oscilará hasta la misma altura en el lado opuesto de su - posición vertical normal.

El máximo arco descrito por el sector en su viaje, se indica por medio de una aguja vertical que efectúa el - mismo viaje que el péndulo, pero que se queda en la máxima posición alcanzada cuando éste retorna a la posición original.

Existen dos mordazas de 25 mm. de largo y 13 mm. de profundidad mínima, una de las cuales se encuentra en el -- extremo del péndulo y que se mueve con él, y la otra fija sobre el punto de suspensión del péndulo. Evidentemente entre -- ambas mordazas se coloca la muestra de papel de modo que se - rasgue cuando el péndulo cae de su posición fija, entonces el papel actuará como freno de dicha caída y el péndulo no llegará tan lejos en su viaje al lado contrario; para ésto, la aguja indicará numéricamente éste punto de retorno sobre una escala circunferencial en el sector.

La escala está graduada en 100 divisiones, de modo que indique el trabajo necesario para rasgar la muestra, -

dividido entre 137.6 que es el factor del aparato estandar.

En la práctica, el instrumento se fija y se nivela llevando la aguja a la posición cero, colocando el sector en su posición vertical. Luego se deja oscilar a partir de su posición cero (fija) con lo que la aguja debe volver a marcar cero. En caso contrario se deben hacer los ajustes apropiados. Posteriormente se corta uno ó más pedazos de papel con una guillotina especial, con el objeto de formar la lengüeta enbisagrada exactamente de 50 mm. de ancho y 44 mm. de borde de la hoja. Esta se inserta en la mordaza móvil cuando el sector está en su posición inicial levantada, insertando en la mordaza fija los dos lengüetas de 25 mm. de borde. Evidentemente, conforme cae el sector irá rasgando el papel a lo largo de dos trayectorias, cada una de 44 mm.

El método Tappi, dicta, que el instrumento se calibra, colocando sucesivamente una serie de contrapesos (W) de manera que sus centros de gravedad estén a diferentes alturas (H), sobre la base que se soporta al aparato y obteniendo las lecturas correspondientes. Si (s) es la altura a la que el sector llega con el contrapeso, después de la oscilación, hasta que la aguja, la cual no se ha movido, toca justamente el tope, entonces las lecturas de la aguja están dadas por:

$$W (H-S)/137.6 \text{ grs.}$$

Los resultados se expresan redondeando las lecturas de la escala a la cifra entera, multiplicando el valor por tres, para obtenerlo en gramos y dividiendo entre el número de hojas rasgadas simultáneamente.

Factor de rasgado.- Este se calcula haciendo las correlaciones del peso base del papel, siendo dicho factor:

$$100 T/P_b$$

Donde $T = P_b$ = peso base en grs. por M^2

Resistencia inicial al rasgado.- En el estudio anterior, se midió la resistencia al rasgado cuando éste ya se ha iniciado.

En la práctica la resistencia al rasgo de un borde no rasgado puede ser totalmente diferente, en especial cuando se efectúa en la dirección transversal.

Con tales limitaciones, se han ideado métodos en los cuales la muestra de papel se sostiene horizontalmente entre dos mordazas bajo una tensión y se sujeta a una torsión o a un esfuerzo cortante cuyo momento se mide por el movimiento de una aguja fija a una de las mordazas, así el probador concorre de rasgado a la torsión está diseñado primordialmente para producir un rasgado por una acción de torsión similar a la producida en la práctica y de este modo evitar la objeción que

se hace al aparato Elmendorf de requerir un rompimiento inicial para efectuar la prueba de rasgado.

Este método también produce en la dirección transversal del papel un rasgado en línea recta, en lugar del rasgado diagonal o desordenado que se obtiene en el aparato Elmendorf con ciertos tipos de papeles, por lo que generalmente los valores de rasgado se tienen que ignorar.

Método de Finch.- Se rasga una tira de papel simultáneamente en los bordes opuestos por medio de una barra delgada que tiene una muesca en V sostenida en un estribo sujeto a una de las mordazas de un probador de resistencia a la tensión.

Método R. Unger.- La tira de papel se sostiene extendida horizontalmente entre dos mordazas que están de tal modo inclinadas una con respecto a la otra que sus direcciones forman un ángulo de 30° .

Si las mordazas se mueven de tal manera que queden paralelas, entonces un borde de la tira queda extendido y el otro flojo, resultando que al separar las mordazas se inicia un rasgado en el borde extendido.

Resistencia al rasgado en dirección vertical al plano de la hoja.-Dicha resistencia se efectúa con una hoja circular a la muestra, la cual se pega en las caras planas de dos piezas cilíndricas de latón o de madera cuyo diámetro es

de 20 mm. El pegado se hace con una solución derivada de -
celulosa en acetona, ya que ésta no penetra en el papel.

Después de tres horas, las piezas cilíndricas se sujetan a las mordazas del probador Chopper de tensión y se mide la carga necesaria para que el papel se rompa, separándose en dos partes.

En otro método, en una tira de 2.5 cms. de ancho se inicia el despegamiento de sus capas, las cuales se sujetan en las mordazas del aparato Elmendorf tratando que el -- eje mayor de la tira sea perpendicular al del sector perpendicular del aparato.

Estas pruebas son importantes como un indicador de la formación de la hoja, especialmente en el caso de papeles gruesos ó de papeles hechos de varias capas.

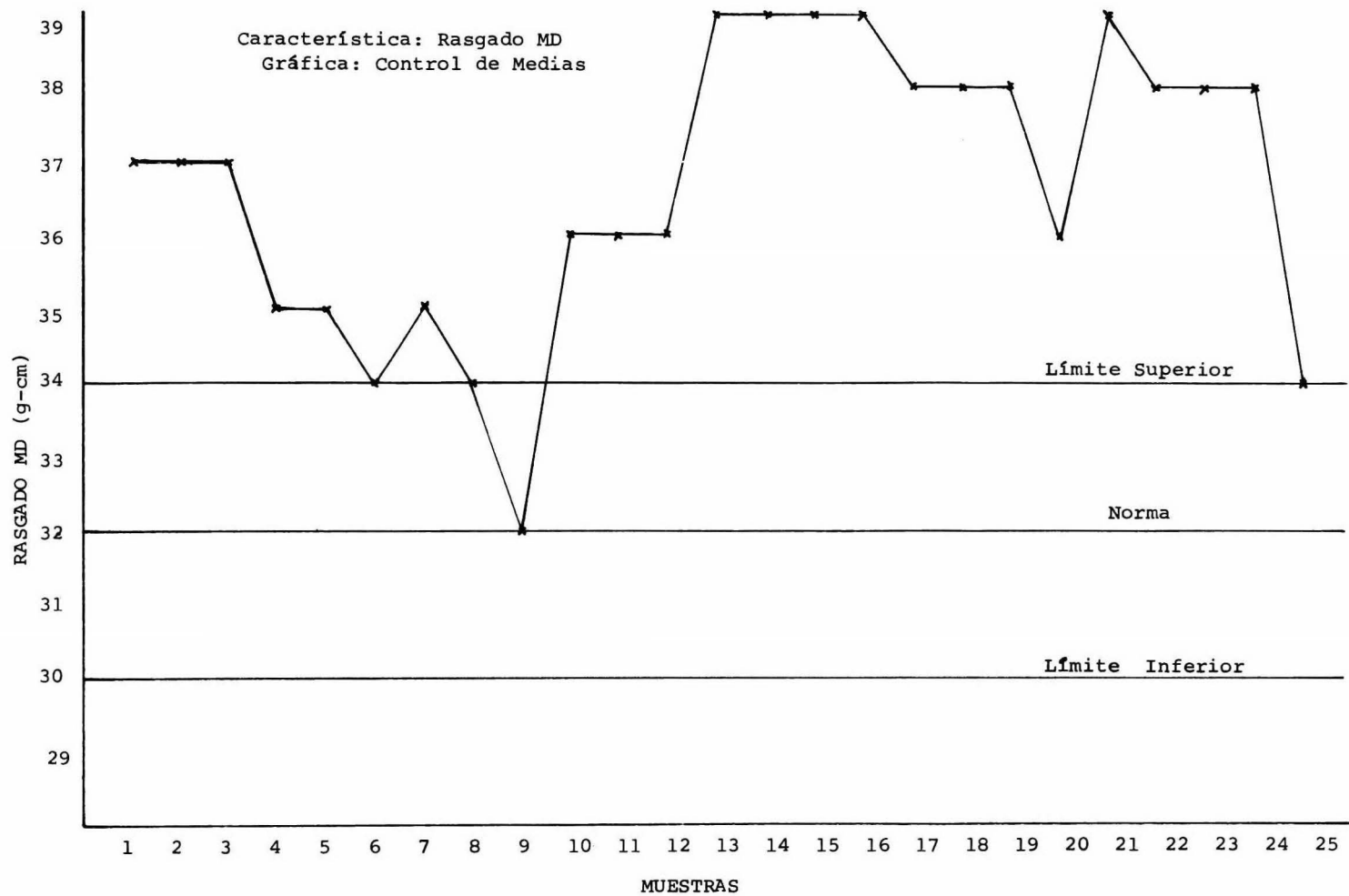
La prueba da resultados consistentes y la objeción que pudiera existir respecto a que el rasgado ya se inició, no se puede hacer al grado que en las pruebas de resistencia al rasgado antes descritas, puesto que el rasgado se efectúa en un plano diferente.

GRAFICA DE CONTROL DE RESISTENCIA
AL RASGADO.

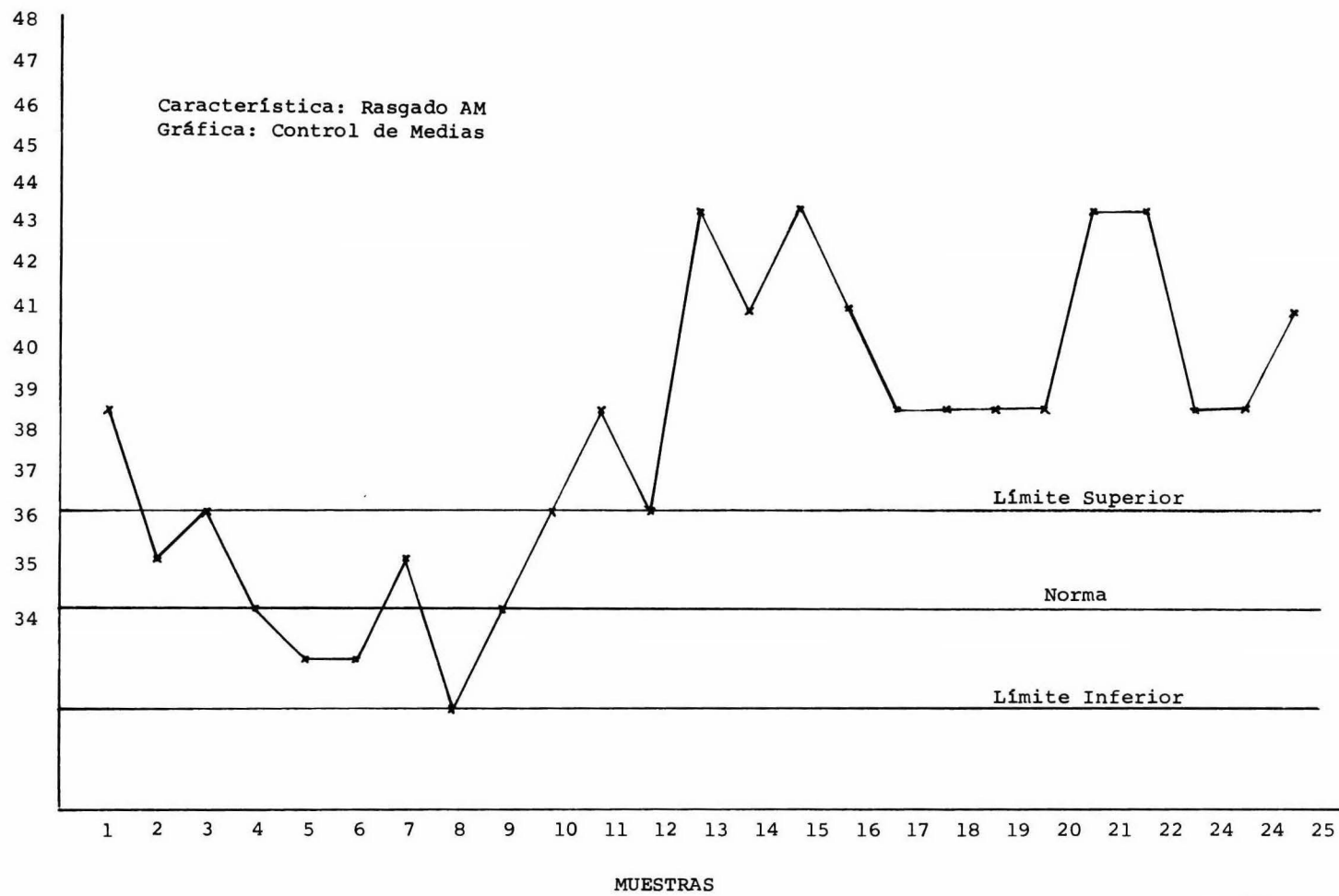
	M.D.		A.M.	
	DATOS	%	DATOS	%
EN NORMA	1	4	2	8
EN LIMITE MAXIMO	3	12	3	12
EN LIMITE MINIMO	0	0	1	4
ENTRE NORMA Y LIMITE MAXIMO	0	0	2	8
ENTRE NORMA Y LIMITE MINIMO	0	0	2	8
FUERA DEL LIMITE MAXIMO	21	84	15	60
FUERA DEL LIMITE MINIMO	0	0	0	0
T O T A L :	25	100	25	100

De igual manera que la resistencia a la tensión, el rasgado puede considerarse dentro de un segundo grado de importancia.

La tabla demuestra que el mayor porcentaje de datos se encuentra fuera del límite máximo, tanto en dirección de máquina como a través de máquina, lo que sugiere un reajuste a las normas.



CM-11



CM-12

2.13 MEDICION DE LA RESISTENCIA A LA EXPLOSION.

Este tipo de prueba mide la resistencia que opone el papel al ser sometido a un aumento de presión.

La resistencia a la explosión, se mide por la presión desarrollada en la parte inferior de un diafragma circular de hule, cuando este se fuerza contra el papel hasta hacerlo reventar.

En dicha prueba está involucrada la elongación, la resistencia a la tensión y al rasgado.

Existen variables que afectan dichos factores, - tales como:

- I) En el área de la abertura circular abierta - por el diafragma.
- II) El procedimiento de sujetar la superficie de papel sobre el diafragma, por lo que no debe - causarse daño alguno al producto, ni existir - deslizamiento entre las superficies opresoras.
- III) La naturaleza del hule usado por el diafragma.
- IV) El medio de aplicar la presión, el que la transmite, la velocidad y la magnitud de la presión durante la aplicación de la misma.

METODOS PARA SU DETERMINACION.

Aschroft.- La presión se aplica por medio de un pistón metálico que se opera con una manija rotatoria.

La desventaja que presenta este instrumento es lo menudo de su tamaño, o sea que el diámetro es de 1.11 cms. por lo que una hoja que tenga una formación irregular puede presentar variaciones considerables.

Mullen.- Este es uno de los instrumentos más usados debido a que las especificaciones se apegan al Tappi.

El Mullen es un instrumento hidráulico que tiene un orificio de 3.30 cms. de diámetro que cuando está sujeto a la presión de la prueba, el diafragma de hule se expande y reduce el diámetro a 3.048 mas-menos 0.00254 cms.

Dicha presión se aplica al diafragma de hule girando una manija, la cual por un movimiento de piston, fuerza la glicerina a través del cañón contra el lado inferior del diafragma. La presión del diafragma dependerá de la velocidad a que gire la manija, la cual debe estandarizarse a 120 r.p.m. por medio de una transmisión de motor.

Se debe tener cuidado de que no quede aire en el cañón del aparato asimismo que no haya fuga de glicerina y que el diafragma se repare cuando se deteriore, ya que para efectuar una explosión en el papel se tiene que expander relativamente bastante.

La glicerina es prácticamente incomprensible, --
siendo su contracción entre uno y 10 atms. a 15°C de sólo -
 $2.2 \times 10^{-6}/\text{atm}$. Dicha cifra es adimensional por ser un coe
ficiente de contracción.

El promedio de 20 determinaciones está usualmen-
te dentro de mas-menos 4% de valor medio promedio.

Schopper Dalen.- Este es un instrumento contraric
al anterior, siendo éste un neumático y apegado a las especi-
ficaciones del método británico B.P.B.M.A.

Dicho aparato consiste de un recipiente metálico
vertical que contiene aire a presión, el cual se llena por -
medio de una bomba de doble efecto hasta que la presión es -
de 6 ó 10 kg/cm^2 . mas-menos 5%, según que la resistencia a la
explosión sea hasta de 3.5 ó 3.5 a 6 kg/cm^2 respectivamente.
La explosión se efectúa abriendo una válvula de aguja y pro-
duzca un aumento de presión de 0.7 $\text{kg}/\text{cm}^2/\text{seg}$. En la salida
del aire, existe un diafragma de hule vulcanizado libre de --
cualquier carga, de 0.4 mm. de grueso sobre el cual se suje-
ta firmemente el papel.

Si la resistencia a la explosión excede de más de
6.3 kg/cm^2 , se debe usar un instrumento más fuerte como por -
ejemplo el jumbo, o se puede aumentar el área de prueba inser-
tando un accesorio apropiado ajustando el resultado en rela--

ción a la nueva área.

El manómetro usado debe probarse por el procedimiento de pesos muertos y algunos aparatos están provistos de un tubo especial para la inclusión de un manómetro patrón que registre la presión simultáneamente con el manómetro del aparato.

Las lecturas comparativas se hacen en todo el rango del manómetro, insertando una hoja metálica rígida en lugar de papel y abriendo la válvula gradualmente. El manómetro debe tener un dispositivo que registre la presión en el punto de la explosión.

Conclusión; por las diferencias existentes entre los métodos neumáticos e hidráulicos al aplicar la presión, el instrumento hidráulico proporciona resultados ligeramente superiores en comparación con el neumático, como por ejemplo, de un papel de 7 kg/cm^2 , la diferencia es de 10%, para que esto no suceda existe un aditamento que adaptándose al cañón del aparato hidráulico iguala en toda la escala la velocidad de aumento en la presión.

2.14 EVALUACION COMPARATIVA DEL PAPEL BOND

La evaluación comparativa que se presenta a continuación, tiene como finalidad, el estudiar la calidad por medio de las características físicas y subjetivas de los -- distintos papeles Bond que se fabrican en México.

		MUESTRAS				
CARACTERÍSTICA	UNIDADES	A	B	C	D	E
P E S O	g/m ²	58.7	59.9	60.9	53.5	61
CALIBRE	MICRAS	78	82	85	84	95
RESISTENCIA						
AL MD	g-CM	40	36	42	46	40
RASGADO AM	g ₁ -CM	46	38	45	52	60
RESISTENCIA						
A LA MD	Kg	4.2	4.0	4.4	3.5	4.9
TENSION AM	Kg	3.4	2.7	3.2	2.3	3.6
LISURA	Cm ³ /min	148	165	150	165	170
ENCOLADO	Seg.	116	250	208	240	360
DENNISON	N°	14	13	12	12	13
BLANCURA	°GE	81	79	75	74	73
OPACIDAD	°GE	82	80	81	80	83
PROSIDAD	Seg	55	48	42	33	20

CARACTERISTICAS SUBJETIVAS

	A	B	C	D	E
FORMACION:	BUENA	REGULAR	MAL	REGULAR	MAL
LIMPIEZA:	BUENA	REGULAR	MAL	BUENA	MAL
COLOR:	BUENO	MAL	REGULAR	REGULAR	REGULAR
MARCAS: DE AGUA	BUENA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR

Como se observa en la tabla, existen diferencias notables en las características físicas y subjetivas a mencionar:

Los valores de lisura y calibre, son menores en la muestra "A", por lo que su acabado es de mejor calidad - con respecto a las otras muestras. Asi mismo, los valores de Blancura, Opacidad, Porosidad y Dennison son los requeridos para una buena calidad, siendo lo contrario el resto de las muestras, principalmente la muestra "E".

Respecto a las características subjetivas, se observa una mejor calidad en la muestra "A", por lo que su presentación es favorable.

En conclusión, se puede considerar a la muestra "A", como la calidad requerida de un papel Bond para que -- cumpla sus funciones de escritura e impresión.

CAPITULO III

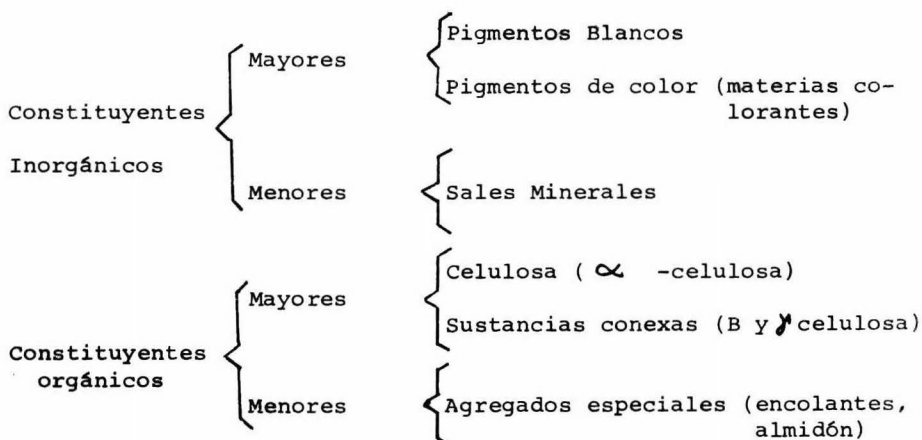
3.1

INTRODUCCION.

No es muy usual la necesidad de hacer un análisis químico completo de un papel, con excepción de la determinación de los constituyentes minerales totales, que es común a la mayoría de los análisis del papel, por lo que las pruebas químicas cuando se aplican son de naturaleza especial, razón por la cual se mencionarán las más importantes.

No es fácil establecer una separación entre la importancia de los métodos físicos y químicos en el papel, porque por regla general se necesitan ambos tipos de pruebas.

La mayoría de las propiedades químicas, así como alguna de las propiedades físicas del papel, dependen de la naturaleza y cantidad de los constituyentes presentes, por lo que es conveniente tratarlos ó clasificarlos como sigue:



Los constituyentes inorgánicos, son principalmente las cenizas que quedan después de incinerar el papel.

Los constituyentes orgánicos se destruyen completamente con la ignición del papel, aunque pueden dejar detrás de ellos ciertos compuestos minerales tales como bases inorgánicas de colores, de lacas o impurezas generales.

3.2 CELULOSA, ORIGEN Y TRATAMIENTO.

A raíz de que los hermanos Fourdrinier pusieron en operación la máquina de papel en el año de 1804, la posibilidad de producción en mayores cantidades, colocó a la industria ante el serio problema de obtener la materia prima, - ya que los desperdicios textiles y trapos que era la utilizada en aquel tiempo, no cubría las necesidades correspondientes.

Por el año de 1800, Matthias Koops logró elaborar pulpa partiendo de la paja, por medio de cocción en soluciones diluidas de cal, cuyo contenido de lignina es de un - 16%.

El tejedor Keller, al observar como las avispas formaban un panal con madera que molían entre sus maxilares, concibe en 1844 la idea de producir un nuevo material derivado de la desfibración mecánica de la madera en un molino ideado por él, pero fue por medio de Volter, que contaba con mejores medios económicos quien aprovechó el magnífico invento, introduciendo la madera como nueva materia prima llamada "pasta mecánica", la cual no brinda la resistencia necesaria al - papel, por lo que requirieron algunas décadas para encontrar una solución.

Mediante procesos químicos, se logró separar los

componentes incrustantes, la lignina, de la que la madera contiene de un 20 a 30%, siendo Burgess que en 1851 desarrolló el proceso de la sosa.

En 1874, fue cuando se produjo por primera vez la celulosa al sulfito (ácido), gracias a las investigaciones realizadas por el químico alemán Alejandro Mitscherlich.

En 1884, C. F. Dahl logra la patente por el proceso al sulfato (alcalino) comunmente conocido por el de Kraft, - que significa fuerza o resistencia, en base a la característica que esa fibra imparte al papel.

Los tres procesos básicos a que hemos hecho mención, colocaron a la industria papelera en posibilidad de extenderse, puesto que ya contaba con fuentes de abastecimientos de materia prima, o sea los bosques que afortunadamente son un recurso natural renovable.

Posteriormente, el bagazo de caña empezó a adquirir gran importancia como materia prima, siendo hoy en la actualidad el proceso Cusi el más comentado en los ámbitos internacionales.

La fibra de bagazo de caña, no tiene la misma resistencia que una de madera, pero para un papel bond pasa a tener un segundo grado de importancia.

Los cambios que se manifestaron en la industria -

papelera a principio del presente siglo son bastante considerables, pero casi todos ellos se refieren a desarrollos técnicos que aceleradamente han acortado el tiempo y el espacio.

Las materias primas y los métodos empleados para obtener la pasta mecánica y las celulosas de madera y bagazo de caña, siguen siendo más o menos los mismos.

Respecto a los constituyentes orgánicos mayores se describirá el método de prueba para la determinación de celulosas alfa, beta. y gama en pulpas para papel.

PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA ANALISIS.

Si la muestra se presenta en forma de planchas, - se divide en trozos de 5 y 10 m. de ancho, no debiendo emplearse tijeras. Los trozos obtenidos se disponen sobre una bandeja y se exponen al aire del laboratorio por lo menos durante - 48 hrs. a fin de lograr un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones ambientales.

PROCEDIMIENTO.

Las muestras para análisis en las cuales se van a efectuar las determinaciones de humedad y para el presente deben ser tomadas aproximadamente al mismo tiempo.

CELULOSA ALFA.

Es la fracción de pulpa que no se disuelve en -

solución acuosa al 17.5% de hidróxido de sodio (NaOH) a una temperatura de 20°C.

DETERMINACION DE CELULOSA ALFA.

Durante el procedimiento se deben mantener las soluciones de NaOH (Hidróxido de Sodio), el H₂O (Agua) y el CH₃COOH (Ac. Acético) a 20° mas-menos 0.2°C para lo cual es conveniente mantener los recipientes en baño maría. El agua que se usa para el lavado final del residuo de celulosa alfa, no tiene que estar necesariamente a dicha temperatura.

Se secan hasta peso constante con la aproximación de 0.5 mg. el crisol y el pesafiltro en una estufa a 105 mas-menos 3°C. Después se coloca el crisol en su pesafiltro y se cierra herméticamente.

El crisol y el pesafiltro se dejan enfriar en un desecador por lo menos una hora, se afloja ligeramente la tapa del pesafiltro para igualar la presión y se pesa con precisión de un miligramo.

Así, se pesan con una aproximación de 5 mg. - el equivalente de unos 3 grs. de pulpa seca. Simultáneamen

te se pesa otra porción y se determina el contenido exacto de humedad, según la norma DGN. M 30 en vigor.

Posteriormente se transfiere la muestra, para someterla a tratamiento alcalino en un vaso de precipitado de 250 ml colocado en un baño maría. Se mide en una probeta graduada de 75 ml de la solución de NaOH al 17.5% a 20°C, se humedece la pulpa con 15 ml de la solución de NaOH y se macera suavemente con la varilla de vidrio durante un minuto, agregando 10 ml más y mezclándola durante 45 seg., después se añaden otros 10 ml y se mezclan durante 15 seg. de manera que transcurridos dos minutos se tengan 35 ml de solución de NaOH, formándose así una masa ligera libre de proporciones sin homogenizar con la mínima maceración.

A continuación, la mezcla se agita y se deja en reposo durante 3 minutos y sin sacar el vaso del baño maría se agregan 10 ml de la solución de NaOH el 17.5% -- mezclando con la varilla de vidrio durante 10 minutos y -- agregando los 30 ml remanentes de solución de NaOH en proporciones de 10 ml después de 2.5; 5 y 7.5 minutos transcurrido el período de los 10 minutos señalados, en seguida se cubre el vaso con un vidrio de reloj sin retirar la varilla y se deja la mezcla en el baño maría durante 30 minutos más requiriéndose así un total de 45 minutos después -

de haber agregado la primera porción de solución de NaOH.

Como siguiente paso se agregan 100 ml de agua a 20°C, rápidamente se mezclan y dicha mezcla se deja diluda en el baño maría por un lapso adicional de 30 minutos, o sea que el período total en contacto con la solución es de 75 minutos.

La adición de NaOH se puede resumir en la siguiente tabla.

Tiempo en minutos	Volumen de NaOH al 17.5% en ml.
0	15
1	10
1 3/4	10
5	10
7 1/2	10
10	10
12 1/2	10

Seguidamente se vierte el contenido en el -- crisol tarado conectado a un kitasato limpio. Si en el filtrado se observan fibras suspendidas, se pasa éste para su retención a través de la masa de pulpa. Se lavan el vaso y el residuo con 25 ml de solución de NaOH al 8.3% a 20°C y se transfieren cuantitativamente todas las fibras al crisol.

Durante la filtración se debe mantener la pulpa cubierta - por la solución para impedir el paso de aire a través de la pulpa. Se lava el residuo filtrado, usando 5 porciones de 50 ml de agua a 20°C reservando el filtrado que debe ser menor de 500 ml para la determinación de celulosa beta y gama.

La filtración no debe demorarse más de 5 minutos, si la pulpa es difícil de filtrar y requiere más de 5 minutos, entonces se disminuye el tiempo de reposo de 30 minutos para las muestras subsiguientes.

Empleado otro matríz de filtración se lava el residuo del crisol con 400 ml adicionales de agua, descartando el filtrado. Se desconecta el tubo de succión, se llena el crisol con solución de ácido acético 2N a 20°C y se deja humedecer el residuo 5 minutos, se elimina el ácido acético aplicando succión y se lava el residuo con agua -- hasta eliminar la acidéz. No es necesario que el agua esté a 20°C.

Después, se limpian el fondo y las paredes del crisol con un paño limpio, se coloca en la estufa a 105 mas- menos 3°C junto con el pesafiltro, se seca hasta peso constante, dejándolo enfriar y se pesa con el pesafiltro como - se indicó precedentemente.

Se debe evitar un calentamiento prolongado - ya que después de que llega un mínimo se presenta un aumento de peso.

CALCULO DEL CONTENIDO DE CELULOSA ALFA.

El contenido de celulosa alfa se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{G_1}{G} \times 100$$

Donde:

α = Contenido de celulosa alfa en tanto por ciento

G = Peso de la probeta libre de humedad, en gramos

G_1 = Peso del residuo, en gramos

CELULOSA BETA.

Es la fracción de pulpa que no se disuelve en solución acuosa al 17.5% de hidróxido de sodio (NaOH) a -- una temperatura de 20°C y que se precipita por acidificación de la solución.

DETERMINACION DE CELULOSA BETA MAS GAMA.

Se trasfiere cuantitativamente el filtrado obtenido en la determinación de celulosa alfa del kitasato a un matr az aforado de 500 ml., se afora con agua y se mezcla determinando la celulosa disuelta en el alcali con solución de $K_2Cr_2O_7$ (Permanganato de Potasio).

Mediante una pipeta se transfieren 50 ml, de - filtrado a un matr az Erlenmeyer de 500 ml. Se agregan 10 ml de solución 0.4 N de $K_2Cr_2O_7$ y cuidadosamente con agitación continua 90 ml de N_2SO_4 (Sulfato de Sodio) concentrado. Si la concentración del ácido es menor de 94% la temperatura no alcanzar  el valor requerido de 125°C a 130°C durante la oxidación. Para efectuar la mezcla se agita y se calienta a fin de mantener la temperatura de la solución a 127°C mas menos 2°C durante 10 minutos a fin de completar la oxidación.

A continuación, se deja enfriar el matr az Erlenmeyer a la temperatura ambiente y se trasfiere su contenido a otro de un litro empleando 500 ml. de agua, se adicionan -

aproximadamente 2 grms. de KI (Yoduro de Potasio), se agita bien y se deja en reposo 5 min.

Su valoración se lleva a cabo con solución -- 0.1 de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ agregando indicador de almidón.

Más tarde se hace una titulación testigo sustituyendo el filtrado por 50 ml. de la solución 0.5 N de -- NaOH empleando aproximadamente la misma temperatura y al -- mismo tiempo para completar la titulación.

CALCULO DEL CONTENIDO DE CELULOSA (BETA MAS GAMA).

El contenido de celulosa beta más gama se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$B + \gamma = \frac{f (V_2 - 1^V N)}{G} \times 100$$

Donde:

$B + \gamma$ = Contenido en tanto por ciento de celulosa beta y gama.

V_1 = ml de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ empleados para valoración del filtrado.

V_2 = ml de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consumidos en la valoración testigo

N = Normalidad de la solución $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = Peso en gramos de la pulpa seca usada

F = Factor de equivalencia de la solución

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ a gramos de celulosa (si se trata de solución KI el factor puede considerarse como 0.00685 g)

CALCULO DEL CONTENIDO DE CELULOSA BETA.

El contenido de celulosa beta se calcula mediante la siguiente fórmula: $B = (B + \gamma) - \gamma$

Donde:

B = Contenido de celulosa beta en tanto por ciento.

$(B + \gamma)$ = Contenido de celulosa beta mas celulosa gama en tanto por ciento

γ = Contenido de celulosa gama en tanto por ciento.

CELULOSA GAMA.

Es la fracción de pulpa que se disuelve en solución acuosa al 17.5% de hidróxido de sodio (NaOH) a una temperatura de 20°C pero que no se precipita por acidificación de la solución.

DETERMINACION DE CELULOSA GAMA.

Se transfieren exactamente 190 ml de filtrado alcalino original, a una probeta de 250 ml con tapón esmerilado. Se agregan unas cuantas gotas de anaranjado de metilo y se llena la probeta hasta la marca de 240 ml con -- H_2SO_4 6N; se tapa la probeta y se invierte varias veces para mezclar su contenido. De ser necesario se ajusta hacia la zona ácida agregando H_2SO_4 (Ac. Sulfúrico).

Después de enfriar, se lleva hasta la marca de 250 ml con agua, se mezcla y se deja reposar a la temperatura ambiente, hasta que la celulosa se sedimente. Esto normalmente requiere de 16 horas.

Se filtra cuidadosamente la solución decantada a través de un papel filtro plegado recogiendo en un vaso de 250 ml seco, descartando los primeros 50 ml.

Se determina la celulosa gama en el filtrado oxidando otra porción de 50 ml. de solución de $K_2Cr_2O_7$ como se indicó precedente para las celulosas beta mas gama.

Se hace una titulación testigo sustituyendo el filtrado por 50 ml de la solución de 0.5N de NaOH.

CALCULO DEL CONTENIDO DE CELULOSA GAMA.

El contenido de celulosa gama se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$g = \frac{f (V_2 - V_1) N \times 0.1316 \times 100}{G}$$

Donde:

g = Contenido de celulosa gama en tanto por ciento.

V_1 = ml. de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ empleados en la valoración testigo.

V_2 = ml. de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ consumidos en la valoración testigo.

f = factor de equivalencia de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ a grs. de celulosa (si se trata de solución 1N el factor puede considerarse como 0,00635 g)

N = Normalidad de la solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

G = Peso en gramos depulpa seca

1.1316= Factor de dilución

En el informe de la celulosa alfa, beta y gama deberá indicarse:

Los contenidos de celulosa alfa, beta y gama, como porcen-

taje de pulpa seca con la aproximación de 0.1%.

En las pulpas no blanqueadas que contienen - mucha lignina o apreciables cantidades de cenizas, se indcará que los valores han sido debidamente corregidos según éstos contenidos.

3.3 MEDICION Y EVALUACION DE LA HUMEDAD.

Los pesa filtros con tapadera son los mas usa dos para ésta determinación, y si la muestra es del orden de dos gramos el volumen debe ser de 100 ml aproximadamente.

Cuando la humedad se determina con el propósito de usar este dato para análisis químico del papel, la can tidad de muestra debe ser preferentemente no menor de dos -- gramos. La humedad de las muestras deben estar en equili-- brio con el papel por analizar.

PROCEDIMIENTO: - Determinar el peso del pesa filtros seco - en la estufa a 105 mas-menos tres grados centígrados por una hora; poner la muestra de papel, pesar nuevamente la mues-- tra mas el pesa filtro el cual debe taparse rápidamente. Al poner la muestra en el pesafiltro, se deben usar pinzas pa-- ra evitar cambios en la humedad del papel. Enseguida calen-- tar en la estufa a 105 mas-menos 3°C durante 15 min., ce-- rrando el pesa filtros. Por último se recomienda enfriar - en el desecador por espacio de 5 min. y volver a pesar.

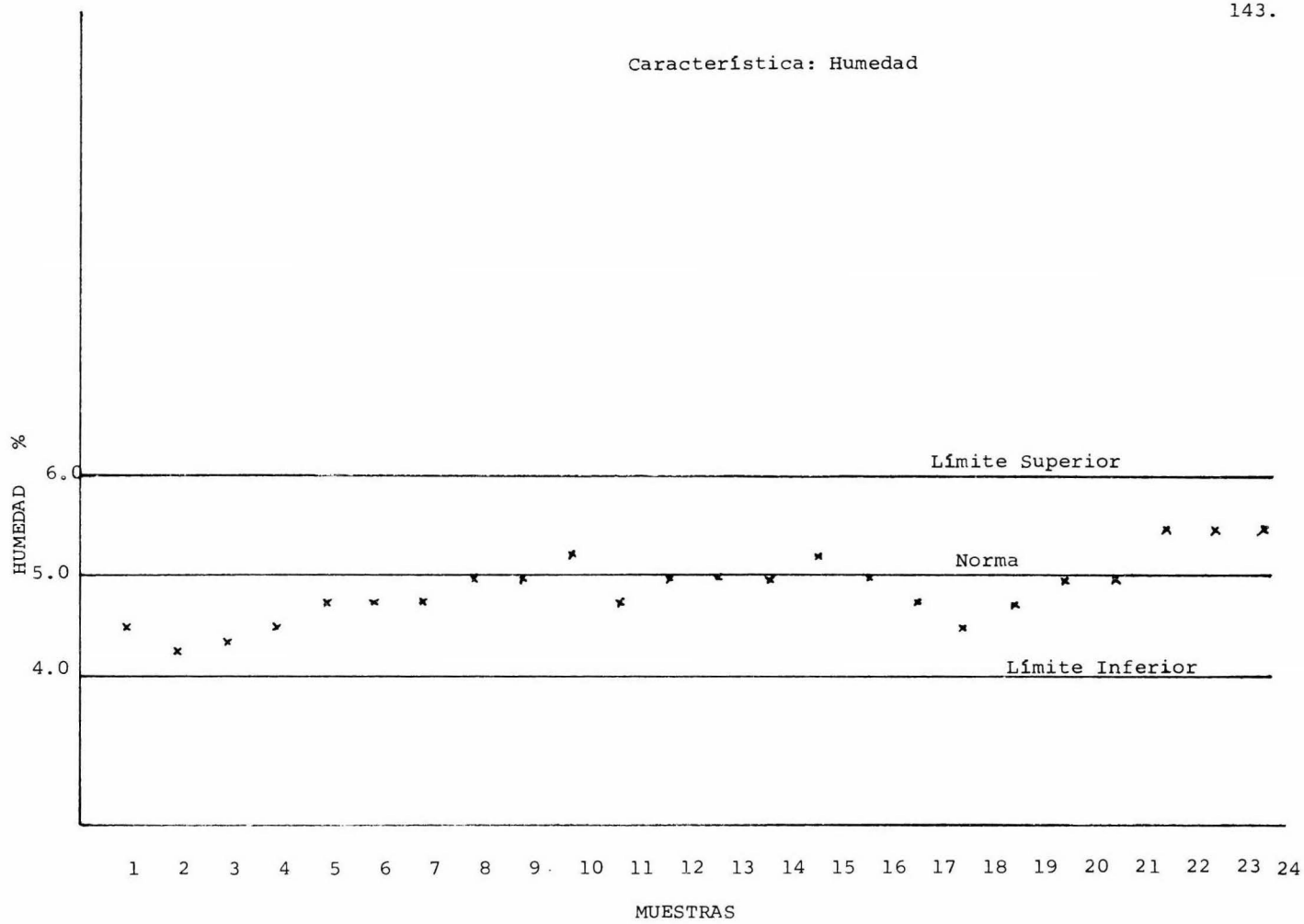
Cálculos.- Para calcular la humedad basado en el peso origi nal de la muestra, la fórmula es la siguiente:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

En donde:

P_1 = Peso original de la muestra

P_2 = Peso de la muestra después de secado



GRAFICA I

3.4 MEDICION Y EVALUACION DE CENIZAS.
DETERMINACION DE CENIZAS EN PAPEL

El contenido de cenizas en papel está definido como el residuo después de la combustión completa a 925 mas-menos 25°C.

Las cenizas consisten de:

Residuos de sustancias químicas en la manufactura del papel.

Rellenos, recubrimientos y pigmentos.

Material mineral contenido en la pulpa y con el cual fue hecho el papel.

Métodos para determinar cenizas.

Obtener pequeñas piezas de papel que sirvan como muestra con un peso aproximado de 10 mg de cenizas.

Procedimiento (ATM-D586-42, TAPPI T 413 m-58, SCAN - P5; 63)

El crisol una vez que está limpio debe calentarse en la mufla a 925 mas-menos 25°C, posteriormente se enfriará con un desecador y se pesará en la balanza analítica.

La muestra de papel se coloca en el crisol para quemarlo directamente sobre la flama de un mechero, lue-

go se coloca el crisol en la mufla a 925 mas-menos 25°C - por un período de cuando menos 3 horas o más si es necesario.

Cuando el papel está completamente quemado, es decir que no contiene partículas negras, se sacará el crisol de la mufla, tapándolo, para permitir que se enfrié un poco, en seguida se pondrá en el desecador para que se enfrié a la temperatura ambiente. Por último se pesará nuevamente el crisol con las cenizas en la balanza analítica.

Calcular el por ciento de cenizas basado en el peso seco de muestra de papel inicial.

Reportar el por ciento de cenizas basado en el peso de papel libre de humedad, con acercamientos de - 0.05% para papeles con 5% de cenizas, de 0.1% para papeles con cenizas entre 5 y 10% y de 0.2 para papeles con cenizas arriba de 10%.

CALCULOS:

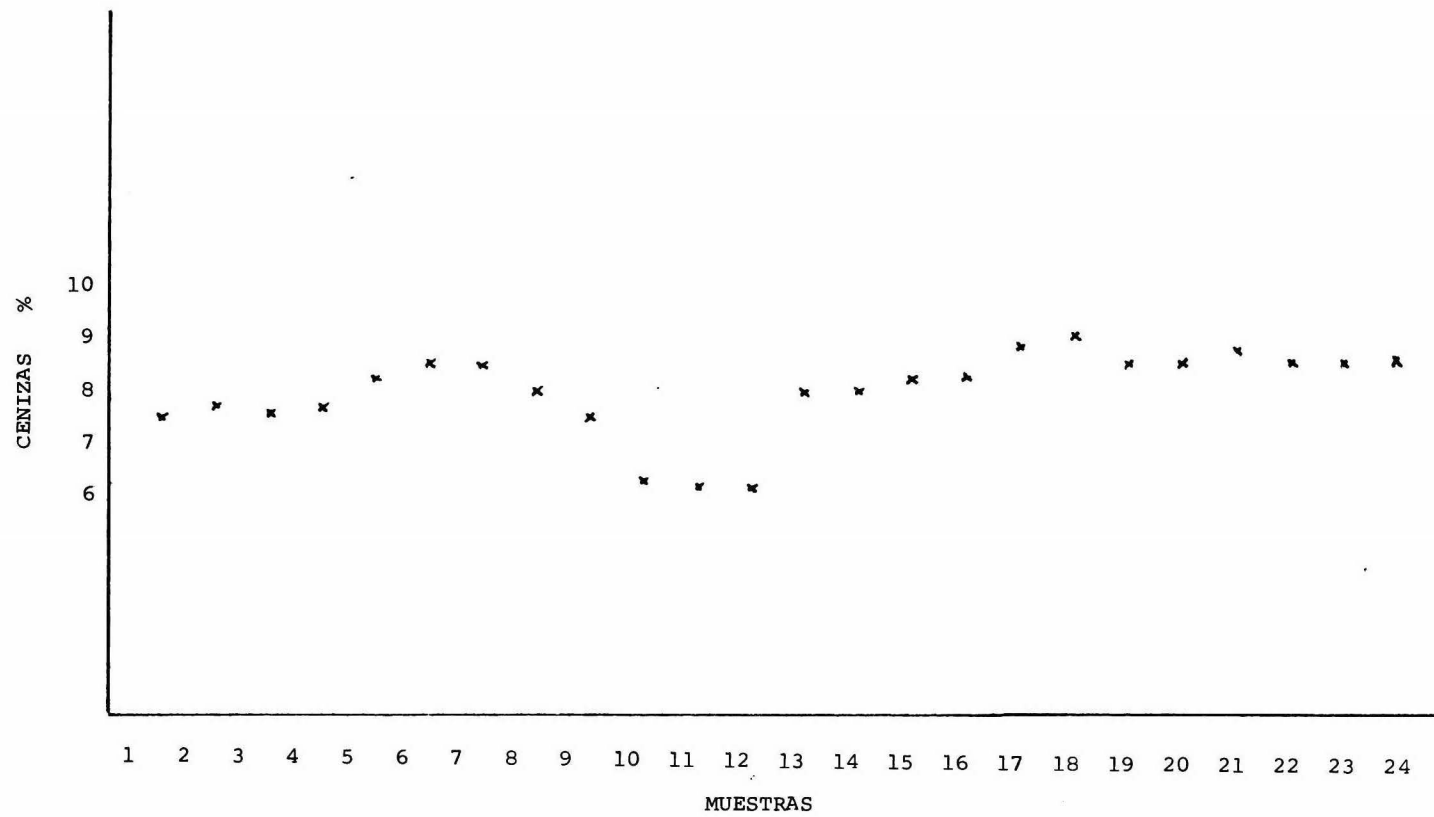
$$\% \text{ cenizas} = \frac{\text{gr después de la combustión}}{\text{gr secos antes de la combustión}} \times 100$$

Existe otro método más rápido para determinar cenizas, el cual fue propuesto a SCAN por Alexander Donetzhuber de los Laboratorios de Desarrollo e Investigación de Billeraud Suecia en 1971.

El principio de éste método se basa en quemar el papel en una atmósfera de oxígeno.

La eficiencia del método es de 97.6% en comparación con el método convencional, y su desventaja relativa es el alto costo del equipo, pero considerando el ahorro del tiempo durante una fabricación de papel, dicho costo se ve reducido.

Característica: Cenizas



GRAFICA 2

3.5

MEDICION Y EVALUACION DEL ALMIDON

OBJETIVO.-

Este método trata la determinación cualitativa y cuantitativa del almidón usado en la adición del batido.

Como se sabe el almidón sólo modifica las técnicas de oxidación convencional o conversión enzimática, los cuales son usados como adición de batido o superficie de encolado.

Determinación Cualitativa.- De cada unidad de prueba se obtendrá una muestra, representativa de aproximadamente 0.5 gr. de peso y se cortará en piezas de 0.5 a un cm^2 .

Procedimiento.- Hervir la muestra de papel por algunos minutos con 10 ml de agua destilada, filtrar, enfriar el filtrado y añadir una gota de la solución diluida de yodo. La coloración violeta languida que arroje la muestra, será desatendida, ya que esto no forma parte del almidón.

Determinación Cuantitativa.- Este procedimiento mide el contenido total de almidón y no muestra diferencia alguna entre el almidón que se encuentra dentro y sobre la superficie del papel.

Para cada unidad de prueba, se obtendrá una -

muestra que debe pesar de 5 mg a 1 gr.

Procedimiento.- La muestra se cortará en piezas de 0.5 a 1.0 cm²; se desintegrará en 60 mas-menos 20 ml de agua destilada y se transportará cuantitativamente a unos - 250 ml. Posteriormente se calentará abajo del punto de ebullición durante 15 min. y se vertirá el contenido al crisol de succión sobre el frasco de succión. Para desaguar y lavar el residuo con 10 ó 12 ml de agua caliente, se girará la llave de 3 pasos en la línea de succión, conectando el frasco con el tubo. En seguida soplar el tubo ligeramente para producir menos presión en la presión en el frasco. Finalmente cerrar la llave.

A continuación añadir 25 ml de ácido clorhídrico al crisol filtro y aplicar la succión, restableciendo la presión en el frasco de apoyo repitiendo la extracción por un lapso de tres minutos con 25 ml de ácido clorhídrico. Después desaguar y aplicar la presión de apoyo y añadir 25 ml de ácido clorhídrico concentrado en el filtrado, lavando el residuo con 200 ml de agua caliente y para completar la prueba remover el almidón adicionando de una a dos gotas de yodo diluido. La apariencia de un color azul será vestigio de almidón residual.

Por último con el objeto de ver si es necesaa-

rio proceder a una centrifugación para separar el material extraño, en caso de existir, se pasará la solución de almidón a unos 500 ml. en un frasco volumétrico, enfriando y diluyendo hasta la marca señalada en el frasco mencionado, -- mezclando perfectamente para ver si la solución es turbia.

Leer el contenido de almidón como un porcentaje del papel seco.

3.6

MEDICION Y EVALUACION DEL pH

Método de extracción en frío.- Este método mide la concentración de iones hidrógeno de un extracto acuoso frío de papel expresado en términos de valores de pH.

Los valores determinados pueden no ser exactos y por tanto su interpretación no se hará en términos de teoría de solución. Los valores de pH están correlacionados em píricamente en función del uso final que se le vaya a dar al papel y a la calidad del mismo.

Antes de medir el pH de la solución de la muestra, se deberá calibrar el aparato a un pH de 4.01 usando el bufer de una solución con un pH conocido, volviendo a chequear con el bufer de fosfato, el cual tiene un pH de 6.8 a 6.9.

Cabe mencionar, que antes de calibrar el aparato se tendrá que lavar el electrodo con agua destilada.

Ahora bien de cada unidad de prueba, se tomará un número igual de pliegos que no sea menor de 5, así, se combinarán los pliegos de todas las unidades de prueba, cortando en forma de cruz.

Se recomienda no incluir el papel que haya sido tocado con los dedos de cada cantidad de papel cortado.

Las determinaciones anteriores se harán por -

duplicado y en casos especiales en donde es necesario evaluar diferentes porciones del lote, se tomará una porción de cada unidad de prueba de la muestra y hacer determinaciones por duplicado en cada porción, usando el procedimiento especificado.

Procedimiento.- Transferir la muestra de prueba a un frasco volumétrico de 100 ml, añadiendo aproximadamente 5 ml de agua destilada y batir hasta humedecer. Agregar más agua hasta completar 70 ml y volver a batir perfectamente, tapando el frasco con un vidrio de reloj y metiéndolo a un cuarto de temperatura a 25 mas-menos 5°C durante una hora.

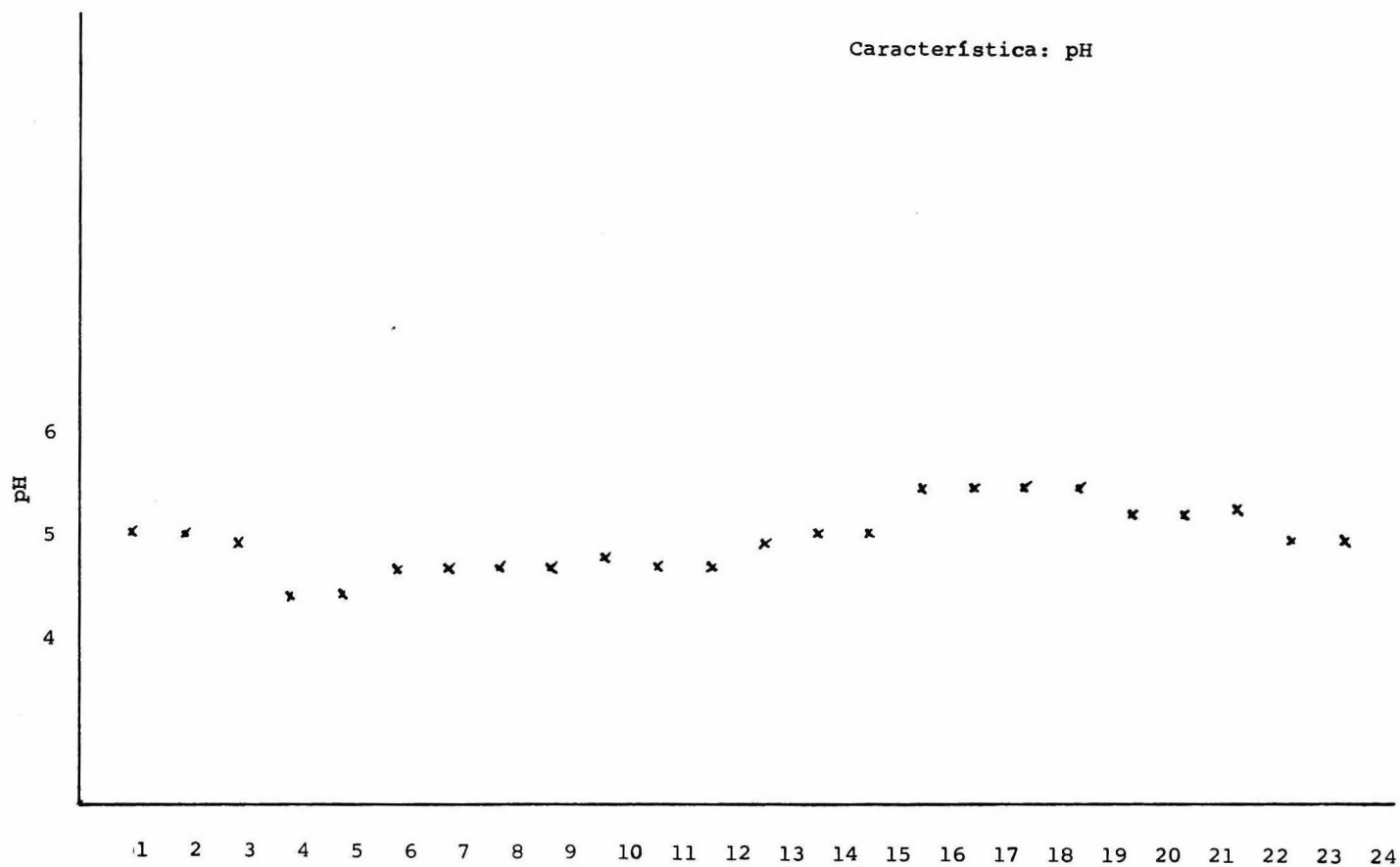
Después de calibrar el instrumento, menear y medir el pH del extracto de la mezcla de acuerdo a las instrucciones para el tipo de pH usado.

En seguida lavar con agua los electrodos y el bufer y cerciorarse de que el compensador es el ideal para realizar esta tarea. Posteriormente se registrará el pH dejando los electrodos en la solución durante un tiempo de 30 seg.

Por último, con el fin de evitar valores erróneos, se lavarán nuevamente los electrodos en agua destilada, después de cada medición y se recomienda recalibrar --

frecuentemente.

Reportar el promedio de dos determinaciones
de pH.



MUESTRAS

GRAFICA 3

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS SUBJETIVAS

4.1

INTRODUCCION

En los capítulos anteriores, se estudiaron - las características físicas y químicas del papel, las cuales como ya se vio, son fácilmente medibles por tratarse de cualidades objetivas.

En este capítulo, se estudiarán aquellas -- cualidades que no son fácilmente medibles y que se presentan con frecuencia, causando problemas al alterar su calidad.

En este estudio se explicará el origen y la - proposición de aceptar o rechazar los defectos comunes que a continuación se mencionan:

- .- Suciedad
- .- Arrugas
- .- Tipos de blancos
- .- Rollos estrellados
- .- Rollos flojos
- .- Rollos cónicos

Las propuestas siguientes, tienen como finalidad principal, lograr mejoras en la calidad del papel, en especial el Bond.

4.2

SUCIEDAD.- SU ORIGEN, ACEPTACION
O RECHAZO

La suciedad tiene su origen en la celulosa, la cual pudo no haber sido bien tratada en el momento de su transformación (astillas); en otras ocasiones proviene de la misma máquina de papel (óxidos). Las bolas de pasta, otro aspecto de suciedad, provienen en la mayor parte de astillas de la materia prima y del almidón que se utiliza para recubrir los poros del papel. Los puntos negros, nacen en la materia prima antes de su transformación a celulosa. Dichos puntos en la mayoría de las veces son de carbono que se introducen durante la quema de la zafra.

En general a toda ésta suciedad se le llama puntos sucios que se definen como cualquier cosa que es visible merced al contraste que produce con lo que le rodea.

El tamaño mínimo de las manchas de puntos sucios que se incluyan en la cuenta, dependerá y variará de acuerdo con la especificación para el papel, la que a su vez, depende del uso que se le vaya a dar al papel.

La identificación de puntos sucios en el papel y la determinación de su cantidad, son de extrema importancia en relación con las pruebas del mismo, con el desarrollo de las especificaciones y con el trabajo de rutina en la

fábrica.

Cabe hacer mención, que una mancha gris o de color, será menos notoria en relación con lo que la rodea, que una mancha negra del mismo tamaño y consecuentemente - es usual hacer la correspondiente corrección al efectuar la cuenta de puntos sucios.

Método para su determinación.- Se debe tomar una muestra de área conocida para posteriormente referirla a un metro cuadrado.

Luego se extiende la hoja de prueba sobre una hoja de papel blanco y se ilumina con una lámpara de 50 wts, despulida, colocada a una distancia de 1.20 metros.

Se inicia el recuento de partículas de puntos sucios, los cuales son comparados con una carta estandar, en donde están reproducidos fotográficamente varias partículas, clasificadas por sus diversas formas y tamaños con sus correspondientes áreas en milímetros cuadrados. De éste modo es posible señalar el área de la partícula independientemente de si es circular, en forma de cabello, triangular, cuadrada, etc. El rango de áreas que se suministra para piezas de cada forma es de 0.01 a 5.0 mm².

Sumando las áreas totales de las partículas de puntos sucios encontrados en la muestra, y refiriendo el

tamaño de dicha muestra a un metro cuadrado, se puede calcular el número en milímetros cuadrados de puntos sucios por metro cuadrado, es decir, partes por millon (p.p.m.) siendo ésta la cifra que se debe reportar. (FIGURA I) (Pág. 162).

$$\text{p.p.m.} = \frac{\text{mm}^2}{\text{m}^2}$$

Aceptación o rechazo

1) Suciedad "A"*:-Comprende: astillas, puntos negros, óxidos y en general puntos sucios en el papel.

Procedimiento a seguir :

- a) El muestreo estará en función del peso base del papel.
- b) La muestra será tomada en máquina y no en rebobinadora.
- c) El muestreo se efectuará cuando el papel se observe sucio.
- d) Las hojas escogidas, deberán ser comparadas con la muestra ejemplo. (ME = 1.0 ppm)
- d) De la muestra tomada en máquina, se cortará el número de hojas especificadas (tamaño carta) y se compararán con la hoja muestra ejemplo.

* El número de hojas muestra fue calculado por medio del plan de muestreo simple reducido (DGN, J-97-1967) con el antecedente del número de hojas que puede contener un rollo de bobinadora.

PESO BASE (g/m ²)	MUESTRA (No.de hojas)	ACEPTABLE (No.de hojas)	RECHAZABLE (No.de hojas)	MUESTRA EJEMPLO máximo tole rable
42-70	150	23	24	ME-1
71-120	100	22	23	ME-1

2) Suciedad "B":- Comprende: Bolas de pasta y agujeros.

Procedimiento a seguir:

a) Estará referido a la velocidad de máquina, ancho de papel de máquina y a un -- tiempo de 1 minuto (bolas de pasta/m²/min).

b) Considerando el punto anterior, suponemos:

Velocidad de máquina = 100 metros por minuto.

Ancho de máquina = 3 metros.

Por lo tanto, se obtiene: número de bolas de pasta/300 m²/min.

c) La norma será la siguiente:

Para bolas de pasta menores de 5 mm. de - diámetro:

NORMA (MAXIMO TOLERABLE) = 12 bolas de pasta

300 m²/min.

Para bolas de pasta mayores de 5 mm de diámetro.

NORMA (maximo tolerable) = 10 bolas de pasta
300 m²/min.

En caso de que exista combinación de los diámetros.

NORMA (MAXIMO TOLERABLE) = 11 bolas de pasta
300m²/min.

CARTA DE ESTIMACION DE PUNTOS SUCIOS

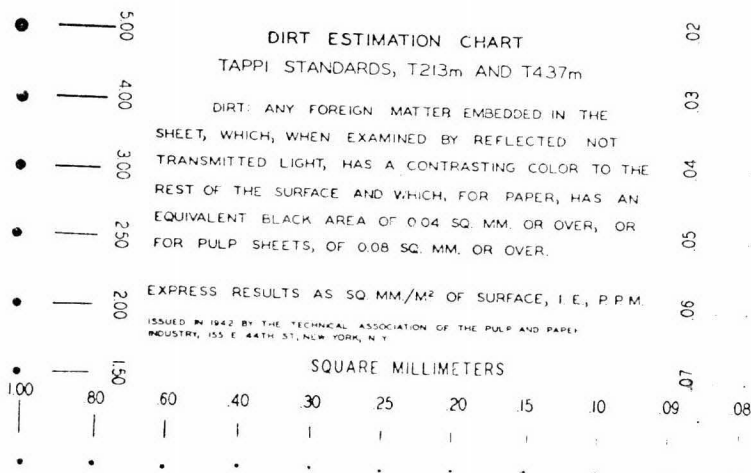


FIGURA I

4.3 ARRUGAS.- SU ORIGEN, ACEPTACION O RECHAZO.

Las arrugas, tienen su origen principalmente por franjas de tela y de humedad. Estas suceden porque la -tela que se encuentra en la mesa de formación se tapa o por que está abollada. Por tanto, se debe tener especial cuidado, ya que la arruga puede marcarse inmediatamente ó después de un tiempo en que el papel alcanza una temperatura de equilibrio.

Procedimiento a seguir:

- a) Se extenderá una hoja del rollo sin aplicar fuerza.
- b) Observar si la arruga se marca en el papel, en este caso será motivo de rechazo, independientemente de su amplitud.

4.4 TIPOS DE BLANCOS.- SU ORIGEN; ACEPTACION O RECHAZO.

Los tipos de blancos son provocados por los -colorantes usados o por la blancura de la celulosa, o sea si la blancura es baja el papel se observará amarillento, o en algunos casos el cloro residual, afectará la blancura.

Aceptación o rechazo

Procedimiento a seguir:

- a) Se tendrán límites de tolerancia (amari--

lento, rojizo, café y estandar).

- b) En caso de que el papel salga de los límites de tolerancia será rechazado.
- c) La muestra será comparada cada vez que salga un rollo de máquina.

4.5 ROLLOS FOJOS.- SU ORIGEN, ACEPTACION O RECHAZO.

Los rollos flojos son producidos por papel descalibrado, por peso variado y/o mala operación embobinadora.

Aceptación o rechazo

Procedimiento a seguir:

- a) Se aplicará con el dedo pulgar, una fuerza normal al lado afectado del rollo.
- b) Si la abertura de las hojas es mayor de dos mm. será motivo de rechazo.
- c) Si el defecto existe en cualquier lado del rollo será motivo de rechazo

4.6 ROLLOS ESTRELLADOS.- SU ORIGEN, ACEPTACION O RECHAZO

Los rollos estrellados tienen su principal causa en lo descalibrado del papel, peso variado, mala operación en la embobinadora y/o por golpes cuando los rollos salen pegados.

Aceptación o rechazo.

Procedimiento a seguir:

- a) El rollo del papel será comparado con las fotografías en donde se indica el máximo - tolerable y el rechazable.
- b) El rollo de papel será motivo de rechazo, si presenta el defecto en cualquiera de sus caras.
- c) El ancho del defecto será independiente del diámetro del rollo.

4.7 ROLLOS CONICOS.- SU ORIGEN, ACEPTACION O RECHAZO.

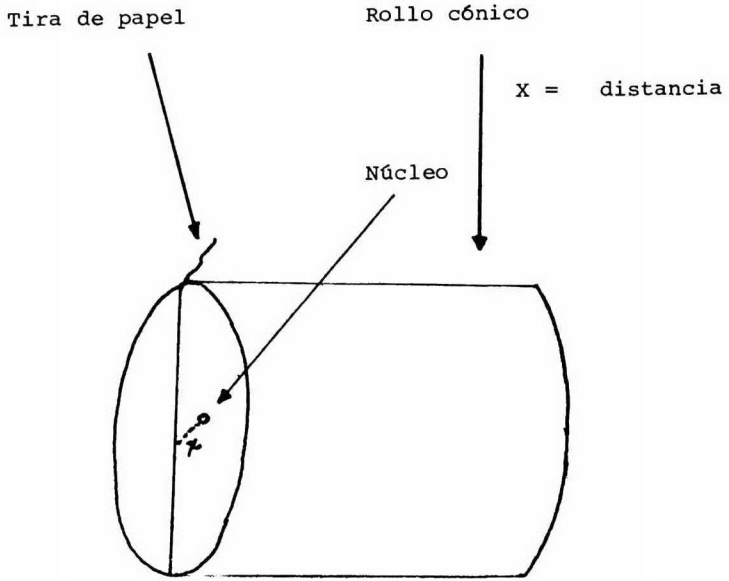
Las causas básicas de este defecto nacen del peso variado, descalibre del papel y/o mala operación embo--binadora (corrimiento del papel al aflojar el tiro).

Aceptación o rechazo.

Procedimiento a seguir:

- a) Una tira de papel, se extenderá a lo largo del diámetro del rollo.
- b) Se medirá la distancia del centro de la tira al núcleo del rollo de papel.
- c) La distancia medida debe tener un máximo tolerable de 1.5 cm. para que sea aceptado el

rollo.



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

1) El Departamento de Calidad, se encarga de -- coordinar los esfuerzos de los diversos departamentos que intervienen en la producción para mantener y mejorar la calidad a un nivel que sea lo más económico posible, ya que la interpretación de las variaciones ocurridas en el proceso de fabricación, son objeto de estudio por métodos estadísticos.

2) La importancia del Control Estadístico de Calidad, estriba en efectuar tareas preventivas, de conformidad, correctivas y de seguridad, influyendo esto en forma directa sobre los costos y las utilidades.

3) El Ingeniero de Control de Calidad deberá conocer perfectamente el proceso de producción, ya que de ésta manera aumentará su inquietud para la búsqueda de nuevas tareas estadísticas, obteniendo así una base más firme en la toma de decisiones y evitando el calibre subjetivo de "pasa-no pasa".

4) Los gráficos de control y multi-vari utilizados en este trabajo, pretenden señalar la comparación objetiva de la calidad actual del papel Bond con la experiencia de la fabricación anterior, para que en lo futuro se controle el proceso de fabricación.

5) El determinar pruebas físicas al papel bond, y que éstas, se mantengan dentro de los límites de control, nos indicará una calidad buena y uniforme, por tal motivo - es el momento de que el Ingeniero de Control de Calidad, -- busque nuevas formas para aumentar la supervisión subjetiva, incrementando de esta manera la calidad del papel bond.

6) Las características químicas del papel bond deben estar bien definidas para el momento de su transformación, impresión y escritura para evitar enriscamiento y abrasividad del papel, causa de problemas de mala calidad y por consiguiente económicos.

7) Una tarea de conformidad, es la inspección - en la recepción de los productos, por lo que también es motivo para el Ingeniero Químico, el crear normas sobre características subjetivas para tener una mejor herramienta para el control de calidad.

8) Las características subjetivas del papel bond, para su correcta interpretación, deberán estar basadas en la tarea correctiva o sea, en el estudio de las reclamaciones y en la búsqueda de las fallas.

9) Para lograr la calidad de un papel bond, es - preciso que todos los departamentos involucrados en la fabri-

cación del mismo, actúen como células de un organismo, trabajando independientemente, pero unidos para un fin común.

B I B L I O G R A F I A .

- 1) Ediciones Deusto Manuales prácticas de gestión de empresas.
El Control de calidad en la empresa
Serie C Tomo 4

- 2) Ediciones Deusto Manuales prácticos de gestión de empresas.
Control Técnico y Estadístico de la calidad
Serie B Tomo 3

- 3) Ing. Domingo López Curso abreviado
Control estadístico de calidad
Tercera edición

- 4) Julius Grant. Manual sobre la fabricación de celulosa y papel
Cía. Editorial Continental, S.A.
4a. Edición.

- 5) C. Earl Libby Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel.
5a. Edición.

- 6) Mc Donald Pulp and paper manufactur
Mc. Graw Hill

- 7) Technical Association Of The Pulp And Paper Industry (Tappi)

- 8) Dirección General de Normas (Sic) Norma Oficial Mexicana DGN R-18-1975 Parte 1,2,3.