

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

" ELEMENTOS DE LA IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET
Y SU CONTROL DE CALIDAD "

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de
Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

Carlos Salvador Vitola Zamora

Al conferirsele el Título de

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

Guatemala, Septiembre de 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
7(3672)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, previo a optar el Título de Ingeniero Mecánico Industrial, mi trabajo de tesis, titulado:

" ELEMENTOS DE LA IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET
Y SU CONTROL DE CALIDAD "

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.



Carlos Salvador Vitola Zamora

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Miembros de la Junta Directiva

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| Decano: | Ing. Julio Ismael González Podszueck |
| Vocal 1º.: | Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra |
| Vocal 2º.: | Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano |
| Vocal 3º.: | Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez |
| Vocal 4º.: | Br. Freddy Estuardo Rodríguez Q. |
| Vocal 5º.: | Br. Mario Nephtalí Morales Solís |
| Secretario: | Ing. Francisco Javier González López |

Tribunal que practicó el examen general privado

| | |
|-------------|-----------------------|
| Decano: | Ing. Raúl Molina |
| Examinador: | Ing. Fernando Fuentes |
| Examinador: | Ing. Emilio Rodas |
| Examinador: | Ing. Julio Campos |
| Secretario: | Ing. Carlos Cabrera |

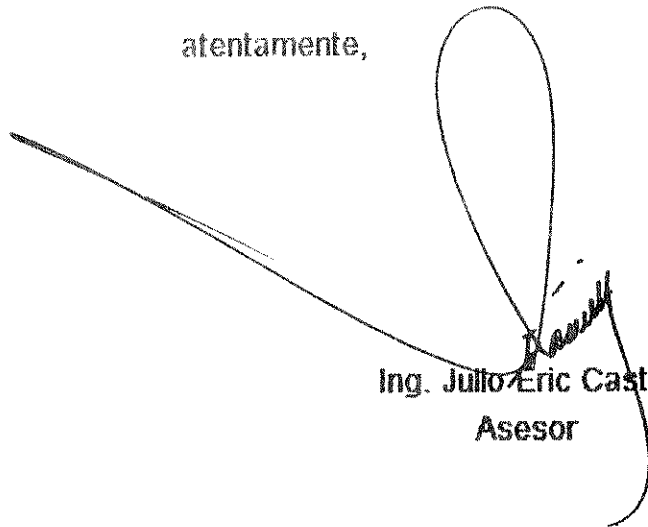
Guatemala, 14 de Noviembre de 1994

INGENIERO
ROBERTO VALLE GONZALEZ
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Señor Director:

Estimado Director, por este medio tengo el gusto de informarle que, en mi opinion, la tesis: " Elementos de la impresión offset y su control de calidad " elaborada por Carlos Salvador Vitola Zamora, ha sido desarrollada satisfactoriamente cumpliendo los requisitos necesarios, por lo tanto me permito recomendar su aprobación para efectos de graduación del autor.

atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and a long, sweeping stroke that extends to the left and then curves back down to the right, ending under the printed name.

Ing. Julio Eric Castillo Pineda
Asesor



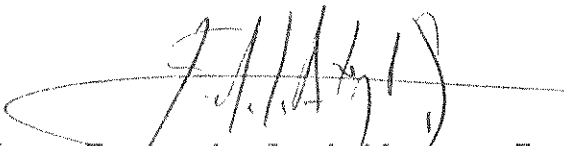
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **ELEMENTOS DE LA IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET Y SU CONTROL DE CALIDAD**, trabajo presentado por el estudiante universitario **Carlos Salvador Vitola Zamora**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Fernando José Álvarez Paz
COORDINADOR GENERAL DE TESIS
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

/emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área y del Coordinador General de Revisión de Tesis, al trabajo de tesis titulado ELEMENTOS DE LA IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET Y SU CONTROL DE CALIDAD, por el estudiante universitario, Carlos Salvador Vitola Zamora, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Peláez Castellanos
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, septiembre de 1,995.



ends

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

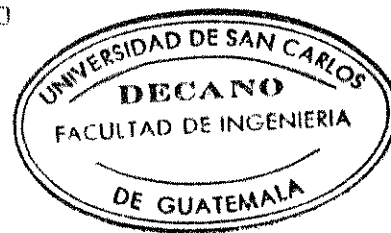
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **ELEMENTOS DE LA IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET Y SU CONTROL DE CALIDAD**, por el estudiante universitario, Carlos Salvador Vitola Zamora, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, septiembre de 1,995.

emds



DEDICATORIA

- A Jehová Dios
Luz e inspiración de mi vida.
- A la memoria de mi padre
Salvador Vitola Feoli
- A mí madre
Felisa Zamora. Persona que toda la vida ha confiado en mí y guía mis pasos por el camino del bien, en recompensa a sus esfuerzos.
- A mí esposa
Ruth Sanchinelli de Vitola, por su amor y apoyo incondicional en todo momento.
- A mis hijos
Giancarlo Salvatore y Franco Giuseppe con mucho amor.
- A mis hermanos
Con especial cariño a Mario Rene y José Benedicto.
- A mis familiares en general
Con respeto y cariño.
- A mí asesor
Ing. Julio Eric Castillo, por sus enseñanzas.
- A la Facultad de Ingeniería
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala

INDICE

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

- 1.1 LA LITOGRAFIA Y SU ORIGEN
- 1.2 IMPRESIÓN OFFSET
- 1.3 OTROS TIPOS DE IMPRESIÓN
 - 1.3.1 Tipografía
 - 1.3.2 Rotograbado
 - 1.3.3 Serigrafía
 - 1.3.4 Impresión Electrostática

Capítulo II

ELEMENTOS BÁSICOS EN LA CALIDAD DE LA IMPRESIÓN OFFSET

- 2.1 PAPEL Y CARTÓN
 - 2.1.1 Fabricación
 - 2.1.1.1 Fibras papeleras
 - 2.1.1.2 Preparación de la madera
 - 2.1.1.3 Fabricación de pastas
 - 2.1.1.4 Obtención del papel
 - 2.1.2 Definición del papel y su uso
 - 2.1.3 Definición del cartón y su uso
 - 2.1.4 Principales características del papel
 - 2.1.4.1 Características físicas
 - 2.1.4.2 Características mecánicas
 - 2.1.4.3 Características ópticas
 - 2.1.4.4 Características superficiales
- 2.2 PLANCHAS LITOGRAFICAS
 - 2.2.1 Definición y uso
 - 2.2.2 Procesamiento

| | |
|---------|--------------------------------|
| 2.2.3 | Tratamientos especiales |
| 2.2.3.1 | Graneado |
| 2.2.3.2 | Termo-duro |
| 2.2.4 | Tipos de planchas |
| 2.2.4.1 | Planchas negativas |
| 2.2.4.2 | Planchas positivas |
| 2.2.5 | Características |
| 2.2.5.1 | Planchas negativas |
| 2.2.5.2 | Planchas positivas |
| 2.3 | TINTAS LITOGRAFICAS |
| 2.3.1 | Definición y descripción |
| 2.3.1.1 | Elementos principales |
| 2.3.2 | Características generales |
| 2.3.3 | Tipos |
| 2.3.4 | características específicas |
| 2.4 | CAUCHOS O MANTILLAS |
| 2.4.1 | Definición y uso |
| 2.4.2 | Tipos |
| 2.4.2.1 | Mantillas compresibles |
| 2.4.2.2 | Mantillas de cama |
| 2.4.2.3 | Mantillas de separación rápida |
| 2.4.3 | Características |
| 2.5 | EMPAQUES |
| 2.5.1 | Definición |
| 2.5.2 | Uso |
| 2.5.3 | Tipos |
| 2.5.4 | Características |
| 2.6 | MÁQUINAS IMPRESORAS |
| 2.6.1 | Definición y descripción |
| 2.6.2 | Tipos |

- 2.6.3 Características
- 2.6.3.1 Alimentación sucesiva
- 2.6.3.2 Alimentación de flujo
- 2.6.3.3 Alimentación continua
- 2.6.3.4 Sistema de entintado
- 2.6.3.5 Sistema humectante
- 2.6.4 Operación

Capítulo III

CLASIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LA IMPRESIÓN OFFSET

- 3.1 ASPECTOS GENERALES
- 3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE DEFECTOS
- 3.2.1 Defectos críticos
- 3.2.2 Defectos mayores
- 3.2.3 Defectos menores

Capítulo IV

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE LA IMPRESIÓN OFFSET

- 4.1 ASPECTOS GENERALES
- 4.1.1 Conceptos básicos del control estadístico de calidad
- 4.2 CONTROL DE LA MATERIA PRIMA
- PAPEL Y CARTÓN
- 4.2.1 Introducción
- 4.2.2 Muestreo y aceptación de un lote de papel
- 4.2.2.1 Descripción
- 4.2.2.2 Definiciones
- 4.2.2.3 Procedimiento

- 4.3 CONTROL DE LAS TINTAS**
 - 4.3.1 Introducción**
 - 4.3.2 Definiciones**
 - 4.3.3 Procedimiento**
 - 4.3.4 Aceptación o rechazo de un lote de tinta**
- 4.4 CONTROL DE MATERIALES**
 - 4.4.1 Introducción**
 - 4.4.2 Planchas**
 - 4.4.3 Cauchos**
 - 4.4.4 Procedimiento de muestreo**
- 4.5 CONTROL DEL PROCESO**
 - 4.5.1 Descripción**
 - 4.5.2 Sistema de control**
 - 4.5.3 Características**
 - 4.5.4 Tolerancias**
 - 4.5.5 Técnica de control**
- 4.6 MODELO PRÁCTICO**
 - 4.6.1 Control de calidad de materia prima**
 - 4.6.2 Control de calidad de materiales**
 - 4.6.3 Control de calidad del proceso**

Capítulo V

TENDENCIA A LA CALIDAD TOTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

**5.2 CONCEPTO GENERAL DE UN SISTEMA DE CALIDAD
TOTAL**

5.3 POLITICA DE CALIDAD

5.4 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Capítulo VI

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

Capítulo V

TENDENCIA A LA CALIDAD TOTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

**5.2 CONCEPTO GENERAL DE UN SISTEMA DE CALIDAD
TOTAL**

5.3 POLITICA DE CALIDAD

5.4 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Capítulo VI

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

PREFACIO

Este trabajo fue realizado, porque en la industria litográfica de Guatemala, aunque es una de las industrias que más proliferación ha tenido en los últimos tiempos, aún se sigue produciendo con base en las profundas tradiciones arraigadas, en la confianza del artesano, por tal motivo se vio la necesidad de crear un documento, que presente los elementos más importantes que inciden directamente en la calidad de la impresión Litográfica Offset, que plantea un sistema de control de calidad que sea práctico y de fácil implementación en la industria litográfica de nuestro país.

OBJETIVO

El principal objetivo del presente trabajo es proporcionar una herramienta más que pueda utilizarse en la capacitación, entrenamiento y tecnificación del personal de aquellas imprentas que se encuentran fuera del alcance de la tecnología y nuevas corrientes que se han desarrollado con éxito en países más industrializados.

ELEMENTOS DE LA IMPRESIÓN
LITOGRÁFICA OFFSET Y SU
CONTROL DE CALIDAD

CAPITULO I

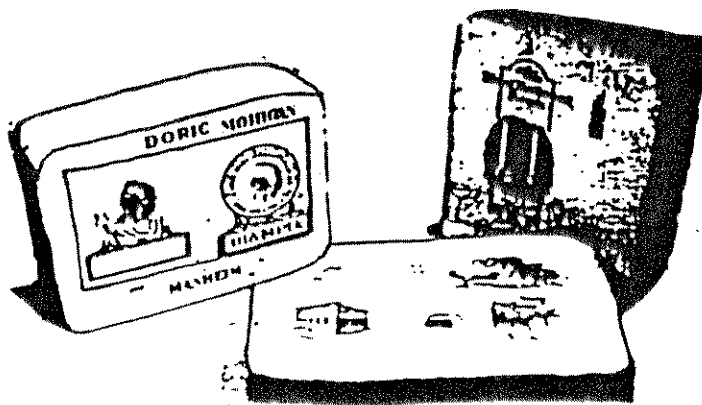
INTRODUCCIÓN

1.1 LA LITOGRAFIA Y SU ORIGEN

La litografía tuvo su origen en Munich Alemania; éste invento fue atribuido al señor: LUIS SENEFELDER, quien la patento en el año de 1799.

Dicha técnica se basó principalmente en la propiedad de cierta caliza compacta, de grano fino, denominada piedra litográfica, de absorber agua fácilmente y de retener por adhesión cuerpos grasos o resinosos que repelen el agua. Si sobre la piedra litográfica se hacen trazos o dibujos con sustancias grasas o resinosas y después se pasa una esponja humedecida, al entintar dicha piedra con un rodillo impregnado con tinta, ésta no se adhiere a las zonas humedecidas, sino únicamente a las secas que son las que contienen el dibujo que se quiere reproducir. Por tal procedimiento se hace de la piedra un molde que permite sacar copias con el auxilio de una prensa. Para obtener un número grande de copias dicha piedra debe tratarse con un baño de ácido nítrico diluido, el cual ataca a la caliza y hace que ésta sea incapaz de tomar tinta en los lugares sobre los que no se ha dibujado; en cambio, los trazos hechos con tinta grasa conservan esta propiedad, al mismo tiempo el ácido nítrico aumenta la hidroscopticidad de las zonas atacadas. Después se extiende una capa de disolución de goma arabiga sobre la superficie de la piedra, la cual penetra en los poros de la misma, para mantener así un estado permanente de humedad que aumenta la acción repulsora de la tinta grasa, después de aplicar las sustancias anteriores, la piedra se lava con agua y con esencia de trementina, y queda así en condiciones para ser utilizada.

Fig. 1.1 Gráfica de una piedra litográfica.



En la actualidad, dicha técnica ha sufrido transformaciones debido al uso industrial que se ha dado a la misma; una de ellas, es la sustitución de la piedra litográfica, la cual es de difícil adquisición, preparación lenta e impracticable para los requerimientos actuales tanto de calidad como de producción, por planchas generalmente de metal, como por ejemplo; zinc, aluminio, magnesio, acero o cualquier metal con propiedades similares a éstos.

Estas planchas están recubiertas de una sustancia química que las hace sensibles a la luz, por lo cual son más versátiles y de preparación rápida y sencilla. Se graban por medio de insolación, la cual se realiza entre el recubrimiento y una luz de alta intensidad, y utiliza para dicho efecto un negativo fotográfico como matriz; éste se obtiene por medio de una exposición del original que se desea reproducir. Al revelar la plancha, se quita el recubrimiento del área donde no aparezca imagen y entonces la plancha se trata químicamente, de tal forma que el área de la imagen que se quiere reproducir se vuelve receptiva a la tinta, y el área sin imagen se vuelve receptiva al agua.

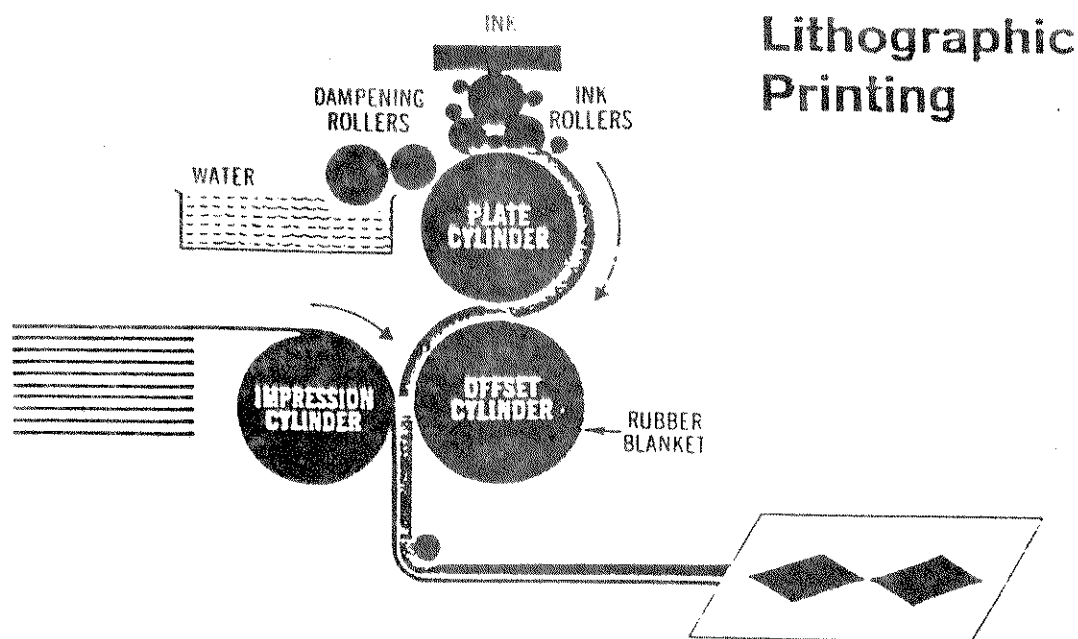
1.2 IMPRESIÓN OFFSET

La impresión offset denominada también impresión indirecta, se patentó en 1875, que consistió principalmente en una transmisión de la imagen contenida en la placa previamente grabada, a una mantilla de caucho con suficiente afinidad para transferir la mayor cantidad posible de tinta al sustrato donde se desea imprimir. Dicho sistema hace uso de tintas con composición grasa, para facilitar reproducciones nítidas sin utilizar altas presiones para lograrlo.

El uso de una matriz plana hace que el sistema offset se encuentre clasificado dentro de la "PLANIGRAFIA".

La litografía es un proceso que utiliza el sistema de impresión offset, que se basa en el principio básico de que el agua y el aceite no se mezclan fácilmente, por lo cual dicho proceso utiliza un sistema de rodillos mojadores y un sistema de rodillos entintadores con los cuales se mantienen estable la proporción adecuada de tinta y de solución mojadora respectivamente.

Fig. 1.2 Esquema de Litografía.



Lithographic Printing

TERMINOLOGIA

Lithographic printing
Ink
Ink rollers
Dampening rollers
Water
Plate cylinder
Offset cylinder
Impression cylinder
Rubber blanket

Impresión Litográfica
Tinta
Rodillos entintadores
Rodillos humectadores
Agua
Cilindro de la placa
Cilindro del caucho
Cilindro impresor
Mantilla de caucho

1.3 OTROS TIPOS DE IMPRESIÓN

Existe una gran diversidad de tipos de impresión dentro la rama de las Artes Gráficas; los siguientes son algunos de los más importantes con relación a la industria.

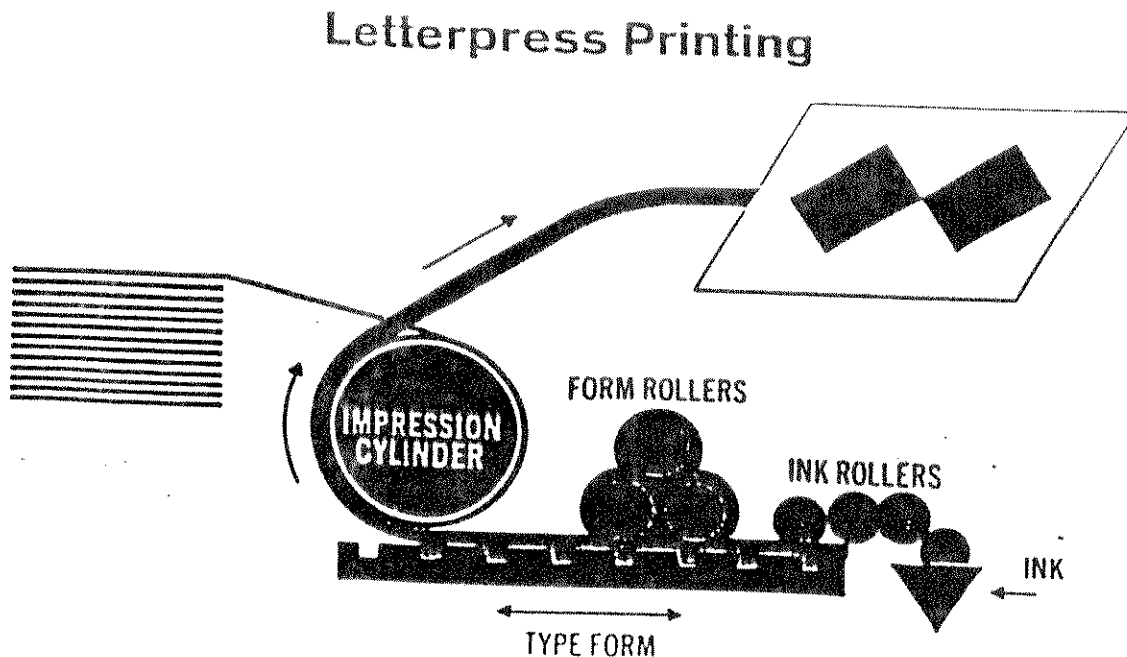
1.3.1 TIPOGRAFIA

Este es un sistema de impresión que se realiza en forma directa entre la matriz entintada y el substrato al cual se desea transferir la imagen.

La matriz utilizada en este proceso es realizada en metal, por lo cual pertenece a la "ESTEREOGRAFÍA".

Este tipo de impresión al igual que la litografía, utiliza tintas con composición grasa. La impresión que se obtiene por medio de dicho proceso, es en relieve debido a la alta presión aplicada; su contextura es de menor calidad que la impresión litográfica, y se utiliza generalmente para la impresión de textos.

Fig. 1.3 Esquema de la Tipografía.



TERMINOLOGIA

| | |
|----------------------|---------------------------|
| Letterpress Printing | Impresión Tipográfica |
| Impresion cylinder | Cilindro impresor |
| Form rollers | Rodillos de la forma |
| Ink rollers | Rodillos entintadores |
| Ink | Tinta |
| Type form | Arreglo de tipos (matriz) |

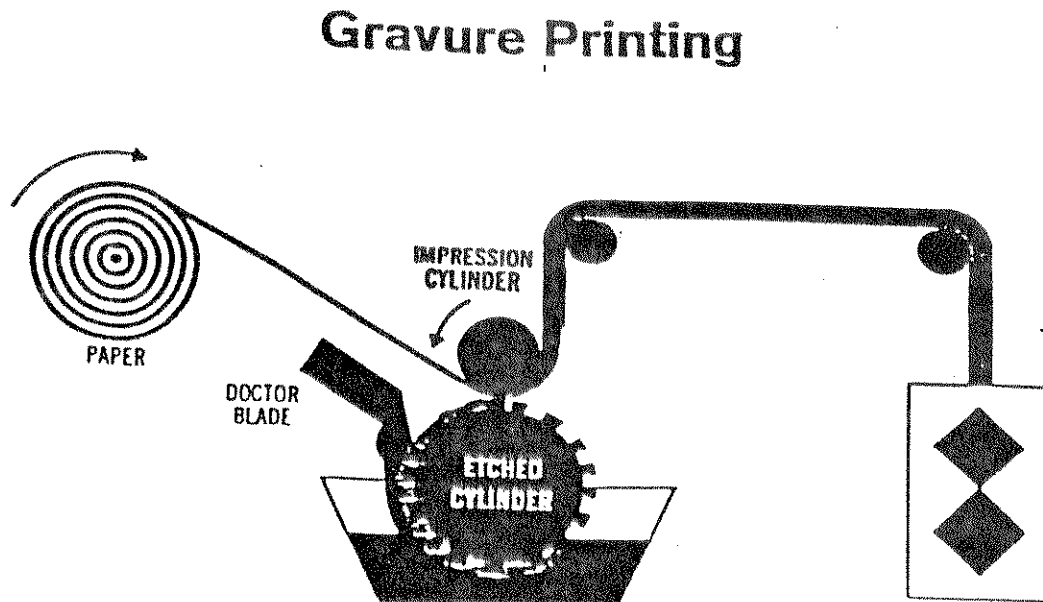
1.3.2 ROTOGRAFADO

Este sistema de impresión, también conocido como Huecograbado, es rotativo y continuo: utiliza tintas líquidas y como matriz una placa cilíndrica huecograbada, la cual posee una gran cantidad de células ahuecadas que son las que toman la tinta y la transfieren por medio de contacto directo al substrato que se desea imprimir.

Por la matriz que utiliza este sistema de impresión, se clasifica dentro de la "CALCOGRAFIA".

Las reproducciones obtenidas por medio del Rotograbado son de una calidad excelente y puede utilizarse para la impresión de papeles metálicos, plásticos y otros de texturas similares; este proceso se utiliza principalmente en volúmenes de producción relativamente altos, impresión de revistas, empaques impresos y otros productos similares.

Fig. 1.4 Esquema del Rotograbado



TERMINOLOGIA

Gravure Printing

Paper

Doctor Blade

Etched cylinder

Impression cylinder

Rotograbado

Papel

Cuchilla

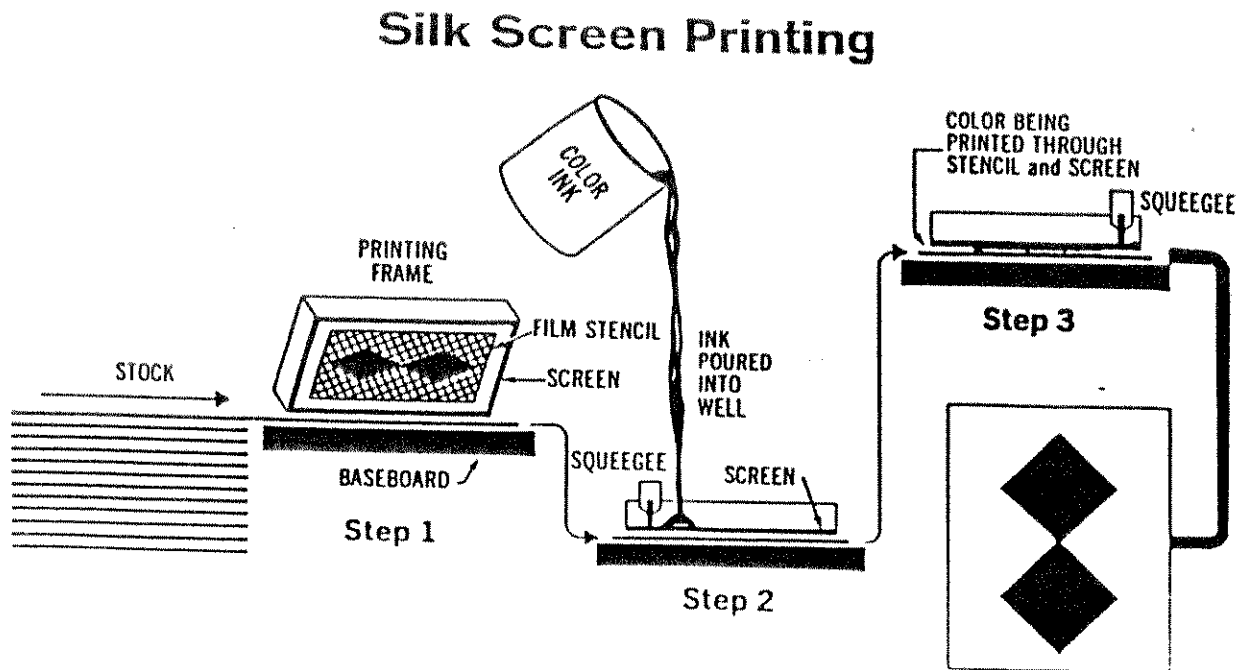
Cilindro grabado

Cilindro impresor

1.3.3 SERIGRAFÍA

Este proceso también conocido como Silk Screen, el cual es una técnica de la "TAMIGRAFIA", consiste principalmente en aplicar una gruesa película de tinta con un esparcidor de caucho a una trama de malla de seda, plástica o de metal; la cual contiene el diseño calado, de tal forma que la tinta sea filtrada por el mismo, para que al poner dicha malla en contacto directo con el substrato, éste quede impreso.

Fig. 1.5 Esquema de la Serigrafía.



TERMINOLOGIA

| | |
|--|--|
| Stock | Pila de papel |
| Printing frame | Marco impresor |
| Film stencil | Película patrón |
| Screen | Tamiz |
| Baseboard | Tablero base |
| Squeegee | Esparcidor de hule |
| Ink poured into well | Tinta vertida dentro de la fosa |
| Color being printed through stencil and screen | Existencia del color impreso, entre el patrón y el tamiz |
| Step 1 | Paso 1 |
| Step 2 | Paso 2 |
| Step 3 | Paso 3 |

1.3.4 IMPRESIÓN ELECTROSTÁTICA

Este proceso de impresión tiene un origen distinto a los antes mencionados, debido a que elimina por completo la aplicación de presión y la uniformidad del contacto de la superficie que se desea imprimir. Consiste principalmente en utilizar una trama cargada eléctricamente, que actúa como guía en la formación de las imágenes y dos planchas conductoras, las cuales se encuentran colocadas paralelamente, de tal forma que al aplicar una corriente directa entre ambos elementos, se produzca un campo eléctrico.

La impresión se realiza por medio de una tinta electrostática, que al aplicarla en la parte superior de la trama se carga eléctricamente, por lo cual es atraída hacia la plancha inferior, y deja los pigmentos colorantes en el sustrato, el cual se encuentra colocado entre las dos planchas que actúan como polos eléctricos; dicha impresión queda fijada al sustrato por medio de calor y generalmente es utilizada para imprimir materiales delicados y sensitivos a la presión.

CAPITULO II

ELEMENTOS BÁSICOS EN LA CALIDAD DE LA IMPRESIÓN OFFSET

2.1 PAPEL Y CARTÓN

El papel y el cartón son los elementos de mayor trascendencia de la impresión offset, ya que de ellos depende la mayor parte de la calidad de la misma; siendo éste un motivo importante para conocer su procedencia y preparación.

2.1.1 FABRICACIÓN

El proceso de fabricación del papel es bastante complejo y está compuesto por una serie de operaciones que empiezan con la tala de árboles, preparación de la madera, elaboración de pastas y otros tratamientos sobre la pulpa que proporcionan las principales características del papel obtenido.

2.1.1.1 FIBRAS PAPELERAS

La fuente de materia prima de mayor importancia en la fabricación del papel son las fibras papeleras, de las cuales la más utilizada en la actualidad es la que se extrae de la madera, y se utilizan en menor escala las que proceden del bagazo y las pajas

Clasificación de fibras papeleras

- Fibras vegetales: fibras de madera; resinosas y frondosas. Dentro de las resinosas; el pino, el abeto y las piceas. Dentro de las frondosas; el abedul, el chopo, el bambú, el esparto, etc.
 - Fibras liberianas; el lino, el cañamo, el yute, el ramio, etc.
 - Haces vasculares de monocotiledoneas; las pajas, el trigo, la avena, la cebada, el centeno, el bagazo, etc.
 - Fibras de fruto; el algodón, kapok, el coco, etc.
 - Fibras de hojas; abacá, sisal, farmio, la piña, etc.
- Fibras animales: las más comunes son: la lana, la seda, etc.
- Fibras minerales: las más comunes son; el amianto, el vidrio, etc.

- Fibras artificiales: las fibras artificiales más comunes; el rayón, etc.
- Fibras sintéticas: las fibras sintéticas más comunes; el poliamida (nylón), las poliacrílicas (orlón), el poliéster (dacrón), etc.

Debido a que las fibras de madera son las de mayor importancia en la fabricación del papel, se analizará su composición fundamental, de la cual dependen ciertas propiedades físicas y mecánicas del papel.

La composición de cualquier porción de madera contiene tres componentes químicos principales: la celulosa, las hemicelulosas y la lignina. Al conjunto de las dos sustancias primeras, se les denomina holocelulosa.

Además, se encuentran en la madera pequeñas cantidades de materiales minerales y cantidades apreciables de una gran variedad de sustancias susceptibles de ser extraídas con agua o con disolventes orgánicos neutros, tales como el alcohol-benceno, éter, etc.

Estos componentes son los llamados materiales solubles, extractos o componentes secundarios, que incluyen taninos, materiales colorantes, aceites, esencias, grasas y otros como los ácidos grasos, ácidos resínicos, hidratos de carbono soluble, ceras, gomas, etc., los cuales van a depender directamente del tipo de madera, y éstos son los causantes directos del color, olor, y otras propiedades similares en las fibras.

De una manera general, puede considerarse que la madera está constituida como se indica en el cuadro siguiente:

| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|
| | | HOLOCELULOSA 72 % | | |
| EXTRACTOS O MATERIAS SOLUBLES 6 % | LIGNINA 22 % | HEMICELULOSAS 12 % | CELULOSAS Y HEMICELULOSAS 22 % | CELULOSA 38 % |
| | | | CELULOSA CROSS-BEVAN 60 % | |
| 100 % | | | | |

A) CELULOSA

Es el componente principal de la madera; se encuentra en ella, en una proporción variable del 45 al 58 %. La celulosa es el componente orgánico más abundante en la naturaleza. Este componente es un hidrato de carbono blanco y de estructura fibrosa muy estable, insoluble en agua y en los disolventes orgánicos neutros; químicos.

La forma natural más pura de la celulosa es el algodón que contiene más del 90 %.

En las fibras de madera se estima que del 50 al 60 % de la celulosa está cristalizada; el resto está en estado amorfo (celulosa gamma), pero cada una de ellas proporciona a la fibra propiedades complementarias; la parte cristalizada da la resistencia a la rotura, la parte amorfa permite el alargamiento, la flexibilidad y el hinchamiento.

Dentro de las propiedades físicas que la celulosa proporciona a las fibras de papel están: la absorción y fijación del agua, opacidad, resistencia a la tracción y buena elasticidad.

B) HEMICELULOSA

Este componente está formado de cadenas ramificadas generalmente en estado amorfo; son solubles en la sosa al 17.5 % de concentración, no se precipitan en presencia del ácido acético. Las hemicelulosas tienen un fuerte poder adherente y son ellas las que favorecen el poder de adhesión de las fibras en el papel.

C) LIGNINA

Después de la celulosa, la lignina es el componente más abundante en la madera, que se encuentra en un promedio del 22 % de la misma. La lignina constituye la mayor parte de la laminilla media que rodea y cementa entre sí las fibras, vasos y traqueidas de la madera, que proporciona resistencia y elasticidad a las fibras.

La lignina puede aislarse de la madera por extracción con alcoholes en presencia de catalizadores como el fenol, metanol, etc.

D) EXTRACTOS

Se considera como extractos a todas aquellas sustancias de la madera que no forman parte de la pared celular propiamente dicha. Se extraen con agua o con disolventes orgánicos como el alcohol, éter, benceno, etc.

La presencia de extractos en la madera afectan la cocción, coloración, el estado de limpieza de la pasta, la aptitud al blanqueo y otras características.

2.1.1.2 PREPARACIÓN DE LA MADERA

Previo a la fabricación de las pastas que son la base para la elaboración del papel, es necesario que se prepare la madera adecuadamente, para ello es indispensable hacer las siguientes operaciones:

A) TRANSPORTE DE LA MADERA

El transporte al lugar donde la madera va a ser almacenada o utilizada, puede realizarse de diferentes formas según sea conveniente; por medio de ferrocarril, barco, camión o fluvial; hay ocasiones en que estos transportes resultan demasiado costosos para distancias grandes, en cuyo caso es más económico transportarla en forma de astillas.

B) ALMACENADO

En ocasiones, es necesario mantener un inventario de madera para poder sufragar inmediatamente las necesidades y requerimientos de la procesadora, teniendo en cuenta que las condiciones de almacenaje sean adecuadas, para que dicha madera quede aislada de plagas e insectos que la puedan dañar.

C) CORTADO

Cuando la madera se presenta en troncos, es necesario darle cortes, para lo cual se utilizan generalmente sierras circulares múltiples.

D) DESCORTEZADO

Esta operación es de gran importancia y principalmente consiste en eliminar la corteza que no contenga elementos fibrosos, de lo contrario, se produciría un consumo excesivo de los reactivos químicos en el caso de la elaboración de pastas químicas y se presentarían puntos negros en las hojas de papel obtenidas por medio de pastas mecánicas.

E) TROCEADO

Al igual que el descortezado, el troceado es una operación imprescindible, en la cual se regula el tamaño adecuado de los trozos a que se van a utilizar en la fabricación de la pasta (aproximadamente unos 60 Cms.).

Cuando se trata de pastas químicas, el tamaño de los trozos, afecta directamente la impregnación de los reactivos en el lejiado.

2.1.1.3 FABRICACIÓN DE PASTAS

El objetivo de la fabricación de pastas, es convertir las materias primas fibrosas en una pasta, la cual llega a constituir, después de efectuar algunas transformaciones, el papel.

Se busca obtener pastas con características adecuadas al uso que para ella se designe, con la aplicación de un mínimo de energía mecánica, química o calorífica de tal forma, que permita obtener un máximo rendimiento.

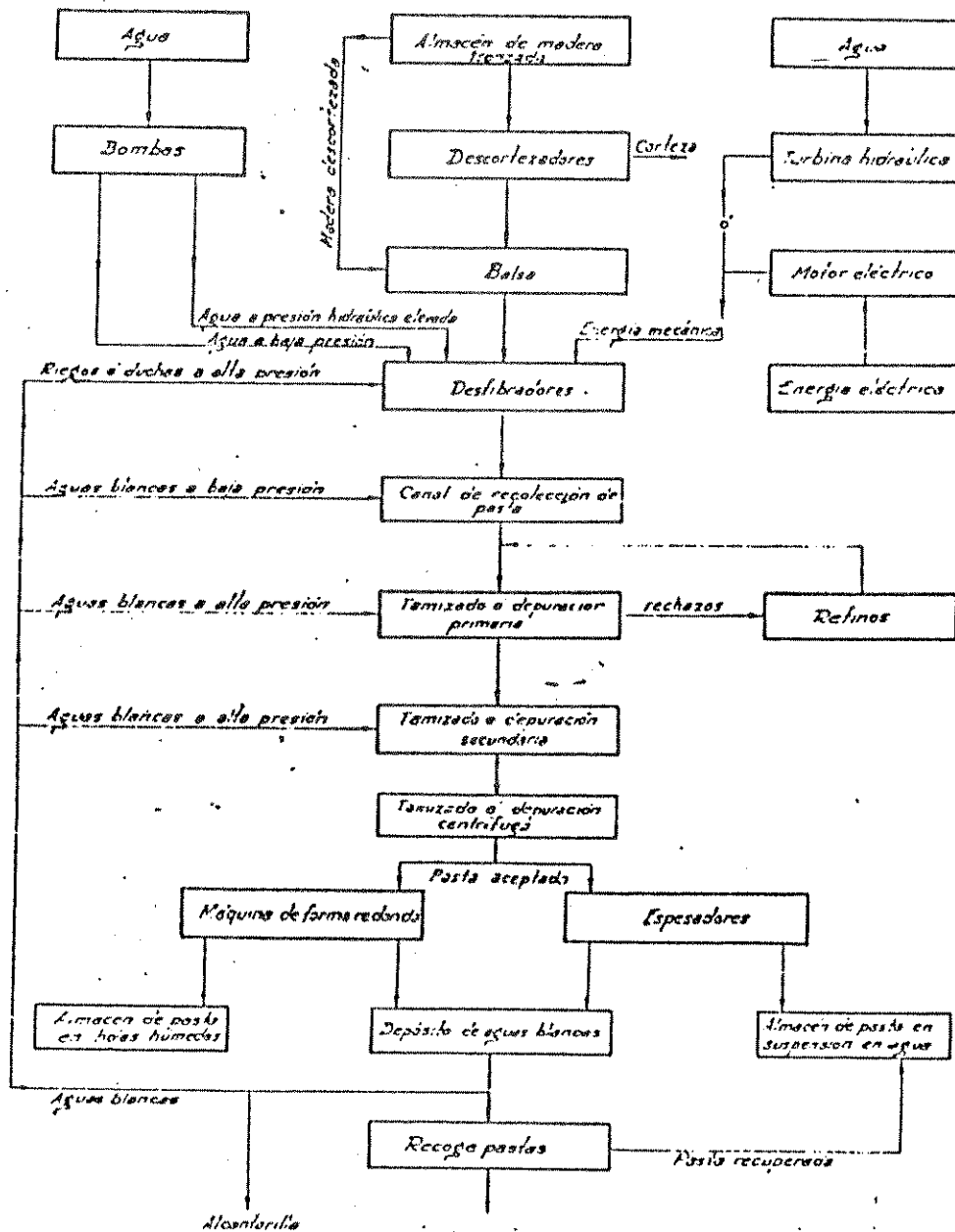
Las pastas papeleras principalmente pueden clasificarse en tres grupos; de acuerdo con el tipo de aislamiento de las fibras que utilice:

- A) Pastas mecánicas
- B) Pastas químicas
- C) Pastas semi-mecánicas

A) PASTAS MECÁNICAS

La pasta mecánica se obtiene en el proceso de desfibrado, el cual se realiza principalmente por una muela con superficie abrasiva que se comprime contra la madera que ha sido convenientemente preparada; de esta forma se separan las fibras, haces fibrosos y finos de la madera, los cuales vienen a constituir la pasta mecánica.

Fig. 2.1 Esquema del proceso de fabricación de una pasta mecánica



Las pastas mecánicas cuentan con las siguientes ventajas; bajo precio y alto rendimiento; dentro de sus principales propiedades, se pueden mencionar alto volumen específico, alta opacidad, buena estabilidad dimensional y alto poder absorbente.

Los inconvenientes de las pastas mecánicas son que no pueden refinarse, tienen baja resistencia de la hoja en estado húmedo, a la tracción, al estallido, al plegado y al desgarro, y poca estabilidad de la blancura especialmente en presencia de calor y luz.

Generalmente la pasta mecánica se utiliza para la fabricación de papel periódico y para mezclarla con otras pastas, de las cuales pueda fabricarse otros papeles más finos y de mayor calidad.

B) PASTAS QUÍMICAS

Las pastas químicas se clasifican según el proceso que se utilice para su obtención, los más comunes son: el proceso al bisulfito y el alcalino.

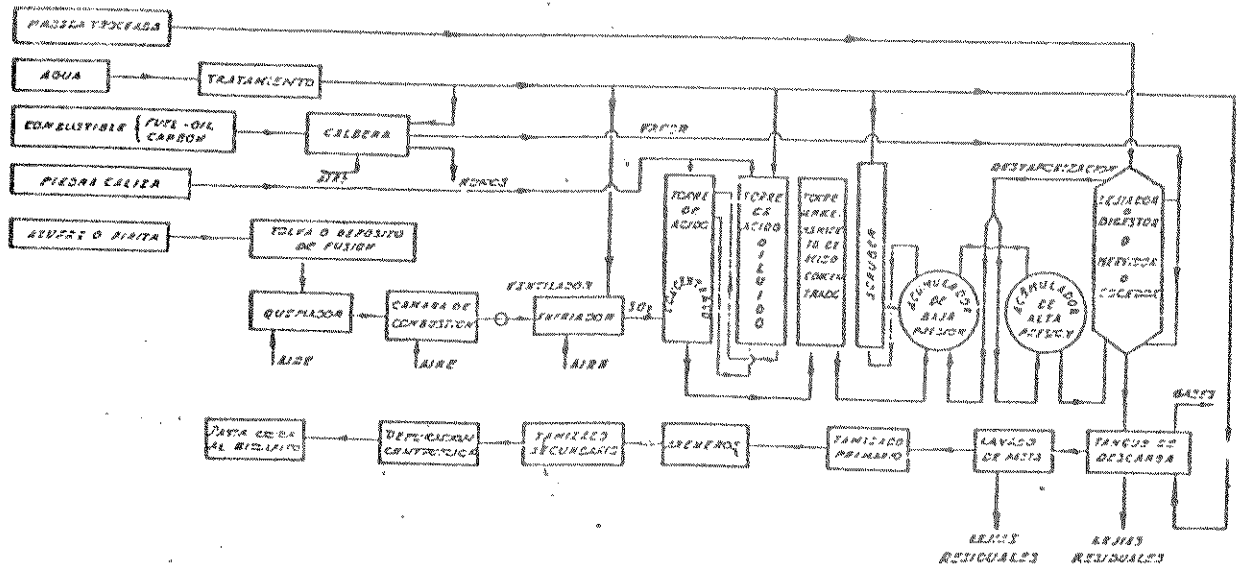
El proceso al bisulfito consiste en la acción del anhídrido sulfuroso y el bisulfito cálcico sobre las astillas, las cuales nunca llegan a tener un tamaño mayor de 25 mm.

La lejía al bisulfito, disuelve completamente la lignina que es un contaminante para las pastas químicas, hidroliza y disuelve las hemicelulosas de cadena corta. Para la preparación de estas pastas, se aplica un tratamiento termoquímico, en el cual la temperatura de cocción no debe elevarse más de los 150 ° C. a una presión de 3 a 5 Kg/cm², con una duración de 9 a 14 horas.

El resultado de dicho tratamiento es una pasta mezclada con disolución de ácidos lignosulfónicos, la cual se envía a unos difusores donde se lava, para que sea tamizada con el fin de separar las partículas de madera no atacadas (crudas); luego se muele separándola de granos de arena y de otras impurezas que pueda contener para tamizarla nuevamente; los desechos obtenidos en este último tamizado se refinan con el fin de reducir los desperdicios. Los líquidos procedentes de la cocción se denominan **soluciones negras** y se concentran para su desecho en la mayoría de los casos.

La pasta obtenida según el procedimiento anteriormente descrito, se diluye a una concentración conveniente para la fabricación del papel.

Fig. 2.2 Esquema del proceso de fabricación de una pasta química al bisulfito.



El proceso alcalino, al igual que el proceso al bisulfito, también se utiliza para el preparado de la pasta un tratamiento termoquímico, con la diferencia que en el proceso alcalino, la Sosa es la que actúa sobre la lignina para hacerla soluble.

2.1.1.4 OBTENCIÓN DEL PAPEL

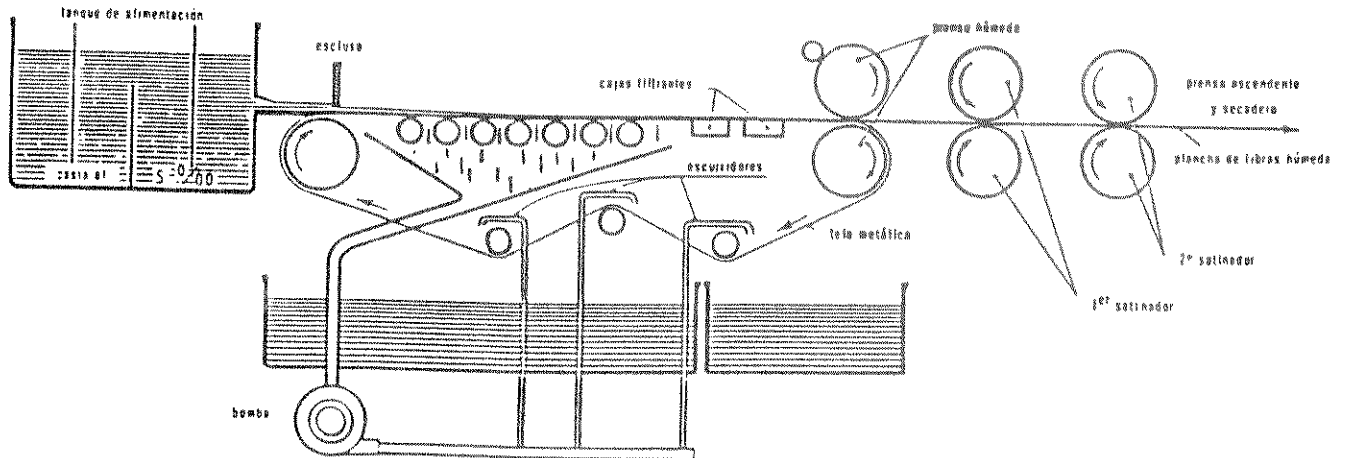
El papel se obtiene de las diferentes pastas que se han mencionado anteriormente, las cuales pueden ser empleadas solas o en mezcla.

En uno y otro caso, se coloca la pasta con agua en una cuba alargada de extremos redondeados, llamada batidora u holandesa, donde la masa sufre un intenso batido y es obligada a pasar entre láminas móviles y fijas de un rodillo. Según la duración e intensidad de este tratamiento, así como según sea la clase de fibra, se obtienen distintas clases de papel.

En la batidora, se añaden los rellenos y los colorantes; también se practica el encolado que impermeabiliza el papel. Desde las batidoras, donde hay una concentración aproximada del 6 %, la pasta se lleva a una mezcladora, donde es diluida al 3 % y algunas veces mezclada con otros tipos de pasta. Cuando se desea obtener un papel de buena calidad, se hace pasar la pasta batida y mezclada con los ingredientes necesarios, por la afinadora, que es un tipo especial de batidora. La pasta se diluye a una concentración que varía entre 1 y 0.5 % y luego pasa a la máquina de papel la cual está formada de un tanque de alimentación provisto de placas de separación para evitar los remolinos, a la salida del tanque hay una esclusa que regula la cantidad de pasta que va a entrar en la máquina. A continuación, hay una tela metálica sin fin a través de la cual se filtra la mayor parte de agua de la pasta, en tanto que las fibras son detenidas. Para activar el escurrimiento del agua, se colocan unas escurridoras o cajas filtradoras debajo de la malla metálica en el lugar donde el escurrimiento por simple gravedad ha llegado.

Algo más allá de las escurridoras, la plancha de fibras es prensada entre dos rodillos húmedos (prensa húmeda), la plancha nuevamente es prensada entre dos pares de rodillos secos. Ya no queda pendiente más que el secado, que se realiza haciendo pasar la hoja sobre unos cilindros calentados con vapor. El conjunto de estos últimos cilindros constituyen el secadero. A la salida del secadero, la hoja queda dispuesta para ser utilizada y se enrolla en una embobinadora.

Fig. 2.3 Esquema de una máquina de fabricación del papel



Adicionalmente a la fabricación del papel, existen tratamientos tanto dentro del proceso como fuera de él, que proporcionan características especiales a los papeles.

El refinado es un tratamiento mecánico aplicado a las fibras en contacto con agua; el objetivo es provocar un acortamiento de las fibras, y lograr una hoja mejor afieltrada, más homogénea y con mayor resistencia.

La aplicación de este tratamiento hace que se incremente el volumen específico y la flexibilidad plástica, queda como resultado que mejoren las propiedades mecánicas del papel.

La adición de cargas es otro tratamiento que se hace con el objeto de llenar en mejor medida los espacios de aire existentes entre las fibras del papel. Esto se logra incorporando a la suspensión pigmentos inorgánicos o sintéticos. Cuando menos refinadas están las fibras, existen más poros o espacios vacíos que conviene llenar con las diferentes cargas que existen, de las cuales comúnmente se utilizan; el caolin, el carbonato cálcico, talco y silicatos.

Las ventajas de cargar un papel son mejorar la textura, que es importante para papeles que se utilicen en ediciones de calidad. Mejorar la imprimibilidad y evita el traspasado; las cargas controlan efectivamente la penetración por capilaridad de las tintas. Mejorar la opacidad, para evitar que la impresión de una cara pueda verse por la otra; esto es de gran importancia en papeles de bajo gramaje.

Las desventajas de cargar un papel son: baja en la maquinabilidad; es importante señalar que la adición de cargas produce un bloqueo de puntos de enlaces interfebriles, que causan una mala maquinabilidad e incremento en la abrasividad.

El encolado es un proceso que le comunica al papel cierta resistencia a la penetración de los líquidos; este se consigue añadiendo cola de resina a la suspensión de pasta y se hace precipitar ésta sobre las fibras en el proceso de fabricación.

El estucado es un tratamiento que se da al papel una vez formado éste y puede darse tanto en máquina como fuera de ella; el estucado pretende ofrecer una superficie de impresión sintética, de la cual el papel es el soporte. Antes del desarrollo de este tratamiento, las velocidades de impresión, la finura de las tramas y la precisión en el ajuste de los colores, estaban limitados por la heterogeneidad de la superficie del papel.

El estucado mejora el grado de blancura, la opacidad, la regularidad en la porosidad, la absorción, el brillo, la aptitud al calandrado y la resistencia al arranque superficial.

2.1.2 DEFINICIÓN DEL PAPEL Y SU USO

El papel se define como una hoja constituida principalmente de fibras celulósicas de origen natural, artificial (sintético) y mineral. Las fibras son afieltradas y entrelazadas.

El uso del papel va relacionado con el tipo; existe una gran gama de papeles de los cuales se pueden mencionar: papel moneda (billetes), papel couche (revistas, etiquetas, afiches, fotograbados, calendarios, etc.), papel reactivo (para identificar reacciones químicas), papel engomado (sellos, timbres, calcomanías, etc.), papel fotográfico (fotos), papel kraft (empaque), etc.

2.1.3 DEFINICIÓN DEL CARTÓN Y SU USO

El cartón se define como un conjunto de varias hojas superpuestas de pasta de papel, que en estado húmedo, se adhieren unas a otras por compresión y se secan después por evaporación.

El uso de mayor importancia del cartón es en la industria de empaque; el cartón tiene la propiedad de ser más rígido que el papel.

2.1.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PAPEL O CARTÓN

2.1.4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Estas características son aquellas que dependen de la estructura física del papel o cartón y generalmente están relacionadas con la resistencia, rendimiento y la imprimibilidad que ofrecen.

A) CARAS DEL PAPEL

En las máquinas convencionales que fabrican el papel, se obtiene un papel cuyas dos caras no son idénticas. La cara en contacto con la tela metálica de la máquina recibe el nombre de cara tela o cara inferior, y la cara opuesta recibe el nombre de cara fieltro o cara superior.

La diferencia entre ambas caras nace fundamentalmente en que la cara tela es la más cercana a los elementos desgotadores, por lo que las cargas y los finos, presentes en la suspensión de pasta que entra en la tela de formación, son extraídos con mayor facilidad y extensión en esta cara que en la opuesta. La cara tela contiene menor

proporción de carga y un encolado en menor grado que la cara fieltro. En la cara tela, se acumula pasta mecánica y junto con los huecos que dejan las cargas, se origina un color más oscuro que la cara fieltro.

B) DIRECCIÓN DE FABRICACIÓN

En el papel, hay que distinguir dos direcciones; la dirección longitudinal o dirección de máquina y la dirección transversal, que corresponde al ancho de la máquina del papel.

En la dirección longitudinal, es donde se encuentran orientadas las fibras del papel; este conocimiento es muy importante para el proceso de impresión, engomado, barnizado y otros similares. El sentido del hilo es donde se encuentra la máxima resistencia y el mínimo alargamiento.

C) GRAMAJE

Para conocer el peso de un papel, se utiliza el gramaje, que es el peso expresado en gramos de un metro cuadrado de papel, su dimensional es (g/m^2). La determinación del gramaje esta normalizada y una de las normas que lo comprenden es la UNE 57-014. Es importante señalar que las determinaciones del gramaje deben realizarse en idénticas condiciones ambientales para no tener diferencia de valores. La norma UNE 57-001 estipula las condiciones ambientales de 20 ± 2 °C. de temperatura y una humedad relativa de 65 ± 2 %.

D) ESPESOR

Es la dimensión en la dirección perpendicular al plano del papel, que también es comúnmente denominado como calibre.

El espesor depende de la composición fibrosa del refino y del tratamiento mecánico impartido al papel después de su fabricación, como es el calandrado. Un espesor uniforme es esencial para conseguir una buena impresión.

E) VOLUMEN ESPECÍFICO

Su definición, según la norma UNE 57-008, es igual numéricamente, al volumen en centímetros cúbicos que ocuparía un gramo de papel considerado en hojas superpuestas; su dimensional es (cm^3/g). y queda definido por la

expresión matemática siguiente:

$$V_e = E(\text{mm}) \times 1000 / G (\text{g/m}^2)$$

donde;

V_e Volumen específico (cm^3/g)

E Espesor o calibre (mm)

G Gramaje (g/m^2)

En general, los papeles que no están calandrados presentan valores de volumen específico superiores a la unidad; los papeles pluma y secantes presentan valores de 2.5 a 2.8 y son muy voluminosos; un papel satinado se encuentra entre 1.0 y 1.1 y el papel prensa, entre 1.2 y 1.4.

El inverso del volumen específico es el peso específico o más propiamente la densidad aparente. Su dimencional es (g/cm^3) y no es más que el peso expresado en gramos de un centímetro cúbico de papel. La densidad del papel depende de la compactación de la fibras y aumenta con el refinado y con el satinado.

F) POROSIDAD

El papel es un material altamente poroso, como se deduce de su bajo peso específico (0.5 a 0.8). Un papel normal contiene hasta un 70 % de aire, lo que se debe a la presencia de poros reales, que son aberturas que van de cara a cara de la hoja; cavidades: son aberturas en una sola de las caras de la hoja y oquedades: son espacios ocupados de aire y no tienen salida en ninguna de las caras del papel. Los poros reales no son ni siquiera el 2 % de la fracción de aire contenida en el papel; esto explica, que un papel es resistente a las grasas, aun conteniendo un 40 a 45 % de aire. La porosidad es una característica importante en los papeles de impresión, ya que influye sobre la absorción de las tintas, así como para los papeles resistentes a las grasas y aceites.

2.1.4.2 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Dentro de las características mecánicas, se incluyen determinadas propiedades del papel que de alguna forma dan idea de la resistencia del mismo. La resistencia es muy importante, porque el papel muy amenudo se utiliza en condiciones en las que debe soportar cierta presión.

A) RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La resistencia a la tracción es una medida de la resistencia del papel sometido a un esfuerzo directo de tracción. Se define como la fuerza necesaria para romper una tira de papel de una longitud y anchura especificadas, a la cual se le denomina carga de rotura.

La resistencia a la tracción de un papel es siempre mayor en el sentido longitudinal que en el transversal, debido a la mayor orientación de las fibras. Un término de mayor importancia es la longitud de rotura, la cual relaciona la carga de rotura con el gramaje, el cual permite realizar comparaciones entre papeles distintos; ésta puede definirse por medio de la fórmula siguiente:

$$L_r = C_r \text{ (Kgf)} \times 200,000 / G \text{ (g/m}^2\text{)} \times 3$$

donde;

- L_r Longitud de rotura (m)
- C_r Carga de rotura (Kgf)
- G Gramaje (g/m^2)

B) ALARGAMIENTO

El alargamiento es la distorsión que sufre un papel sometido a un esfuerzo de tracción. El alargamiento es mayor en el sentido transversal del papel que en el sentido longitudinal.

C) RESISTENCIA AL DESGARRO

La resistencia al desgarro se define como la fuerza requerida para continuar el desgarro iniciado en una hoja de papel en condiciones específicas. La resistencia al desgarro es mayor en la dirección transversal del papel.

Un aumento de humedad en el papel hace que la resistencia a la tracción disminuya, mientras que la resistencia al desgarro aumenta levemente.

El refino, debido a que provoca un acortamiento de fibras en el papel, hace que la resistencia al desgarro disminuya.

D) RESISTENCIA AL PLEGADO

Ésta se define como el logaritmo decimal del número de dobles dobleces requeridos para originar la rotura del papel ensayado, bajo un esfuerzo de tracción. La resistencia al plegado aumenta con el refino, pero si éste se prolonga excesivamente, comienza a disminuir.

Una resistencia al plegado baja puede indicar que la longitud de la fibra del papel es demasiado corta, o que se trata de un papel quebradizo. Un excesivo encolado superficial vuelve el papel más quebradizo, por lo cual reduce su resistencia al plegado.

2.1.4.3 CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

En los papeles de impresión, las características ópticas tienen una gran importancia. Estas quedan determinadas por la forma en que refleja, transmite o absorbe la luz que incide en el papel.

La luz blanca está formada por un espectro de radiaciones electromagnéticas, que abarcan longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 milimicras. Los componentes de la luz blanca son: violeta (400 a 430 milimicras), azul (430 a 485 milimicras), verde (485 a 570 milimicras), amarillo (570 a 590 milimicras), anaranjado (590 a 610 milimicras) y el rojo (610 a 700 milimicras).

Las radiaciones con longitud de onda inferior a 400 milimicras constituyen la luz ultravioleta y las superiores a 700 la luz infraroja; ambas son invisibles al ojo humano.

Cuando la luz incide y luego es reflejada en el mismo ángulo de incidencia, se dice que hay una reflexión especular y se lleva a cabo en la parte más externa de la superficie.

En el caso de una superficie mate, la luz penetra más allá de la superficie, donde se dispersa en todas direcciones y emerge en forma de luz difusa. Al iluminar dirigiendo un haz de luz a unas hojas de papel, se tienen como resultado los efectos siguientes:

| | | | |
|-----|-------------|-----------|------------------------|
| LUZ | REFLEJADA | Especular | 0.2 A 0.6 % brillo |
| | | Difusa | 50 a 70 % opacidad |
| | ABSORBIDA | | 10 a 40 % color |
| | TRANSMITIDA | | 5 a 10 % transparencia |

A) **COLOR**

El color es una característica óptica que queda definida por medio de una impresión sensorial; su medida por el ojo humano depende de la distribución energética de la luz que llega a él. La distribución de energía espectral de la luz reflejada por un objeto coloreado, se determina multiplicando la cantidad de energía presente en la fuente luminosa, en cada longitud de onda, por la fracción de luz incidente reflejada en la longitud de onda correspondiente.

El color es una característica muy importante en los papeles para impresión, ya que de éste depende que se mantengan los estándares de color definidos como una especificación de un impreso. Una falta de homogeneidad en el color del papel de impresión afecta provocando variación del color especificado.

B) **BLANCURA**

Se define como la reflectancia de una hoja de papel, a una longitud de onda de 457 milimicras, es decir en la zona azul del espectro. La blancura principalmente se utiliza para medir la efectividad del blanqueo de las pastas.

C) OPACIDAD

La opacidad del papel está dada por la cantidad total de luz transmitida (difusa y no difusa); un papel perfectamente opaco es aquel que es absolutamente impenetrable al paso de la luz visible.

La transparencia se relaciona con la opacidad y se define por la cantidad de luz que es transmitida sin dispersión. Un cuerpo perfectamente transparente es aquel que no refleja, refracta o absorbe la luz incidente, sino que la transmite.

La opacidad de un papel aumenta con el gramaje, con la superficie específica, por lo cual el refinado tiende a aumentar la opacidad de los papeles; también la adición de un colorante aumenta la opacidad, como consecuencia de la absorción de una parte de la luz por el colorante. Si un papel se impregna con parafina, se le estará reduciendo su opacidad, debido a que el índice de refracción de la parafina, está más cercano al de la celulosa que el del aire.

D) BRILLO

El brillo o lustre, es la característica óptica que presentan los papeles al reflejar la luz especularmente en su superficie. El brillo de un papel está directamente relacionado con el índice de refracción del papel, el cual determina la cantidad total de luz reflejada, con el grado de lisura óptica de la superficie del papel, que da la relación entre la luz reflejada especularmente y la luz total reflejada.

2.1.4.4 CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

A) RUGOSIDAD

Cuando se habla de rugosidad de un papel quiere decir que existen en su superficie numerosos valles, hendiduras, etc. El radio de estas hendiduras oscila entre las 10 y 100 micras; existen también unos huecos mucho más pequeños llamados poros, cuyo radio es menor de 10 micras. La rugosidad del papel afecta el brillo de la impresión.

B) COMPRESIBILIDAD

El papel es una sustancia formada por una red de fibras entre las cuales se halla encerrada una gran cantidad de aire. Al ser impreso y sometido al esfuerzo de la prensa, el papel se comporta de manera similar a un colchón, que se comprime para volver a su estado primitivo al desaparecer la presión.

2.2 PLANCHAS LITOGRAFICAS

Las planchas litográficas también denominadas placas, constituyen un elemento de mucha importancia en la calidad de la impresión offset, ya que éstas la afectan directamente.

2.2.1 DEFINICIÓN Y USO

La plancha litográfica es un elemento generalmente de base metálica y recubierto con una sustancia química sensibilizada. Estas planchas principalmente presentan dos superficies; una que es receptora de tinta y por lo tanto es la que transmite la imagen denominada superficie oleofilica y la otra receptora al agua denominada superficie hidrofílica.

Estas superficies quedan definidas, cuando las planchas se someten a un tratamiento de insolación y a un tratamiento químico.

El tratamiento de insolación consiste en hacer pasar un rayo de luz de una longitud de onda determinada (según especificación del fabricante de acuerdo con el modelo de placa utilizado), a través de un negativo o positivo con el fin de provocar una reacción entre la capa sensibilizada y la luz, de tal forma que en la plancha quede la imagen contenida en el negativo o positivo; y obtener así la superficie oleofilica.

Posteriormente se aplican productos químicos que reaccionan con la capa sensibilizada restante, que da como resultado la superficie hidrofílica; comúnmente a este tratamiento se le denomina procesado de la plancha.

Una vez que la plancha tenga perfectamente definida ambas superficies, estará lista para su montaje en la unidad impresora, donde hará contacto con cuatro rodillos tinteros, el cilindro porta mantilla y los rodillos mojadores o humectantes. Los rodillos humectantes proporcionan a la plancha la solución mojadora, la cual va adherirse a la superficie hidrofílica y los rodillos tinteros proporcionan la tinta, la cual se adhiere a la superficie oleofilica de la plancha, luego ésta hace contacto con la mantilla a la cual transfiere la imagen que se desea imprimir.

La holgura entre los cilindros portamantilla y portaplaca está calibrada de tal manera de aplicar una presión uniforme, para evitar un desgaste prematuro de la plancha o daño a la mantilla.

2.2.2 PROCESADO

El procesado de las planchas litográficas varia según el tipo de plancha utilizado, el tiempo de exposición, la máquina insoladora y los químicos utilizados en el revelado, etc. Consiste básicamente en colocar el elemento matriz (positivo o negativo), sobre un marco en el cual se debe asegurar para que se efectue el vacío entre la cara sensibilizada de la plancha y la película. Un cronómetro controla la duración de la exposición encendiendo y apagando la fuente de luz que hace que se realice la insolación. Luego se rompe el cierre del vacío y se hace volver el respaldo a la posición sin contacto; las posiciones relativas del portapelícula y el respaldo son entonces cambiadas la una con respecto a la otra, de manera que la película y la plancha estén en la debida posición para la siguiente exposición si la hubiere. Cuando la copia se hace en un marco neumático que no realiza repeticiones, es necesario hacer un fotomontaje a mano, el cual se coloca y se expone como si se tratase de la primera exposición.

Una vez la plancha está completamente insolada, se debe revelar para que pueda montarse en la prensa; se utiliza una sustancia reveladora la cual disuelve el recubrimiento que no fue insolado, luego se aplica un baño de agua caliente, posteriormente se aplica una sustancia fijadora y nuevamente se lava, para que por último se le aplique una sustancia conservadora; ésta protege la plancha del medio ambiente e impide que se oxide.

2.2.3 TRATAMIENTOS ESPECIALES

En ocasiones, se hace necesario darle algún tratamiento especial a las planchas con el objetivo de mejorar algunas de sus propiedades.

2.2.3.1 GRANEADO

Este es un tratamiento mecánico, que lo aplica el fabricante de planchas y consiste en formar una serie de valles y crestas microscópicas, en la superficie de la plancha, con el objetivo de aumentar la propiedad de hidroscoicidad.

2.2.3.2 TERMO-DURO

El termoduro es un tratamiento que consiste principalmente, en hornear la plancha después de insolarla a una temperatura y durante un tiempo determinado por el tipo de plancha que se trate; con el fin de endurecer la sustancia insolada para que se aumente su resistencia al desgaste por abrasión que sufre en la prensa, y proporciona así una plancha con mayor rendimiento.

2.2.4 TIPOS DE PLANCHAS

Hay varias formas de diferenciar una plancha de otra; por el tipo de material (aluminio, bronce, acero, papel, plástico, etc.), por el tipo de matriz, por el tipo de impresión, etc; la forma de diferenciar la planchas más común es según el tipo de matriz que se utilice para insolarlas.

2.2.4.1 PLANCHAS NEGATIVAS

Estas planchas son muy utilizadas en la industria de las artes gráficas, principalmente para tirajes relativamente cortos. Para su insolado, utilizan un negativo como matriz.

Las planchas negativas son fáciles de corregir y de un revelado más rápido que las positivas, siempre y cuando no se les aplique el tratamiento de termoduro.

2.2.4.2 PLANCHAS POSITIVAS

Este tipo de planchas generalmente se utilizan para tirajes largos o para trabajos que se repiten con mucha periodicidad; para su insolado utilizan como matriz un positivo. Las planchas positivas permiten un mejor control de registro y tienen más flexibilidad particularmente en medios tonos y claros, que las planchas negativas.

2.2.5 CARACTERÍSTICAS

Las principales características de las planchas dependen de su tipo.

2.2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANCHAS NEGATIVAS

A) PLANCHAS WIPE-ON

Este tipo de plancha se recubre de una solución sensibilizada, la cual se aplica por medio de rodillos a una placa graneada de aluminio, generalmente este tratamiento lo aplica el mismo impresor; su tiraje está limitado a unas

50,000 impresiones como máximo. El tipo de plancha denominada Aditivo, es de similares características, con la diferencia de que el fabricante las sensibiliza; generalmente son utilizadas en prensas pequeñas.

B) PLANCHAS FOTOPOLIMERAS

También son llamadas sustractivas, son de aluminio que ha sido tratado y sensibilizado con fotopolímero o diazo, y barnizadas con laca por el fabricante. Éste es un buen tipo de planchas muy resistentes, dan muy buena calidad de impresión y generalmente sirven para tirajes de 50 a 250 mil impresiones.

C) PLANCHAS BIMETÁLICAS

Estas planchas también son llamadas de metal duro; la imagen en este tipo de planchas se forma en cobre, el cual ha sido electroplateado en la base, la cual puede ser de aluminio o acero suave barnizado con cromo.

La imagen es formada al exponer la capa de barniz de bicromato a través de un negativo. Al procesar la placa, las áreas que no fueron expuestas son disueltas y el cobre queda expuesto y mordido, mientras tanto la imagen es protegida por el bicromato, el cual será removido más tarde, la placa es protegida con tinta y finalmente engomada. Este tipo de placas es usada principalmente para tiros largos de más de 250 mil impresiones.

2.2.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANCHAS POSITIVAS

A) PLANCHAS PRESENSIBILIZADAS

Este tipo de planchas consiste de una clase de compuestos químicos (sensibles a la luz), los cuales después de ser insolados pueden ser disueltos en soluciones semi-alcálinas. La parte que no fue insolada y que por supuesto no reaccionó con la solución será el área receptora a la tinta. Los compuestos que forman la emulsión son mezclados con polímeros tales como el polivinilo de acetato, los cuales son usados para mejorar la durabilidad de la plancha entre otras cosas. Por lo general, una buena plancha positiva tiene la base de aluminio anodizado.

Si se quiere prolongar la vida de este tipo de planchas, se les puede aplicar termoduro.

B) PLANCHAS DEEP-ETCH

Este tipo de planchas fue por un tiempo lo máximo

en calidad para tiros largos. En el presente es obsoleta, además de que varios factores influyeron para su casi total desaparición, tales como; ausencia de mano de obra para fabricarla, falta de personal calificado para procesarla, graneadores especiales y el uso de algunos químicos que han sido prohibidos por ser altamente contaminantes.

Este tipo de plachas pueden producir una gran variedad de tonos, muy buena calidad de impresión, facilidad para imprimir y una gran durabilidad, la cual es difícil de superar por otro tipo de plachas.

C) PLANCHAS POSITIVAS BIMETÁLICAS

Estas también se llaman de metal-duro, generalmente consisten en una superficie de cromo la cual ha sido electroplateada sobre el cobre, el cual a su vez ha sido plateado sobre una base de aluminio, o acero suave. En Europa el bronce es usado en lugar de cobre, que produce así, plachas de larga durabilidad.

Este tipo de plachas son emulsionadas con una goma o base de bicromato y se procesan en forma similar a las deep-etch; las más populares son las plachas cobre o aluminio, presensibilizadas positivas. Las plachas de metal duro tienen una imagen duradera y áreas sin imagen que permiten tirajes largos de calidad uniforme, son utilizadas en tirajes mayores al medio millón de impresiones. Uno de los problemas que se enfrenta con este tipo de plachas, es el alto grado de contaminación de los químicos que se utilizan para procesarlas.

2.3 TINTAS LITOGRAFICAS

Las tintas litográficas han evolucionado grandemente en la industria de la impresión, y han dejado obsoleta la fórmula básica que consistía en la mezcla de humo negro, cola y agua. Actualmente existe una gran cantidad de tipos de tintas, en las cuales se combinan elementos químicos distintos, para lograr una tinta que pueda recubrir con un grado elevado de calidad, superficies tales como; vidrio, textiles, metales y por supuesto el papel en una gran variedad de clases.

→ La tecnología en las tintas de impresión ha logrado un gran adelanto al desarrollar tintas que se fijan por calor, de precipitación, electrostática y tintas fluorescentes, además de otros tipos. Cada nuevo adelanto en los tipos de impresión y en el empaque de los productos comerciales, plantea un reto al fabricante de tintas, tales como; eliminación de olores, resistencia al calor, a la abrasión, a los ácidos, a los álcalis y otros ataques químicos, en consecuencia cada día que pasa se diseñan nuevos tipos de tintas.

2.3.1 DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN

Las tintas son sustancias compuestas principalmente de ingredientes fluidos (vehículos), ingredientes sólidos (pigmentos) y de ingredientes misceláneos tales como; secantes, ceras, resinas, lubricantes, gomas almidones, agentes humedecedores y otros. El principal objeto de la impresión consiste en lograr colocar sobre el substrato, un pigmento coloreado, el cual permanezca fijo en él y sirva para el uso a que se le destine.

El pigmento es una materia pulverulenta que al depositarla sobre el substrato queda suelta, y es por ello necesario el empleo de determinadas resinas para su fijación, las cuales generalmente también son cuerpos duros y sólidos carentes de propiedades de extensión con la característica de disolverse en determinados aceites, que proporcionan la viscosidad necesaria para que dicha mezcla permita ser aplicada sobre la plancha litográfica en una capa uniforme y suficientemente fina.

2.3.1.1 ELEMENTOS PRINCIPALES

A) PIGMENTOS

El pigmento es un elemento que proporciona el color a la tinta; puede clasificarse en pigmentos negros (negro carbón, negro hormo y negro mineral), pigmentos blancos (opacos y transparentes) y pigmentos de color (orgánicos e inorgánicos).

Según el tipo de pigmento utilizado en la elaboración de una tinta, así se afectarán las propiedades siguientes; la gravedad específica, la opacidad, la transparencia, la insolubilidad en el agua, permanencia a la luz, resistencia al calor y a los productos químicos.

B) RESINAS

La resina se encarga de rodear el pigmento mediante una película, la cual lo protege de cualquier rozamiento y al mismo tiempo lo fija al papel. También se encarga de proporcionar el brillo a la tinta. Los principales tipos de resinas que existen son; fenólicas, alquídicas y maleicas. Las resinas fenólicas son resinas sintéticas que se obtienen por síntesis de fenol y del formaldehído, y se combinan para la formulación de tintas con colofonia (sustancia obtenida del pino). Estas resinas se presentan en estado sólido, se disuelven con aceites vegetales y minerales, y vuelven a su estado original en el momento en que dichos aceites secan por oxidación-polimerización y por evaporación.

Las resinas fenólicas proporcionan películas duras y frágiles, que es una característica indeseable en un sustrato flexible, y no deben utilizarse en la elaboración de barnices sobre impresión debido a que amarillean bajo la influencia de la luz. Estas resinas tienen la ventaja de proporcionarles gran brillo a las tintas.

Las resinas alquídicas utilizan el éter de la glicerina con el anhídrido ftálico combinado químicamente con los ácidos grasos de aceites vegetales secantes, de tal forma que estos aceites entran a formar parte del polímero de la resina, y dan como resultado un estado líquido viscoso y no sólido como las demás resinas. Estas resinas son las que mejor humectan al pigmento y poseen la característica de ser muy flexibles, lo que contribuye a proporcionar una mejor distribución de la tinta. No obstante, estas resinas también amarillean, aunque en menor proporción que las anteriores. Debido a su estado líquido la posibilidad al repinte es mayor que las resinas fenólicas y maleicas, y su rendimiento es bajo.

Las resinas maleicas son producto de una reacción de la colofonia, el anhídrido maléico y la glicerina o pentaeritrita, en proporciones adecuadas. Estas resinas su principal característica es que su tendencia a amarillear, es muy baja debido a los ácidos resínicos saturados que tienen. Se utilizan insustituiblemente para los barnices sobre impresión.

En general, los tipos de resinas pueden mezclarse de tal forma que se neutralicen los inconvenientes que cada una presentan por separado y que además se acentúe alguna característica específica que se quiera dar a la tinta. Hay que recordar que las resinas son polímeros (grandes cadenas de moléculas unidas entre sí); característica que las hacen aptas para cumplir sus funciones de película protectora y ligante.

C) DISOLVENTES

Los disolventes son sustancias utilizadas para transformar la combinación de resinas y pigmentos, en una sustancia viscosa y fluida para que pueda ser distribuida en la fuente entintadora de la unidad impresora. Generalmente se utilizan aceites vegetales y minerales.

Los aceites vegetales provienen de una reacción química de una molécula de glicerina y tres moléculas de ácidos grasos; si las tres moléculas de ácidos son iguales se denomina triglicérido simple y en caso de ser diferentes sería un triglicérido compuesto. Hay aceites vegetales como el de linaza que se extrae de la semilla del lino y tiene la característica de ser secante por lo cual es el más utilizado en la formulación de tintas litográficas.

Los aceites minerales son mezclas de hidrocarburos aromáticos y alifáticos obtenidos del petróleo, los cuales realizan una acción de disolución de las resinas. Es importante el contenido de aromáticos en el sentido que a mayor contenido, mayor poder de disolución. No obstante, si bien disuelven mejor a las resinas, también llevan consigo un ataque más drástico sobre el caucho de la unidad impresora.

En conclusión de cada elemento mencionado anteriormente, debe tomarse una porción, tal que dé como resultado la tinta requerida, como ejemplo; la fórmula aproximada para las tintas más utilizadas en la impresión offset es:
20 % de pigmento, 22 % de resinas fenólicas, 25 % de resinas alquídicas o aceites vegetales secantes, 25 % de aceites minerales, 2 % de agentes secantes y 6 % de otros agentes.

2.3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

A) LONGITUD DE LA TINTA

Es la tendencia de la tinta a formar hilos al tirar de ella; para la impresión offset es conveniente que la tinta sea larga, debido a que facilitan la transferencia de las mismas en los rodillos de las prensas.

B) TONALIDAD

Es el color de una película delgada de tinta vista en un fondo blanco, generalmente para efectos de control se califica en función de su apariencia visual.

C) TAMAÑO DEL GRANO

Es la característica por medio de la cual se conoce el grado de molienda del pigmento.

D) BRILLO Y TEXTURA

Éstas son características inherentes a la calidad de los ingredientes utilizados en la fabricación de las tintas.

E) BLANQUEADO

Es la propiedad del pigmento de colorear una base. Esta característica indica la concentración de pigmentos en la tinta.

F) DENSIDAD

La densidad de la tinta es una característica muy importante debido a que de ella depende su rendimiento.

G) TRANSPARENCIA

Es la característica de una tinta en cubrir un fondo negro. Se denomina una tinta transparente aquella donde el fondo negro se trasluce a través de la misma.

H) SECADO

El secado es la característica de una tinta que depende de la oxipolimerización de las resinas, la cual se lleva a cabo por una reacción catalítica.

2.3.3 TIPOS

Existe una gama muy amplia en tipos de tintas, de las cuales las más utilizadas en la impresión offset son: tintas fijadas por calor, por humedad, de secado rápido, de alto brillo, para periódicos, metálicas, fijadas por frío, magnéticas, etc.

Las tintas fijadas por calor requieren un vehículo compuesto de resinas sintéticas disueltas en solventes de hidrocarburos apropiados, el solvente que emplean tiene un estrecho margen de ebullición, con baja volatilidad a temperatura ambiente y alta

velocidad de evaporación a elevadas temperaturas.

Las tintas fijadas por humedad están constituidas por pigmentos dispersos en un vehículo compuesto de un mordiente insoluble en agua, pero que está disuelto a su vez en un solvente receptivo al agua. Al someter la impresión a vapor o a una fina emanación de agua, el solvente se encarga de recoger un poco de la misma, de tal forma que el mordiente insoluble en agua, se precipite fuera de la solución y sujete firmemente el pigmento al substrato que se imprime.

Las tintas de secado rápido secan por infiltración, coagulación, absorción o una combinación; los vehículos que generalmente contienen aceites y resinas, que después de que la tinta sea impresa, se separan dejando un material sólido que queda en la superficie, forman una película seca, la cual proporciona el color y además el material aceitoso penetra rápidamente en el substrato. Esta separación da como efecto un ajuste y un secado rápido.

Las tintas de alto brillo contienen resinas fenólicas modificadas y alquídicas, las cuales generalmente se usan en conjunto con aceites secantes, se obtiene como resultado, los vehículos que presentan un mínimo de penetración y un máximo brillo.

Las tintas para periódicos generalmente contienen negros de humo y como vehículo aceites minerales, los cuales se encargan de transferir los pigmentos, principalmente cuando son de color.

Las tintas metálicas consisten en una suspensión de escamas finas de metales en vehículos que sirven para adherir los polvos a la superficie que se está imprimiendo.

Las tintas magnéticas se hacen con pigmentos que pueden magnetizarse después de la impresión, los caracteres de impresión son reconocibles mediante equipos de lectura electrónica.

2.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS TINTAS

Las características de las tintas dependen del tipo de tinta; las tintas fijadas por calor han hecho posible la impresión de altos tirajes a alta velocidad y con muy buena calidad.

Las tintas fijadas por humedad son relativamente inodoras y se utilizan para la impresión de envoltorios de pan, envases de leche, envases de alimentos concentrados, vasos de cartón y otros artículos de empaque, en que se requiere rápido secado y

manejo del material impreso.

Las tintas para periódico que generalmente secan por absorción tienen una consistencia bastante fluida.

Las tintas metálicas tienen una alta brillantez y un gran lustre.

Las tintas fijadas por frío son más bien sólidas que líquidas a temperatura ambiente; tienen la ventaja de no manchar o repintar y son casi libres de pegajosidad cuando están en estado fluido. Con estas tintas, se pueden producir impresiones nítidas ya que no penetran en los poros.

Las tintas magnéticas se utilizan donde se hace necesario el reconocimiento electrónico de caracteres de imprenta, que sirvan de control. (cheques bancarios, formas comerciales, etc.).

2.4 CAUCHOS O MANTILLAS

Como se ha mencionado anteriormente, la impresión offset (impresión indirecta) hace uso de los cauchos o mantillas, los cuales se encargan de recibir la imagen de las planchas y transferirla finalmente al sustrato que se va a imprimir. La naturaleza de este tipo de impresión requiere que la superficie del caucho, tenga suficiente afinidad para transferir la mayor cantidad de tinta posible de la placa. Esta cualidad, junto a otras muchas características especiales, debe ser incluida por los fabricantes de mantillas en sus productos.

2.4.1 DEFINICIÓN Y USO

Las mantillas offset modernas, consisten principalmente en dos, tres o cuatro capas de tejido, llamadas telas, que se laminan conjuntamente con unas capas finas de adhesivo a base de caucho, para formar el soporte de la mantilla. Este soporte se recubre con sucesivas capas de caucho de color, para formar una capa de aproximadamente 0.020" (0.50 mm.), de tal forma que el espesor final del caucho se encuentre entre 0.030" (0.76 mm.) y 0.075" (1.9 mm.), que depende del número de telas utilizadas.

El proceso de fabricación de las mantillas de caucho puede resumirse en las tres etapas siguientes: La obtención de la mezcla, la producción del tejido para el soporte y la fabricación del soporte y de la superficie de caucho de la mantilla.

Una vez que las etapas anteriores se realizan, se obtienen las mantillas según las características que el fabricante les desee proporcionar.

Las mantillas se utilizan en un rodillo de la unidad impresora denominado porta mantillas, en el cual se fijan por medio de quijadas sujetadoras, de tal forma que la mantilla queda tensada sobre la superficie de dicho cilindro. En ocasiones entre la mantilla y el cilindro se coloca papel u otro material que sirva como empaque (cama), con el objeto de aumentar el diámetro del cilindro porta mantillas para que exista presión con el cilindro porta placas.

2.4.2 TIPOS

Hay una gran cantidad de fabricantes de cauchos los cada uno de los cuales cuenta con diferentes tipos, sin embargo se pueden clasificar según como sea su uso.

2.4.2.1 MANTILLAS COMPRESIBLES

La aparición de cauchos compresibles ha producido un impacto notable en el campo de la impresión offset; originalmente se concibieron para ofrecer una mayor resistencia a los aplastamientos a través de su capa cojín, con capacidad de recuperación al pasar material en exceso por la zona de contacto entre los cilindros. Además, estos cauchos crearon un nuevo estándar de calidad de impresión que anteriormente era imposible de alcanzar.

La transferencia de punto con los cauchos compresibles es exacta, y pasa la imagen de la plancha al caucho sin distorsión ni remosqueo y por ello permite una mayor calidad en la impresión.

Este tipo de mantilla tiene una característica importante cuando se le aplica presión y es que se comprime uniformemente, sin distorsión, debido a las capas que contienen millones de celdillas o poros diminutos. Los poros diminutos entre las capas del caucho se reducen en volumen debajo de la zona sometida a presión. El mismo efecto se produce en un caucho compresible sometido a un exceso de tensión y por tanto, para obtener resultados óptimos, los cauchos compresibles deben montarse con una tensión mínima, para lo cual se utiliza una llave dinamométrica que permite un control preciso de la tensión.

Además de estas características, se puede adicionar su versatilidad, ya que pueden ser utilizados para la impresión de tramas y fondos de alta calidad (incluso con impresiones mixtas), para la impresión sobre cartoncillo irregular, para papeles de distintos gramajes y acabados, sin necesidad de ser cambiados y en cualquier otra aplicación en cuanto a impresión offset se refiera.

Este tipo de mantillas resiste los aplastamientos, y en la mayoría de los casos recuperan su uniformidad original suficientemente con muy poca o ninguna pérdida de la calidad de impresión.

Cuando se utilizan cauchos compresibles se aconseja suplementar la cama de 0.002" a 0.004" (0.05 a 0.10 mm.), sobre la presión normal, por las siguientes razones:

Debido al sistema de fabricación en estos cauchos, no se produce distorsión lateral de la impresión en la zona de contacto entre los cilindros. Esta distorsión que se produce siempre en un caucho convencional, tiene una gran ventaja (aunque produce un ligero remosqueo del punto fino cuando se trabaja con presión ligera), pues ejerce un

arrastrado de la impresión de los fondos produciendo una capa uniforme de tinta.

En consecuencia, el espesor de la cama o revestimiento debajo del caucho compresible ha de ser incrementado para compensar la falta de distorsión lateral tan útil para obtener fondos perfectos. En vista de que solamente se produce una compresión vertical o radial en el caucho compresible, el resultado es tan sólo un incremento marginal en el porcentaje de ganancia de punto, por lo que el arrastrado o el remosqueo no son perceptibles.

Las capas de tejido para todos los cauchos, tanto compresibles como convencionales, son generalmente de algodón. Estos tejidos son elásticos, pero tienen una aptitud escasa para reaccionar ante la compresión; este es uno de los motivos por lo cual, después de un aplastamiento, el caucho presenta hundimientos.

Como resultado de los ensayos realizados por la Graphic Arts Technical Foundation (GAFT), revelaron que el esfuerzo entre los cilindros al introducir en la cama de un caucho compresible, un exceso de espesor de 0.005" (0.127 mm), era equivalente a 0.001" (0.025 mm) para los cauchos convencionales; lo que a grosso modo indica que el caucho compresible posee 5 veces más capacidad de compresión radial que el caucho convencional.

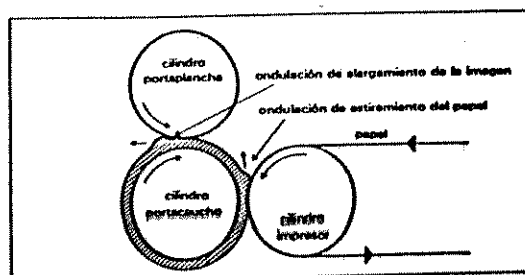


Fig. 5. Comportamiento del caucho convencional.

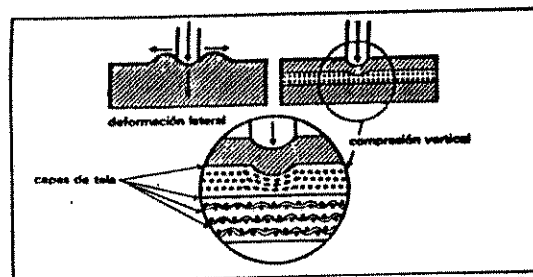


FIG. 2.4 Diferencia de comportamiento entre el caucho convencional y el compresible.

2.4.2.2 MANTILLAS DE CAMA

Muchas máquinas offset europeas y algunas americanas han sido concebidas para trabajar con dos mantillas superpuestas. De allí la creación de las mantillas de cama.

En muchos casos, el borde anterior de sujeción de la mantilla de cama se sujeta en las mismas mordazas que el caucho de impresión, mientras que por el extremo posterior no se perfora y cuelga libre en la garganta del cilindro. Esto es una práctica corriente, excepto cuando para la mantilla de cama se dispone de una barra de sujeción independiente. Algunos impresores montan la mantilla de cama, tanto en las barras de sujeción del borde anterior, como en las del borde posterior. Esto no es recomendable por los siguientes motivos; el caucho de impresión y la mantilla de cama pueden tener diferentes grados de alargamiento, dentro del máximo admitido del 2 %. y por el desarrollo de la periferia del caucho de impresión que siempre es superior al de la mantilla subyacente de cama, y si los espesores de ambos son bastante diferentes, la diferencia entre el desarrollo de las dos circunferencias será todavía mayor.

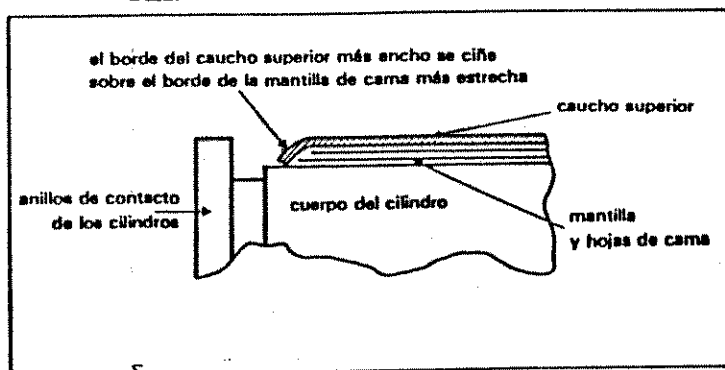


FIG. 2.5 Ejemplo del montaje de las mantillas de cama y las hojas de cama.

2.4.2.3 MANTILLAS DE SEPARACIÓN RÁPIDA

Con el incremento del uso de papeles estucados en las máquinas offset de pliegos, los fabricantes de mantillas han tenido que hacer cauchos con propiedades mejoradas de separación rápida. La mayoría de impresores

están conscientes de que un caucho duro tiene mejores propiedades de separación rápida que un caucho blando. Esto se debe al hecho de que hay menos cantidad de polímero base y una elevada proporción de cargas en el caucho de la superficie de una mantilla dura, mientras que un caucho blando es al contrario. Debido a la menor cantidad de polímero base en los cauchos duros, éstos son menos atacados por la acción del disolvente del vehículo de las tintas y de los disolventes de limpieza y por lo tanto, su superficie es menos adherente. En los últimos tiempos, los fabricantes han mejorado las propiedades de separación, mediante la incorporación de polímeros sintéticos especiales en la composición de la superficie impresora del caucho. También existen tratamientos superficiales especiales.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS

Las características esenciales que debe reunir una mantilla o caucho de impresión son:

Las telas de las mantillas deben ser fuertes y ceder al mínimo, deben poseer un cierto grado de estiramiento para que el caucho se adapte perfectamente al cilindro, ya que una mantilla mal tensada es causa de que se produzca duplicado del punto y remosqueo. Por otra parte, un exceso de tensión producido por un estiramiento, hará que se presenten irregularidades en el grueso, y provocarán zonas de impresión fallada.

El grueso de la mantilla debe ser uniforme dentro de unos límites muy bien determinados. Es muy importante medir el grueso del caucho cuando está montado en la máquina (sometido a tensión), pero desafortunadamente no se puede medir con precisión, por lo cual se utiliza una carga por compresión para simular las condiciones de máquina. La utilización de la medición de carga pasiva tiene la ventaja de que elimina la posibilidad de error humano (asentamiento del tensor). El calibrador Cady ha sido aceptado por la GAFT, como un instrumento apropiado para la medición del espesor de las mantillas.

La superficie impresora de las mantillas deben estar exentas de hoyos, agujeros y manchas que puedan afectar la calidad de la impresión; deben poseer buena elasticidad, no deben ser abrasivas y a la vez tener una dureza uniforme y suficiente para reproducir una imagen fiel. La dureza de los cauchos varía entre los 60 ° y 85 ° SHORE. Las mantillas que tienen un soporte grueso de telas y una capa de

caucho superficial fina, darán una lectura de mayor dureza que un soporte fino y una capa superficial gruesa.

Las superficies de las mantillas también deben ser lisas, aterciopeladas, sin zonas altas ni bajas y con resistencia a los vehículos de las tintas, a los disolventes de limpieza y a la penetración del barniz.

Cuando una mantilla no tiene resistencia a los ataques antes mencionados, se hincha o forma relieves en su superficie durante la impresión, de tal forma que sus dimensiones se modifican y su superficie se ablanda, y pierden todas sus cualidades necesarias para su uso.

Las mantillas también deben ser receptivas a las tintas, tener resistencia a la exfoliación, a la formación de relieves y depresiones, al glaseado y a la pegajosidad. Deben tener buena transferencia de tinta y fácil separación del papel.

Las mantillas deben seleccionarse basándose en el tipo de trabajo a la que serán sometidas; a continuación se presenta un ejemplo:

| CLASE DE TRABAJO | TIPO DE CAUCHO |
|--|---------------------|
| Utilización predominante de papel sin estucar, tiradas cortas en papel estucado. | Blando |
| Indistintamente papel estucado y sin estucar | Intermedio |
| Offset seco o letterset, papel muy estucado, papel periódico | Duro |
| Predominio de fondos | Blando o Intermedio |
| Predominio de tramas | Intermedio o duro |
| Hojas metalizadas, hojas de acetato, materiales no absorbentes, papeles recubiertos con vinilo | Intermedio o duro |
| Tintas de fijado por calor o de secado rápido con disolventes de alto Kb (kauri butanol). | Cauchos especiales |

2.5 EMPAQUES

2.5.1 DEFINICIÓN

Los empaques son hojas con un grosor perfectamente determinado y de materiales que permiten la aplicación de presión sin que se presenten deformaciones.

2.5.2 USO

Los empaques se utilizan para complementar el diámetro tanto de los cilindros porta placas como los cilindros porta cauchos.

El espesor de las hojas de empaque debe ser conocido y constante, para no provocar una sobrepresión entre los cilindros de la placa y del caucho; generalmente se suministran en espesores que oscilan entre 0.001" y 0.010" (0.025 y 0.25 mm).

Siempre que sea posible, deben utilizarse la menor cantidad de hojas porque cuando mayor es el número de hojas, mayor es la posibilidad de deslizamiento y la formación de ondas.

2.5.3 TIPOS

Dentro de los principales tipos de hojas de empaque también llamadas hojas de cama, se encuentran las de papel manila, las sintéticas y otros.

2.5.4 CARACTERÍSTICAS

Dependiendo del tipo de hoja de empaque, así serán sus características. Las hojas de papel manila son versátiles tanto en su manejo como en la colocación en la unidad impresora, y tienen la ventaja de no deslizar tan fácilmente una respecto a la otra debido a que sus fibras son bastante porosas. Tienen el inconveniente de mojarse con la solución humectante de la unidad impresora, que se hincha lentamente de los bordes y hace que se presente una sobrepresión afectando la calidad de impresión.

Las hojas sintéticas tienen la ventaja de no aceptar la humedad como las de papel manila, pero tienen el inconveniente de ser más susceptibles al deslizamiento debido a su textura.

2.6 MÁQUINAS IMPRESORAS

Uno de los elementos más importantes del proceso litográfico son las máquinas impresoras más comúnmente denominadas Prensas; por lo tanto en este capítulo, serán tratadas desde el punto de vista de su capacidad, principales elementos que las componen, así como sus sistemas auxiliares y las características inherentes al tipo de máquina que se trate. Es importante hacer notar que en este capítulo se persigue únicamente describir en forma general algunos aspectos técnicos de los equipos utilizados en el proceso litográfico, sin ningún fin comercial.

2.6.1 DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE UNA PRENSA OFFSET

La máquina de impresión offset consiste básicamente en un conjunto de elementos, mecánicos y sistemas constituidos e integrados de tal manera que puedan realizar su función principal, que es la de imprimir distintos substratos con óptimos niveles de calidad, lo cual depende de los materiales utilizados en el proceso completo.

La descripción de una prensa offset refiriéndose al funcionamiento de sus principales sistemas, es la siguiente: primero debe mencionarse que hay prensas que trabajan con pliegos y otras que lo hacen con rollos o bobinas, y se diferencian básicamente en el sistema de alimentación; la presente descripción considera únicamente a las prensas que trabajan por pliegos. El sistema de alimentación más utilizado es por medio de chupadores de aire. El sistema de alimentación posee una mesa donde se coloca la pila de pliegos; dicha mesa tiene unos engranajes y cadenas de avance, las cuales regulan la subida de la pila del material hacia los chupadores. Seguidamente el pliego es trasladado uno por uno a la mesa de registro por medio de los chupadores; esta mesa de registro posee unos rodillos, fajas y otros elementos que hacen que el pliego no se levante y sea transportado del alimentador al punto de registro. El sistema de registro toma el pliego y lo registra, ya sea por la izquierda o por la derecha, para asegurar que todos los pliegos van a entrar a la prensa de la misma forma. Este sistema tiene unos detectores, los cuales anuncian cualquier anomalía en la alimentación del pliego. Luego que el pliego está debidamente registrado, lo toman unas clavijas denominadas comúnmente pinzas, las cuales lo trasladan del sistema de registro al sistema de impresión. Las prensas más modernas utilizan para el transporte del pliego

los sistemas neumáticos. En el sistema de impresión, el cilindro portaplaca toma la tinta del sistema de entintado, así como la solución mojadora del sistema de humectación, de tal manera que transfiere la imagen adecuadamente al cilindro portacaucho, la cual se lleva a cabo por medio de presión entre ambos cilindros.

Una vez que el cilindro porta caucho contiene la imagen, éste hace contacto directo con el material, y le transfiere la imagen por medio de presión, entre el cilindro portacaucho y el cilindro impresor el cual contiene en su superficie el pliego que se va a imprimir. Una vez que dicho pliego está impreso, es depositado en el sistema de entrega, en el cual sale la pila de pliegos impresos para su traslado posterior.

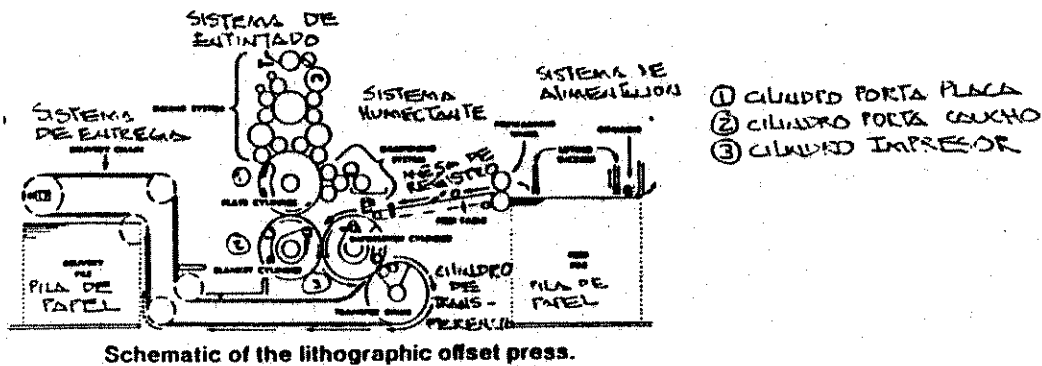


FIG. 2. 6 Esquema de una prensa offset

2.6.2 TIPOS DE PRENSAS

Existen muchas formas de clasificar las máquinas impresoras; una de ellas es por medio de la forma en que se alimentan. Existen dos tipos de prensas unas que son alimentadas por pliego y otras que son alimentadas por rollo o rotativas (web press).

Las prensas rotativas pueden tener un sistema de corte en el alimentador, de tal forma que la transferencia en dicha prensa sea por medio de pliegos o prensas que

directamente la transferencia dentro de ellas es por medio de una banda de papel, la cual se imprime y en su sistema de entrega puede tener un mecanismo de enrollado o de corte a pliegos.

Las prensas de pliegos deben contar con un área completamente separada de la prensa donde se realiza el corte de conversión de rollo a pliego, los cuales se colocan en pilas y son transportados al alimentador de la prensa para ser impresos.

2.6.3 CARACTERÍSTICAS

Las prensas, al igual que en la industria automotriz, cuentan con un gran número de características que son proporcionadas por los fabricantes para mantenerse dentro del mercado.

2.6.3.1 ALIMENTACIÓN SUCESIVA

La alimentación sucesiva de pliegos se refiere a un alimentador el cual cuenta con unas guías metálicas que hacen que el pliego no se separe de la mesa de registro. En este sistema los chupadores, únicamente levantan el pliego y éste es tomado en esa posición por las pinzas, las cuales lo avanzan hasta los topes de registro.

El punto más importante es que en este tipo de alimentador el pliego se mueve aproximadamente a la velocidad de la prensa, por lo tanto, la velocidad de movimiento del pliego es consecuentemente muy rápida; por tal razón este sistema es utilizado en prensas de formato pequeño y de velocidad reducida.

Este sistema de alimentación tiene la ventaja mecánica de poseer pocos mecanismos de ajuste por lo cual hace más sencillo y rápido el preparado de la entrada del material a la prensa.

2.6.3.2 ALIMENTACIÓN DE FLUJO

En este sistema, un flujo continuo de pliegos es dado a la mesa de registro, de tal forma que la longitud del primer pliego se traslapa con los pliegos que son alimentados posteriormente.

Este sistema hace necesario que el mecanismo de chupadores tome el pliego por la parte posterior y lo adelante hacia la mesa de registro donde avanza por medio de un mecanismo de fajas y rodillos, los cuales los llevan al sistema de registro. Este tipo de alimentador tiene la ventaja de que el pliego se mueve a una velocidad mucho más lenta que la velocidad de operación de la prensa además, que en la mesa de registro pueden

detectarse diversas anomalías en el pliego.

El alimentador de flujo es utilizado en aquellas prensas que trabajan con tirajes largos y con altas velocidades. Con este tipo de alimentador, hay que tener cuidado con las condiciones de trabajo del taller de prensas, debido a que hay una mayor tendencia a que se produzca estática entre los pliegos.

2.6.3.3 ALIMENTACIÓN CONTINUA

Consiste en alimentar la prensa mientras la corrida continúa, lo cual ayuda a mantener el color en la prensa consistentemente y se evitan tiempos perdidos al cambio de cada pila.

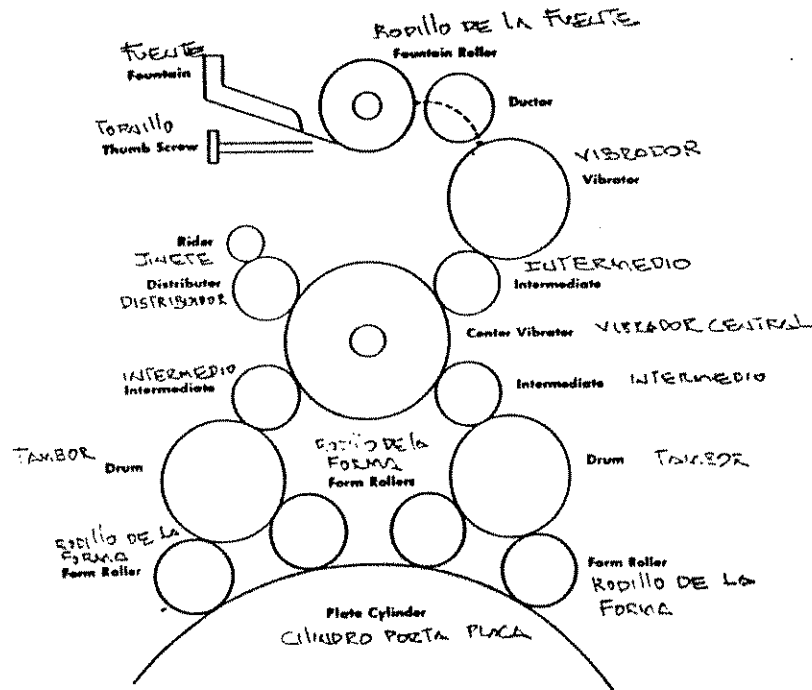
El sistema de alimentación continúa es generalmente utilizado en prensas que trabajan con tiros largos. El mecanismo utilizado en algunas prensas es sencillo y puede describirse a grandes rasgos; consta de unas barillas redondas, las cuales se introducen dentro de unas ranuras que posee la mesa apiladora de tal forma que estas barillas quedan sujetas por unas barras longitudinales, para formar así una especie de tenedor que carga una porción de la pila, que da la oportunidad a bajar la mesa apiladora vacía y a introducir otra llena, la cual se sube hasta hacer contacto con las barillas, las cuales se sacan suavemente de tal forma que ambas pilas se convierten en una sola, sin que dicho cambio sea percibido por el mecanismo de los chupadores, de manera que la prensa continúe imprimiendo sin ninguna interrupción.

2.6.3.4 SISTEMA DE ENTINTADO

Toda unidad impresora necesita tener un sistema que proporcione la tinta a la placa, el cual debe de reunir principalmente las cinco funciones básicas siguientes:

- Debe trabajar con una tinta esencialmente en estado plástico o semilíquido.
- Debe proporcionar una banda de tinta con un espesor relativamente pequeño y uniforme al rodillo oscilador, de tal manera que toda la película de tinta sea recibida por los rodillos de la forma.
- Debe depositar la película de tinta a la placa uniformemente.
- Debe recoger la solución de la fuente de la placa litográfica emulsificando parte dentro de la tinta y evaporando el resto a la atmósfera.
- Debe recoger de la placa cualquier partícula extraña, hasta que ésta quede totalmente en suspensión en el mecanismo de limpieza.

Todo sistema de entintado básicamente está constituido por tres elementos principales; fuente de la tinta, rodillos de distribución y rodillos de la forma.



Schematic of typical inking system.

FIG. Sistema básico de entintado

2.3.6.5 SISTEMA HUMECTANTE

Al igual que el sistema de entintado, éste proporciona el agua que mantiene limpia las zonas de no impresión de la placa durante la tirada.

El sistema humectante convencional consiste de tres componentes; la fuente del agua, el rodillo vibrador distribuidor y los rodillos humectantes.

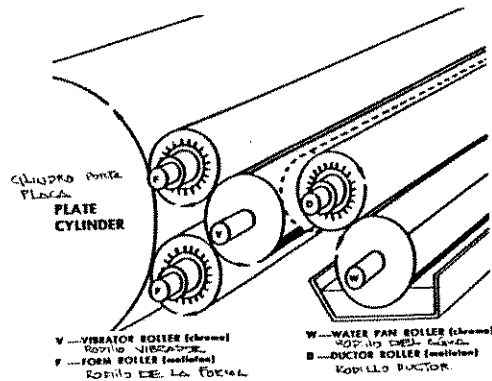


Fig. 2.8 Sistema convencional de humectación

Los avances tecnológicos en cuanto a la humectación de las prensas litográficas offset se han encaminado en tres direcciones: investigar nuevos materiales para los sistemas humectantes actuales, diseño de nuevos sistemas de humectación y cambio total o eliminación del sistema de humectación. Los sistemas de humectación actuales más conocidos son: el sistema humectante Orr, el Harris, el Miehlomatic, el Miller y el Dahlgreen. De estos sistemas el más conocido es le Dahlgreen, que utiliza una solución humectante que contiene un 20 % de alcohol Isopropílico; lleva la solución humectante a la placa por medio de un solo rodillo y la solución humectante posee un sistema de recirculación, el cual incluye un control de temperatura, filtros y un control automático de la cantidad de alcohol necesario en la fuente.

2.3.6.6 OPERACIÓN

La operación de las máquinas impresoras aunque varia de una marca a otra, principalmente, pueden clasificarse por operación manual y operación digital.

La operación manual es cuando la alimentación del papel, el ajuste de los colores, el ajuste del registro, el balance de la tinta y agua se hacen basándose completamente a la experiencia del operador (prensista), sin tener ayuda de

instrumentos mecánicos o eléctricos.

La operación digital es cuando la máquina impresora cuenta con elementos electrónicos o de una computadora para la operación y puede realizar los ajustes de tinta, registro, control del balance tinta y agua, etc. hasta almacenar estos datos para futuras repeticiones. Todo los controles se operan desde una unidad a control remoto desde el frente de la máquina; generalmente estos sistemas lo utilizan las máquinas multicolores de formato de pliego completo. Estas prensas tienen la ventaja que facilitan enormemente las operaciones de preparado de un trabajo y pueden almacenar información tanto de operación, así como estadísticas de los trabajos que en ellas se elaboren.

CAPITULO III

CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PRESENTAN EN LA IMPRESION OFFSET

3.1 ASPECTOS GENERALES

En éste capítulo se mencionan los principales defectos que se presentan en el proceso de impresión offset y la clasificación de los mismos, basada en el acuerdo técnico de calidad para defectos no mensurables fácilmente, el cual está definido por los criterios siguientes:

Defecto Crítico

Es aquel que vuelve inutilizable el producto y es detectado fácilmente por el consumidor final.

Defecto Mayor

Es aquel que normalmente es detectado por el supervisor de calidad y aunque daña la imagen del producto no imposibilita su funcionamiento.

Defecto Menor

Es aquel que pasa inadvertido y no es motivo de preocupación, a menos que se presente en gran cantidad.

3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE DEFECTOS

3.2.1 DEFECTOS CRITICOS

A) DEFORMACIÓN O RUPTURA DEL IMPRESO

Este consiste en una deformación mecánica o ruptura en el impreso dentro del diseño del mismo.

B) ILEGIBILIDAD DE TEXTOS

Consiste en omitir, equivocar o adicionar cualquier letra o texto que haga perder el sentido de los párrafos contenidos en el diseño del impreso.

C) AUSENCIA DE REGISTRO

Cuando los textos, colores, líneas o cualquier otro elemento que contenga el diseño no corresponda en posición.

D) VARIACIÓN DE AJUSTE EN EL COLOR

Cuando existe una diferencia parcial o total en la tonalidad del color de impreso.

F) DOBLE IMPRESIÓN

Cuando aparecen imágenes extrañas o duplicadas en el diseño del impreso.

3.2.2 DEFECTOS MAYORES

- A) **VELO**
Consiste en una nube suave de uno de los colores que se presenta dentro del diseño del impreso.
- B) **REPINTE**
Consiste en manchas de uno o varios de los colores en el dorso del papel donde se imprime.
- C) **PULVERIZADO**
Consiste en el desprendimiento de uno o varios colores al frotar levemente el impreso.
- D) **MOTEADO**
Consiste en la falta de uniformación en la impresión o sea que existen zonas del impreso brillantes y otras mates.
- E) **IMPRESIÓN OPACA**
Consiste en la falta total de brillo en la impresión del diseño.
- F) **REMOSQUEO**
Consiste en la impresión alargada o ensanchada en ciertas áreas del impreso.
- G) **VARIACIÓN DE COLOR**
Falta de uniformidad en el color del impreso que puede ser tanto dentro del mismo impreso como en el total del tiraje.

3.2.3 DEFECTOS MENORES

- A) **PICADO**
Motas de papel adheridas a la impresión del diseño.
- B) **CASCARAS**
Pequeños puntos de forma irregular en la impresión del diseño, generalmente provocadas por la tinta.
- C) **MASCON**
Punto de forma generalmente alargada en la impresión del diseño.

CAPITULO IV

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE LA IMPRESION OFFSET

4.1 ASPECTOS GENERALES

Para toda empresa de Artes Gráficas que este funcionando en la actualidad, es necesario que posea un sistema de control de calidad bien definido, ya que la industria que no sustente una calidad uniforme y consistente, no podrá subsistir en el mercado de competencia, debido a que el consumidor tiene la opción de buscar la calidad que desee. Aun con este precedente, algunas empresas del gremio trabajan basadas en la experiencia que no descansa o apenas lo hace, en los hechos; toman decisiones referentes a la calidad de su producto sin bases firmes, lo cual conduce a numerosos conflictos entre el productor y el consumidor.

La ausencia de un sistema de calidad conduce a tener controles excesivos, desechos inútiles, trabajos superfluos de reparación, elevación de precios y una disminución del prestigio de la empresa, la cual no es inmediatamente mensurable, pero si determinante en el futuro.

Las empresas que reúnan datos relativos a la calidad de sus productos o a los métodos de fabricación, acumularán con mucha rapidez una abundante documentación, para lo cual es preciso disponer de antemano de un método que permita clasificar estos datos de una manera sistemática y representarlos por cifras significativas, para lo cual es necesario en la industria moderna utilizar los métodos de control estadístico de la calidad.

El término de calidad se refiere comúnmente a las características que posee un producto, las cuales lo hacen capaz de satisfacer las necesidades del consumidor.

Este concepto puede desligarse en los dos conceptos siguientes: la calidad de diseño y la calidad de fabricación. La calidad de diseño se refiere a las características de un producto que lo diferencia de otro, en donde ambos productos fueron diseñados para satisfacer las mismas necesidades. La calidad de fabricación se refiere a la medida en que las características establecidas en el diseño de un producto, se ajustan a

las características del producto fabricado.

El control estadístico de calidad debe considerarse como un instrumento que pueda influir en las decisiones relacionadas con las funciones de especificación, producción e inspección.

Para lograr la mayor efectividad en su empleo, estas técnicas deben darse a conocer a un nivel de dirección que comprenda dichas funciones .

- Funciones de especificación
 - a) Definir el producto basado en lo que el consumidor espera de él.
 - b) Especificar claramente y por escrito cada una de las características que el producto posea.
 - c) Establecer tolerancias que permitan al producto cumplir con su diseño y que estén de acuerdo a la capacidad de su proceso.
- Funciones de producción
 - a) Controlar las características del producto durante su proceso.
 - b) Ajustar el proceso en lo posible para que se cumplan las características de calidad del producto con el menor esfuerzo.
- Funciones de inspección
 - a) Determinar los principales centros de inspección y la periodicidad con que deben realizarse dichas inspecciones.
 - b) Determinar el sistema más económico de inspección que proporcione el nivel de calidad deseado.

Dentro de los aspectos más importantes en el control de calidad está la responsabilidad de obtener un producto que cumpla con las especificaciones establecidas, al menor costo posible.

Cuando un producto posee un nivel de calidad en el cual, la diferencia entre el costo de obtener ésta y el valor que la misma representa es máxima, se dice que dicho producto posee un nivel óptimo de calidad y es en este nivel donde el costo de mantener el producto bajo control y el valor de los artículos defectuosos será mínimo.

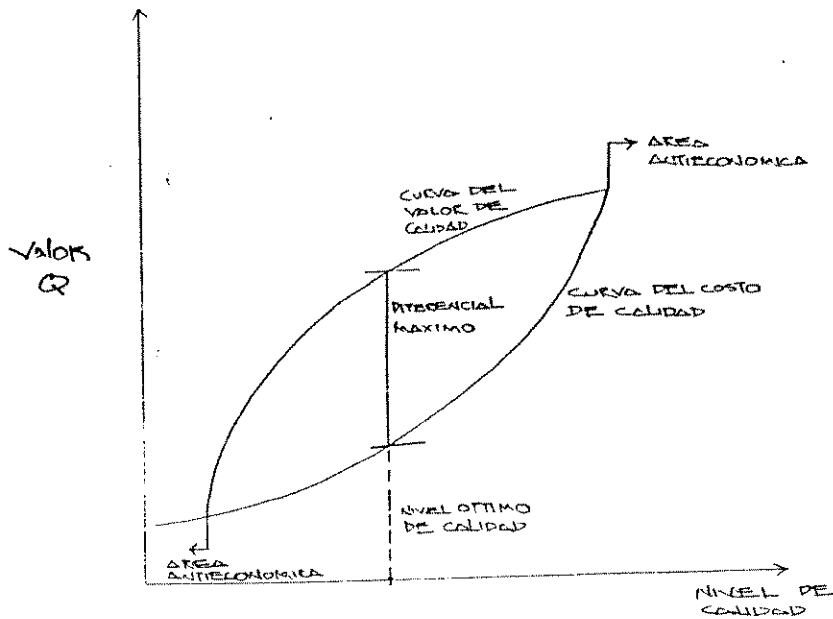


FIG. 4.1 Gráfica de optimización de la calidad

4.1.1 CONCEPTOS BASICOS DEL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

A) GRÁFICOS DE CONTROL

Estos son herramientas del control estadístico de calidad y sirven para determinar si un producto o proceso productivo está bajo control; representando las variaciones de una característica de dicho producto o proceso determinadas en la inspección de varias muestras representativas del lote analizado.

El método estadístico, aplicado en los gráficos de control, consiste en tomar varias muestras de los productos o artículos del proceso, las cuales deben someterse a un exámen de comparación respecto al patrón o estándar de calidad establecido.

Si en los resultados de dicha comparación no se presentan diferencias significativas, se concluye que el producto o proceso posee únicamente causas de variación debidas al azar.

Pero si por el contrario, las variaciones detectadas, sí son significativas, se concluye que hubo causas asignables de variación, las cuales deben ser investigadas y eliminadas.

Las características analizadas en un gráfico de control pueden ser determinadas por una variable o un atributo. Cuando una característica de calidad es mensurable o medible, se le denomina "Variable"; y cuando la característica únicamente toma ciertos

valores o categorías se le denomina "Atributo".

Dentro de los gráficos para el control de variables de mayor utilidad están: gráfico de promedios " X " y gráficos de rangos " R ".

El gráfico de promedios sirve para analizar el comportamiento de una variable, teniendo como finalidad el control de la tendencia central.

El gráfico de rangos tiene como finalidad el control de la dispersión de una variable.

Dentro de los gráficos para el control de atributos, los de mayor utilidad son; gráfico de control para la fracción defectiva " P " y el gráfico de control del número de defectos " C ".

El gráfico " P " es de gran utilidad en la administración, porque proporciona una visión rápida y clara del historial de la calidad de un producto.

El gráfico " C " ayuda a la eliminación de defectos presentados en un producto; también es utilizado con mucha frecuencia en el análisis de la calidad de salida de un producto determinado.

En general, de los gráficos de control se pueden obtener conclusiones de cómo una operación del proceso se está haciendo inadecuadamente, falta de ajuste de una máquina, uso de materiales inadecuados, exceso de desperdicio, pérdida de tiempo en reajustes, exceso de artículos defectuosos y otras más. El principal objetivo de los gráficos de control es mantener la calidad del producto dentro de límites aceptables y determinar las fuentes de ahorro que pueden existir en el proceso productivo.

B) TOLERANCIAS

La variación en la calidad de un producto es inevitable, debido a los elementos utilizados en la obtención del mismo. Por tal razón, es necesario fijar ciertos límites de variabilidad, dentro de los cuales el producto es satisfactorio para los fines que fue diseñado.

Estos límites de confrontación de la calidad del producto y sus componentes, deben ser determinados por los diseñadores después de intensos estudios tanto de la performance como de la servicioabilidad del producto. A dichos límites se les denomina tolerancias, las cuales deben estar de acuerdo con las condiciones existentes de equipos, materiales, mano de obra y los demás elementos que conformen el proceso por medio del cual se obtiene el producto.

C) PLANES DE MUESTREO

Los planes de muestreo se basan en aceptar o rechazar un lote de artículos terminados o en proceso, con base en un número de artículos defectuosos que se presentan en una muestra representativa de un lote, la cual es escogida completamente al azar. La inspección por muestreo no tiene como única finalidad evaluar la calidad del producto inspeccionado, sino que también incidir en las políticas de control de calidad.

El tamaño de la muestra en los planes de muestreo es un aspecto de gran importancia debido a que ésta debe representar al lote lo más fiel que sea posible.

En la utilización de los planes de muestreo se presentan ventajas tales como: la evaluación de un lote rápidamente, costos más bajos, etc. Pero tanto el consumidor como el productor tienen riesgos; el primero de aceptar producto defectuoso y el segundo que le rechacen producto bueno. Por ésta razón un buen plan de muestreo debe proteger tanto al productor como al consumidor. La inspección 100 % no se aplica en aquellos casos en que la evaluación de la calidad de los productos se hace por medio de un examen destructivo. Uno de los mayores inconvenientes de este tipo de inspección es el costo agregado, el cual es demasiado alto; así como el tiempo necesario para la evaluación.

4.2 CONTROL DE LA MATERIA PRIMA

PAPEL Y CARTÓN

4.2.1 INTRODUCCIÓN

El sistema de control de calidad para la impresión ^{este proceso} offset se inicia con el control de la recepción de la materia prima, en el cual se incluyen evaluaciones de las principales características, éstas proporcionan como resultado la situación en que dicha materia prima está ingresando.

Cuando el resultado de las evaluaciones no estén acordes con las especificaciones, debe procederse a reclamar inmediatamente al proveedor para que se efectúen los trámites que el caso amerite. El control de calidad para la materia prima se basa en el plan de muestreo y aceptación de un lote.

4.2.2 MUESTREO Y ACEPTACIÓN DE UN LOTE DE PAPEL

4.2.2.1 DESCRIPCIÓN

Este método consiste en un procedimiento para obtener una muestra representativa de un lote de papel o cartón, el cual puede ser adquirido en bobinas, polines, cajas y otras formas de empaque.

En este capítulo se utilizará el término papel tanto para referirse al papel propiamente dicho, como al cartón.

Antes de efectuar un negocio de compra de papel, debe llegarse a un acuerdo tanto con el comprador como con el vendedor, para definir los detalles del procedimiento de muestreo que se utilizará en el control de la calidad al ingreso del papel, que se esté negociando, y además deben definirse las especificaciones físicas, químicas y ópticas que se evaluarán en dicho muestreo; también deben incluirse en este acuerdo las tolerancias permisibles de cada propiedad, así como los métodos de prueba empleados.

4.2.2.2 DEFINICIONES

A) LOTE

Es una cantidad homogénea de papel de un tipo, grado, peso base, calibre, composición, etc., sobre el cual se desea obtener un resultado que generalmente debe ser de conformidad con la especificación; dicho resultado se obtiene examinando o probando una pequeña fracción denominada " Muestra ". Igual concepto debe aplicarse al término Sublote, el cual se utiliza cuando el lote es muy grande.

B) MUESTRA

Es un conjunto de especímenes seleccionado de acuerdo con un determinado procedimiento, para que represente al lote.

C) ESPECIMEN

Es una parte de la muestra de la cual se extraerán las unidades de prueba que van a ser evaluadas.

D) UNIDAD DE PRUEBA

Es la porción de papel sobre la cual se efectúan los ensayos para obtener un grupo único de resultados; el tamaño queda especificado por el método de prueba utilizado en la evaluación de las propiedades.

E) MÉTODO DE PRUEBA

Es el procedimiento de efectuar las operaciones necesarias para obtener un resultado que sirva como valor de comparación con la especificación.

F) RESULTADO DE LA PRUEBA

Es el valor obtenido del análisis de una o varias unidades de prueba, de una muestra del papel que pertenece a un lote determinado. Dicho valor puede ser una determinación única o el valor promedio, media, desviación estándar o cualquier otra combinación de determinaciones separadas efectuadas sobre los especímenes de prueba.

G) ROLLO O BOBINA

Es la hoja continua de papel que se enrolla sobre sí misma en un centro de cartón que le sirve de soporte.

H) PILA DE PAPEL

Es un conjunto de hojas de papel de un mismo tamaño que se colocan ordenadamente unas sobre otras. Cuando la pila tiene 500 hojas se le denomina resma.

4.2.2.3

PROCEDIMIENTO

A) LUGAR DE MUESTREO

El muestreo del papel puede efectuarse en el lugar de fabricación o en la bodega de almacenaje del comprador.

El muestreo en el lugar de fabricación (molino) es conveniente cuando el abastecimiento del papel se hace en embalajes cerrados, bobinas, polines, etc., donde la extracción de muestras es difícil y no representativa estadísticamente. Las muestras se obtendrán durante la producción en forma aleatoria y completamente al azar para luego suministrarlas al comprador para su examen. En el acuerdo de compra, debe definirse el número de unidades que conforman el lote. Además, deben definirse los detalles del procedimiento de muestreo, para asegurar la conformidad con los métodos de prueba y evaluación que utilizará el comprador en el examen del papel.

El muestreo en la bodega del comprador es conveniente cuando el papel se compra a varios proveedores internacionales; la inspección debe hacerse en el momento en que el papel sea entregado. Para establecer el lote, tómesese las bobinas o polines

que pertenezcan al mismo pedido y período de producción, con el objeto de garantizar que el papel fue producido en forma continua y que las diferencias existentes entre un elemento y otro del mismo lote, sean mínimas y debidas únicamente al proceso en que fueron producidas.

B) SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se selecciona tomando en cuenta el tamaño del lote o sublote, basándose al plan de muestreo definido para tal efecto. El plan de muestreo para la aceptación de un lote de papel puede consultarse en el anexo No. 1. Las unidades de prueba de la muestra no pueden ser tomadas al azar de cualquier parte de la bobina o polín, deben tomarse cerca de la parte exterior para no destruir el rollo o polín. Aunque es cierto que la selección de los especímenes en un embalaje cerrado no son estadísticamente representativos, en la práctica han dado buen resultado. Cuando los especímenes van a ser tomados de rollos, polines, contenedores, etc., se divide el lote en lugares no menores que un rollo o polín, a los cuales se les asigna un número para su selección por medio de una tabla de números aleatorios.

C) OBTENCIÓN DE LAS UNIDADES DE PRUEBA

Una vez que se selecciona la muestra, se procede a extraer los especímenes de los cuales se obtendrán las unidades de prueba según el método de prueba que se aplique; cuando los especímenes se extraen de un rollo deben eliminarse las tres primeras vueltas no dañadas para un papel con un peso base menor de 250 g/m² o al menos una vuelta no dañada para papeles con un peso mayor de 250 g/m², luego se corta una ventana de 30 x 45 cms². El corte de la ventana debe variarse en cuanto a su posición en una forma aleatoria.

Los especímenes deben guardarse suavemente y planos, excepto cuando se transporten de un lugar a otro que deben protegerse de la exposición directa de los rayos del Sol, humedad relativa arriba del 58 % RH o de cualquier otra influencia perjudicial.

Sólo cuando sea extremadamente necesario, deben hacerse anotaciones sobre los especímenes o las unidades de prueba y estas anotaciones deben ser lo más breve

posible en el área que menos afecte a las pruebas subsiguientes.

Generalmente cuando se desee identificar un espécimen o una unidad de prueba, utilícese una pequeña boleta que pueda adicionarse por medio de un clip u otra forma de sujeción que no dañe la unidad de prueba o el espécimen.

**D) MÉTODOS DE PRUEBA PARA LAS PRINCIPALES
CARACTERÍSTICAS DEL PAPEL**

Con estos métodos de prueba se persigue la evaluación de las características específicas del papel; definiendo el procedimiento de ejecución, así como los instrumentos más adecuados a utilizar con el fin de obtener un resultado que pueda compararse abiertamente con el valor especificado por el productor del papel.

Las características que comúnmente se evalúan en un lote de papel son:

- a) Físicas: el gramaje y el calibre
- b) Mecánicas: absorción de agua, resistencia superficial, resistencia al desgarro, resistencia al estallido y resistencia al plegado
- c) Ópticas: la blancura y la opacidad.

**a) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
1) GRAMAJE**

El gramaje se define como la cantidad de masa de papel por unidad de área, generalmente expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2). En países de habla inglesa para aquellos papeles con un gramaje menor de los 220 g/m^2 (El cual corresponde comunmente a una cartulina calibre 0.012"), se acostumbra utilizar el término Peso Base, el cual consiste en la cantidad de libras que pesa una resma de papel a un tamaño básico, el cual depende éste del tipo de papel que se trate.

La prueba del gramaje tiene como objetivo el cálculo del gramaje de una probeta de papel con dimensiones determinadas por el sistema de medida utilizado.

Es de suma importancia para la industria de las artes gráficas tener bajo control esta característica, porque de ella depende directamente el rendimiento en peso del papel.

Para la extracción de las unidades de prueba, se utiliza un dispositivo de corte que permite la obtención de probetas sucesivas, de tal forma que las superficies de las

se vea afectada por corrientes de aire o fricciones en la escala.

También puede calcularse el gramaje de una probeta que no tenga la superficie para la cual la balanza fue calibrada, aplicando la siguiente fórmula:

$$G = (A'/A) \times G'$$

donde;

G = Gramaje real de la unidad de prueba (g/m²)

G' = Gramaje indicado por la escala (g/m²)

A = Superficie real de la unidad de prueba (cm²)

A' = Superficie para la cual la balanza está calibrada (cm²)

El resultado de esta prueba es el conjunto de lecturas efectuadas a cada unidad de prueba, que permite obtener un promedio para cada espécimen, el cual lo representa y puede compararse con el valor especificado por el proveedor. Las tolerancias normales de variación son:

| Gramaje (g/m ²) | | | Tolerancia |
|------------------------------|---|-----|------------|
| 0 | a | 17 | ± 8 % |
| 18 | | 39 | ± 5 % |
| 40 | | 219 | ± 5 % |
| 220 | | más | ± 8 % |

El desarrollo de la prueba del gramaje está basado en las normas:
TAPPI T-410-0S-68 y la norma europea UNE-57009.

□ CALIBRE

Es la medida o dimensión en el sentido perpendicular al plano del papel; esta prueba tiene por objetivo describir el procedimiento de medida del espesor de una unidad de prueba. Es importante tener controlada esta dimensión debido a que el equipo en el proceso de impresión se ajusta de acuerdo con ella, además afecta directamente las características mecánicas del producto terminado.

Para la medición del calibre, se utiliza un instrumento denominado micrómetro, del cual existen varios tipos; se utiliza con suficiente efectividad el micrómetro de pantalla operado con un motor, el cual es un instrumento del tipo de peso muerto provisto de un asiento plano circular de frente movable denominado pie de presión; este instrumento tiene una escala con una precisión del 1 %.

Cuando se proceda a la extracción de los especímenes de esta prueba, debe tratarse de abarcar todo el ancho de la bobina o la dimensión del pliego que está perpendicular al sentido del hilo. De cada espécimen de la muestra, deben extraerse al menos cuatro unidades de prueba a un tamaño de 10 X 10 cm² (4 x 4 plg²); generalmente pueden utilizarse las mismas unidades de prueba del gramaje.

Antes de usar el micrómetro, se debe estar seguro de que el pie de presión y el yunque tengan sus superficies perfectamente limpias, que la calibración del instrumento fue previamente verificada y que el instrumento esté montado en una superficie sólida y a nivel libre de cualquier vibración sensible. Se debe colocar la unidad de prueba sobre el yunque a una posición tal que todos los puntos de la periferia de la superficie de contacto estén al menos a 6 mm (0.25 ") de las orillas. El resultado de esta prueba se indica por el promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que debe compararse con la especificación dada por el proveedor tomando en cuenta que la tolerancia normal de variación es de ± 0.0005 " (0.00127 cm).

El desarrollo de la prueba del calibre, está basada en las normas siguientes:
TAPPI T-411-OS-76 y la norma europea UNE-57004.

b) CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

□ ABSORCIÓN DE AGUA

Consiste en la capacidad de absorción de agua del papel, denominada índice de COBB, que es la cantidad de agua expresada en gramos,

absorbida por un metro cuadrado de papel. El objetivo de esta prueba es establecer un método para determinar la capacidad de absorción de agua por cualquier clase de papel. El instrumento utilizado en esta prueba es el denominado aparato cobb, el cual consiste en un cilindro metálico rígido de $100 \pm 0.2 \text{ cm}^2$ de sección interior, con una altura de 2.5 cm y un espesor de 0.6 cm, sujetado a un plato base, el cual tiene una superficie de $15 \times 15 \text{ cm}^2$. El dispositivo de sujeción cuenta con una barra que lo atraviesa y mide 17 cm de largo, 2.5 cm de ancho y 0.6 cm de espesor y dos mariposas dispuestas en dos pernos, por medio de las cuales se ejerce la presión para mantener sujeto al cilindro la unidad de prueba a ensayar. Sobre el plato base se localiza un tapete de caucho con dimensiones que le permitan cubrir el anillo exterior del cilindro; en este tapete es donde se colocan las unidades de prueba.

Adicionalmente se utiliza papel secante de un gramaje de 200 a 250 g/m² y una ascensión capilar de 7.5 cms, un rodillo metálico pulido con una generatriz de 20 cm y de 10 kg de peso, una balanza analítica con una precisión de 1 mg, un cronómetro y una probeta de vidrio.

El tamaño de la unidad de prueba debe ser de $12.5 \times 12.5 \text{ cm}^2$, la cual deberá estar libre de dobleces, arrugas u otras manchas no comunes inherentes al papel. Para pruebas en papeles que tengan una absorción menor a 100 g de agua por metro cuadrado, deberán analizarse por lo menos cuatro unidades de prueba y para aquellos papeles que tengan mayor absorción, utilizar ocho.

La medición se inicia pesando la unidad de prueba que se va analizar, después se coloca sobre la lamina de caucho, con la cara que se quiere ensayar hacia arriba. Se apoya entonces el cilindro sobre el borde pulido en contacto con la unidad de ensayo y a continuación se fija firmemente para evitar cualquier derrame de agua. Se vierten 100 cm^3 de agua a una temperatura de $20 \pm 1 \text{ }^\circ \text{C}$., con lo que se obtiene una capa de 1 cm de altura sobre la unidad de prueba. Al mismo tiempo que se vierte el agua, se pone en marcha el cronómetro, luego de haber transcurrido un tiempo prudencial, se invierte con cuidado, pero con rapidez, el dispositivo de ensayo, de tal forma que el agua vertida no entre en contacto con la superficie de la unidad de prueba, que se encuentra fuera del area de ensayo. Se aflojan inmediatamente las mariposas que fijan el cilindro contra la unidad de prueba y se retira dicho cilindro; finalmente se coloca la unidad de

prueba sobre una hoja de papel secante ubicada sobre una superficie plana y lisa.

Al cumplirse el período de tiempo elegido para el ensayo, se coloca una segunda hoja de papel secante sobre la cara que ha sido sometida al ensayo, y se elimina el exceso de agua por medio de un rodillo manual, el cual se pasa dos veces sin ejercer presión. Se considera como duración del ensayo, el período que transcurre entre el momento en que el agua se pone en contacto con la unidad de prueba y cuando se coloca la segunda hoja de papel secante; el tiempo elegido, en cada caso, depende de la capacidad de absorción del papel sujeto a ensayo, por lo que se recomienda efectuar una o varias pruebas, con el objeto de elegir el tiempo más conveniente; en cualquier caso, su duración será tal, que la unidad de prueba no será penetrada por el agua hasta la cara opuesta para que ésta no pierda su validez.

En general, los tiempos más usuales se encuentran entre el intervalo de 30 a 300 segundos y la diferencia entre el momento en que empieza el secado y el momento en que se expulsa el exceso de agua es de 15 segundos. Una vez que se ha secado la unidad de prueba, se pliega con la cara húmeda hacia adentro y se pesa inmediatamente, de manera que el aumento de peso, debido a la absorción de agua, puede ser determinado antes de que haya una evaporación del agua.

El resultado de la prueba se representa por el índice de cobb, el cual se obtiene por medio de la expresión matemática siguiente:

$$C_x = 100 M$$

donde,

C_x = Índice de cobb o capacidad de absorción de agua en un tiempo X segundos, expresado en gramos por metro cuadrado (g/m^2).

M = Diferencia entre la pesada en seco y en húmedo (g).

El resultado de la prueba se indica, por medio del promedio de las lecturas de las unidades de prueba para cada espécimen de la muestra; valor que deberá compararse con el especificado por el suplidor.

El desarrollo de esta prueba está basado en las normas:

TAPPI T-441-OS-77 y UNE-57-027-74.

□ RESISTENCIA SUPERFICIAL

Esta prueba sirve para determinar la resistencia del papel al arranque superficial; es aplicable a papeles con o sin recubrimiento a excepción de aquellos papeles de fieltro flojos tales como el papel secante. En la mayoría de las operaciones de impresión y transformación, se requiere que el papel posea una resistencia determinada en su superficie, para obtener buenos resultados.

En esta prueba hay arranque, cuando la superficie de la unidad de prueba se ampolla, rompe o levanta de tal forma que el papel o su recubrimiento se pegan a la superficie de la cera que se esté probando.

El número crítico de resistencia, es el número más alto de cera que no daña la superficie del papel o sea el número de cera inmediatamente inferior al de la cera que daña el papel.

Los instrumentos necesarios para realizar esta prueba son: un quemador tipo Bunsen, una lámpara de alcohol, una antorcha de gas propano o un calentador eléctrico; adicionalmente se utiliza un juego de ceras de resina dura, no aceitosas, numeradas respectivamente de 2 A al 26 A. Cada cera está fabricada de acuerdo con una fórmula específica y moldeada en forma de barra con una sección de cruz de $1.8 \times 1.8 \text{ cm}^2$. El poder adhesivo de las ceras es en ascenso, de acuerdo con el número de identificación que tengan. Las barras de cera utilizadas en este método son calibradas por el fabricante usando como referencia ceras norma y además se comprueban en papeles estándar; esto no sólo hace que cada cera sea semejante a su norma; sino que garantiza la diferencia existente entre cada número de cera.

Generalmente para esta prueba deben utilizarse las unidades de prueba necesarias, hasta que quede determinado el número de cera correspondiente a la resistencia del papel ensayado.

Para análisis de esta prueba, se coloca la unidad que se va a ensayar sobre la superficie de trabajo que preferiblemente debe ser lisa, dura y mala conductora del calor (madera); se selecciona una cera que se estime por experiencia anterior que sea menos adhesiva

que la cera que dañaría el papel; límpiase adecuadamente el extremo de la cera seleccionada, luego debe calentarse el extremo de la cera en una llama baja o en un elemento de calor eléctrico, rotando la candela lentamente entre el dedo pulgar hasta que varias gotas de cera fundida caigan, pero no debe dejarse que la candela se

encienda. Rápida y colóquese el extremo fundido sobre la superficie de papel, presiónese con firmeza hasta que la base de la candela se extienda cerca de dos centímetros de diámetro y suéltese inmediatamente, para permitir que la candela se quede en posición vertical sobre el papel. Debe dejarse que la cera enfríe 15 minutos, no más de 30, colóquese un bloque de madera que contenga un agujero por el cual debe pasar la candela de tal forma que la madera quede en contacto con la unidad de prueba, presiónese el bloque firmemente con una mano para prevenir que el papel se arrugue o se desgarre y con la otra quite la cera de la unidad de prueba con un tirón rápido a un ángulo recto de la superficie del papel.

Examinar el tipo de cera y la unidad de prueba del papel bajo una iluminación para lectura normal, verificar que si las fibras o el recubrimiento del papel fue dañado; si la superficie no está rota, se repite la prueba usando una cera con numeración mayor, hasta que la superficie del papel se ampolle, rompa, arranque o se levante.

El resultado de esta prueba queda determinado por el número de cera mínimo que haya resistido cada espécimen de la muestra. Valor que se debe comparar con el especificado por el proveedor del papel.

El desarrollo de esta prueba está basado en la norma:

TAPPI T-459-OS-75

□ RESISTENCIA AL DESGARRO

La resistencia al desgarro consiste en la fuerza media requerida para continuar el desgarro de una hoja de papel; si el corte inicial se efectúa en dirección longitudinal del sentido del hilo, se denomina como resistencia al desgarro longitudinal, y si es transversal, se denomina resistencia al desgarro transversal.

La prueba al desgarro se efectúa por medio de un aparato que consiste en un péndulo que puede oscilar sobre un eje horizontal apoyado en un soporte de muy baja resistencia a la fricción. El aparato consta de dos mordazas para sujetar el papel, una de las cuales está unida al bastidor y la otra al péndulo, la superficie de las mordazas debe tener como mínimo 2.5 cms de ancho y 1.5 cms de alto. En su posición inicial, antes de desgarrar la probeta de papel, el péndulo se separa de la posición de equilibrio y se sitúa en la posición de partida, por medio de un dispositivo que permite fijarla. La distancia entre las dos mordazas debe ser de 0.28 ± 0.03 cms. y la superficie de sujeción debe formar un plano vertical que sea perpendicular al plano de oscilación del

péndulo. Los bordes superiores de las superficies de sujeción deben estar situados en una línea horizontal distante 10.4 cms del eje del péndulo, y el plano que contiene a esta línea debe formar un ángulo de 27.5° con la vertical.

El procedimiento del análisis de esta prueba se inicia formando la probeta de ensayo de cuatro unidades de prueba, las cuales se desgarran conjuntamente a lo largo a una distancia prudencial, utilizando un péndulo para aplicar la fuerza de desgarro.

El trabajo efectuado para desgarrar la probeta está dado por la pérdida de energía potencial del péndulo. La escala de que está provisto el péndulo está calibrada de tal forma que indica la fuerza media ejercida. La resistencia al desgarro se determina a partir de la fuerza media y el número de unidades de prueba que conforman la probeta. Antes de proceder al ensayo debe nivelarse el aparato y comprobarse tanto la posición cero, luego se desplaza el péndulo hasta que se fija la posición de partida. Se sujeta la probeta por medio de las mordazas teniendo cuidado de que quede correctamente orientada con la cara tela frente a la cuchilla que efectúa la incisión inicial.

Seguidamente se practica la incisión inicial y se actúa sobre el resorte de sujeción del péndulo para que éste adquiera un movimiento de oscilación que produce el desgarro del papel. Sin dejar de actuar sobre el resorte de sujeción, se sujeta éste suavemente con la mano cuando se acerque, como consecuencia de la oscilación, a su posición de partida, y se anotará la lectura indicada por la aguja. Se sitúa de nuevo el péndulo y la aguja en su posición inicial y se separa la probeta desgarrada de las mordazas. El procedimiento se repite con las siguientes probetas, y se orientan las caras tela y las caras superiores alternadamente.

El resultado de esta prueba se expresa como la resistencia al desgarro o como el Índice de desgarro y queda determinado por medio de las fórmulas siguientes:

$$a = sp/n$$

$$x = 100 a/G$$

donde,

a = Resistencia al desgarro expresado en gramos fuerza (g f)

s = Valor medio de las lecturas de la escala en la dirección ensayada

p = Factor del péndulo (generalmente es; 8, 16 ó 32)

n = Número de unidades de prueba que compone la probeta (generalmente 4)

x = Índice de desgarro

G= Gramaje (g/m²)

El resultado de la prueba es un valor para cada espécimen que conforman la muestra y debe compararse con el valor especificado por el suplidor.

El desarrollo de esta prueba está basado a las normas:

TAPPI T-414-OS-76, SCAN-P-11 y ASTM-D687.

□ **RESISTENCIA AL PLEGADO**

Para esta prueba, es necesario definir qué es un doble pliego; consiste en plegar el material primero en un sentido y luego en otro. La resistencia al plegado es el logaritmo decimal del número de dobles pliegues, requerido para originar la ruptura de una unidad de prueba del papel ensayado, bajo el esfuerzo de tracción específico del aparato de ensayo utilizado.

Para el análisis de esta prueba se utiliza un instrumento de plegado tipo Mit, con un arreglo de ventilador extractor para mantener el área sujeta a dobléz a temperatura de acondicionamiento.

Se deben someter a ensayo como mínimo cuatro unidades de prueba en cada dirección del sentido del hilo del papel y cortarse a un ancho de 15 ± 0.01 mm con una longitud de 13 a 15 cms. Las unidades de prueba deben estar libres de arrugas o manchas, y deben tener un corte limpio y paralelo.

El procedimiento de esta prueba consiste en mover la pieza oscilante hasta que la abertura este vertical, y luego colocar un peso de un kilogramo en lo alto del embolo balanceador. La unidad de prueba debe fijarse firmemente y a escuadra en las mordazas, sin tocar los lados del plato de montura oscilante; el peso debe quitarse y desatornillarse el seguro del embolo para aplicar la tensión especificada a la tira de prueba. Colocar el contador en cero y el ventilador casi tocando la unidad de prueba y la pieza de plegado. Luego se debe arrancar el ventilador y el motor del instrumento, doblando la tira a razón uniforme de 175 ± 25 dobles plegados por minuto hasta que se rompa. El número de dobles pliegues antes de la ruptura debe ser anotado.

El resultado de la prueba se expresa por el logaritmo decimal del número de

dobles dobleces hechos a la unidad de prueba antes de su ruptura, para cada dirección del sentido del hilo del papel. Estos resultados al igual que las pruebas anteriores se comparan con la especificación del suplidor del papel.

El desarrollo de ésta prueba esta basado en las normas:

TAPPI T-511-SU-69 y UNE-57-054-75.

c) **CARACTERISTICAS OPTICAS**
BLANCURA

Para la prueba de blancura, es necesario definir el término factor de reflectancia (R); consiste en la relación, expresada en porcentaje, entre la radiación reflejada por un cuerpo y la radiación reflejada por un difusor reflector perfecto en las mismas condiciones.

El factor de reflectancia intrínseca (R_i) es el factor de reflectancia de un conjunto de hojas superpuestas del material ensayado, lo suficientemente grueso como para ser opaco.

El factor de reflectancia difusa en el azul (grado de blancura) es el factor de reflectancia intrínseca determinado a una longitud de onda efectiva de 457 nm con un reflectómetro.

Esta prueba tiene por objetivo indicar el método para medir el grado de blancura del papel. Para el análisis de esta prueba, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro que es un aparato utilizado y equipado para medir el grado de blancura.

El área mínima para las unidades de prueba es de $7.5 \times 15 \text{ cm}^2$, las cuales deben estar exentas de marcas de agua, impurezas o cualquier otro defecto visible del papel; deben utilizarse como mínimo cuatro y deberán protegerse contra cualquier contaminación, así como a la exposición innecesaria de luz, colocando una tapadera de cartón suficientemente grueso en la parte superior del grupo y otra en la parte inferior.

El procedimiento de esta prueba consiste en comprobar primeramente que los filtros adecuados se encuentran en los haces luminosos y luego se quitan las tapas superior e inferior del paquete de unidades de prueba; sin tocar la zona de ensayo, se mide el factor de reflectancia intrínseca de la primera hoja, siguiendo las instrucciones operatorias del aparato utilizado, luego se anota la lectura correspondiente con una precisión de 0.1 unidades. Se separa la unidad de prueba superior que se colocará en último lugar, efectúa la medida del factor de reflectancia de la segunda unidad de

prueba y se repite el procedimiento hasta haber tomado lectura a todas las unidades de prueba que conforman la probeta. Luego debe realizarse lo mismo para la cara inferior de las unidades de prueba.

El resultado de esta prueba se expresa por el valor promedio de la reflectancia intrínseca de ambas caras, siempre y cuando la diferencia entre el valor promedio y el valor de una cara del papel no difiera más del 0.5%, ya que en dicho caso se debe tomar el valor promedio de la reflectancia intrínseca de ambas caras por separado; dicho valor debe compararse con el especificado por el proveedor del papel.

El desarrollo de esta prueba se basa en las normas:

UNE-57-060-77 y UNE-57-062-72.

□ OPACIDAD

Para la prueba de la opacidad, es necesario definir los siguientes términos: factor de reflectancia luminosa (R_L) que corresponde al atributo de la sensación visual, por la cual una hoja de papel sobre fondo negro, se considera que refleja luz incidente. Factor de reflectancia luminosa intrínseca (R_{Li}) es el factor de reflectancia luminoso de un conjunto de hojas superpuestas, lo suficientemente grueso como para ser opaco. Opacidad es la relación, expresada por el tanto por ciento que hay entre el factor de reflectancia luminosa de una hoja de papel, sobre fondo negro, y el factor de reflectancia luminosa intrínseca de el mismo grupo de hojas de papel.

Para determinar las reflectancias, se utiliza un instrumento denominado reflectómetro, el cual se utilizó en la prueba de la blancura.

El procedimiento es básicamente el mismo que se utilizó en la prueba de blancura para el valor de la reflectancia intrínseca, y para la reflectancia luminosa se efectúan las lecturas utilizando el cuerpo negro como apoyo de la unidad de prueba, y se anotan las correspondientes lecturas.

El resultado de la prueba se expresa por la relación que existe entre la reflectancia luminosa y la reflectancia luminosa intrínseca para cada cara del papel, debe como mínimo calcularse con tres cifras significativas.

$$O = R_L/R_{Li}$$

donde,

O = Opacidad

R_L = Reflectancia luminosa

R_{LI} = Reflectancia luminosa intrínseca

Se calcula la opacidad promedio para cada cara del papel y se anotan los valores correspondientes a cada espécimen de la muestra; al igual que en la prueba de blancura los valores de ambas caras no deben diferenciar por más del 0.5 %, en caso contrario, se tomarán independientemente los valores de cada cara del papel.

Estos valores promedio deben compararse con el valor especificado por el suplidor del papel.

El desarrollo de esta prueba se basa en las normas:

UNE-57-062-72 y UNE-57-060-77.

E) REPORTE DEL MUESTREO

Es conveniente elaborar una descripción del embarque o lote muestreado, indicando el tipo de papel, el nombre del suplidor, el país de procedencia y algunos datos específicos que deben incluirse como los siguientes:

- a) Tipo y grado del papel con una referencia a la especificación
- b) Dimensiones de las bobinas, polines u otras formas de empaque que se utilicen para proveer el papel.
- c) Cantidad total medida en libras, kilos, resmas o la más conveniente del embarque, incluyendo la identificación del o los lotes de fabricación que lo componen.
- d) Número de la orden de compra que ampara el embarque.
- e) Definición del tamaño del lote o sublotes de muestreo que componen el embarque, de tal forma que la selección de la muestra sea representativa.
- f) Localización del lugar del muestreo (bodega o fábrica).
- g) Descripción y cuantificación de cualquier porción del embarque o lote, que se estime con daños físicos.
- h) Fecha de realización del muestreo.

- F) PROCEDIMIENTO DE ACEPTACION O RECHAZO DE UN LOTE DE MATERIA PRIMA.**
- a) Determinar el tamaño del lote o sublote a muestrear (N).
 - b) Determinar el tamaño de la muestra (n), según la tabla No. 1 del Anexo 1.
 - c) Extraer las unidades de prueba de cada espécimen de la muestra, de acuerdo con los métodos de prueba especificado en el análisis de cada característica del papel.
 - d) Evaluar los especímenes para cada característica y compararlo con la especificación.
 - e) Si el valor promedio que representa a un espécimen de la muestra no cumple con las especificaciones, debe considerarse como defectuoso.
 - f) El número de unidades defectuosas debe compararse con la tabla No. 1 Anexo 1, y así determinar si se acepta o rechaza el lote para los casos de muestreo doble se vuelve a extraer las unidades de prueba y se repite el procedimiento y se acumulan los datos, los cuales se comparan con los números de aceptación y rechazo para el muestreo doble.

4.3 TINTAS

4.3.1 INTRODUCCIÓN

El control de calidad aplicado a la recepción de las tintas destinadas a la impresión offset, tiene como objeto la evaluación de las características de mayor importancia, utilizando para ello la inspección de muestras a las cuales se les aplica un determinado procedimiento de prueba, según las características que se analicen. El resultado obtenido en el procedimiento de prueba debe compararse con las especificaciones acordadas con el suplidor de dichas tintas, para la aceptación o rechazo del lote respectivo.

4.3.2 DEFINICIONES

A) LOTE

El lote (L) consiste en una cantidad del mismo batch de producción de tinta de un color y tipo determinado, sobre la cual se desea obtener un resultado; éste debe ser acorde a la especificación proporcionada por el suplidor; dicho resultado se obtiene examinando una pequeña porción denominada Muestra.

B) MUESTRA

La muestra (n) es un conjunto de unidades de prueba, la cual debe seleccionarse de acuerdo con un determinado procedimiento, para que sea representativo del lote.

C) UNIDADES DE PRUEBA

Es una porción de tinta pequeña que se le aplica cada una de las diferentes pruebas según las características analizadas.

D) MÉTODO DE PRUEBA

Es el procedimiento que efectúa todas las operaciones necesarias para obtener un valor único de las características evaluadas, el cual se compara con la especificación proporcionada por el suplidor para saber si se acepta o rechaza el lote.

4.3.3 PROCEDIMIENTO

El lote debe determinarse de acuerdo con las unidades recibidas en un mismo embarque, del mismo suplidor, tipo y color. Luego debe seleccionarse la muestra, para lo cual es necesario que todos los botes de un mismo lote se identifiquen por medio de un número de control, el cual a su vez servirá para determinar los elementos de la muestra por medio de una tabla de números aleatorios.

Para determinar el tamaño de la muestra, que está en función del tamaño del lote y del nivel de inspección aplicado, se utiliza la tabla No. 1 del Anexo 2, la cual

está basada en la Militar Standard 105 para un plan de muestreo sencillo; éste por experiencia ha demostrado ser el más adecuado y económico que satisface el requerimiento de calidad de tintas.

Una vez se ha seleccionado la muestra, se procede a extraer las unidades de prueba según se especifique en el método de prueba de la característica analizada; las unidades de prueba deben acondicionarse en pequeños recipientes cerrados de tal forma que queden aisladas de cualquier contaminación del exterior, y deben identificarse de acuerdo con el bote donde fueron extraídas.

Las principales características de la tintas son: longitud de la tinta, tonalidad, tamaño del grano, brillo, densidad, transparencia, etc.

La longitud de la tintas litográficas de preferencia deben ser largas.

La tonalidad de una tinta se especifica por medio de una muestra húmeda, la cual consiste en una pequeña porción de tinta almacenada en un recipiente perfectamente cerrado, que generalmente se utiliza como patrón proporcionado por el suplidor de tintas.

El tamaño del grano para las tintas litográficas se especifica dentro del rango de una a cuatro micras, considerando como tolerancia aceptable \pm una micra, sobre el valor que especifique el fabricante.

El brillo, al igual que la tonalidad, queda especificado por medio del estándar establecido en la muestra húmeda y el sustrato a que se le aplique.

La densidad se especifica por el proveedor de tintas y se considera como una tolerancia normal de variación \pm 5 % sobre el valor especificado.

La transparencia queda determinada por medio de una prueba de arrastre del estándar establecido; generalmente para dicho arrastre se utiliza una boleta denominada Draw-Down sheet.

La prueba para la comprobación de la longitud de la tinta consiste en tomar una pequeña porción de tal manera que pueda acomodarse en el dedo índice; luego dicho dedo debe hacer contacto con el pulgar de la misma mano, para que cuando estos dedos se separen, la tinta forme un hilo. Si el hilo que se forma llega aproximadamente a tener una longitud de un centímetro, se considera que la tinta es corta; pero si el hilo llega a tener una longitud de aproximadamente tres centímetros, se considera que la tinta es larga.

Por ser esta evaluación subjetiva, el resultado depende mucho del criterio del

supervisor de calidad que la aplique.

La prueba para la tonalidad consiste en la comparación de tonalidad e intensidad de color entre una película de tinta estándar y la que se desea evaluar, ambas aplicadas en un fondo blanco. Esta prueba también se conoce con el término de prueba de espátula. Esta prueba debe hacerse en una boleta especial denominada Standard draw-down sheet, en la cual del lado derecho se analiza la tinta estándar y del lado izquierdo la tinta que se desea evaluar; además dicha boleta posee una franja negra, la cual sirve para comparar la transparencia de ambas tintas.

El procedimiento para efectuar la prueba de espátula básicamente consiste en; tomar una porción de la tinta patrón y otra de la tinta que se desea evaluar; se colocan ambas porciones, la primera del lado derecho y la segunda del lado izquierdo de la boleta de prueba, luego se efectúa el arrastre de ambas tintas con una espátula plana; de tal forma que se deja en la parte superior dos franjas con tono tenue y en la parte inferior con tono sólido; el traslado del tono tenue al tono sólido debe ser gradualmente.

Luego debe determinarse si existen diferencias de tonalidad, intensidad y transparencia entre ambas tintas. En caso de no haber una diferencia notoria o apreciable entre las tintas, significa que la tinta evaluada cumple con las especificaciones; en caso contrario, no.

La prueba para evaluar el tamaño del grano consiste en determinar el grado de molienda de la tinta por medio de un instrumento denominado Monómetro, el cual consiste en un bloque de metal estable que contiene dos pistas, cada una de ellas con una profundidad que varía gradualmente; dicha profundidad se encuentra calibrada de 0 a 10 micras, tomándose la lectura en la escala generalmente ubicada al lado izquierdo del bloque donde se determinará el grado de molienda de la tinta que se desea evaluar con el patrón especificado.

El procedimiento de la prueba del tamaño del grano consiste en colocar las dos tintas en el monómetro y con una espátula se realiza el arrastre de ambas tintas, y se dejan de esa manera dos franjas de tinta, las que se analizan de la forma siguiente: Debe observarse la franja de tinta de cada pista para poder apreciar la presencia de unas líneas debidas al arrastre de pigmentos salientes y luego se determina el límite superior del área donde se encuentran concentradas dichas líneas y se procede a tomar la lectura en la escala del instrumento. Después de tomar la lectura de molienda, tanto

para la tinta estandar como para la tinta que se desea evaluar, se comparan dichas lecturas y se observa que entre ellas no debe haber una diferencia mayor de una micra para considerarla que cumple con la especificación.

Finalmente la prueba de la densidad consiste en la comprobación de la relación del peso sobre el volumen de la tinta. Dicha relación afecta directamente el rendimiento de la tinta en la impresión.

El procedimiento de análisis de la densidad se inicia tomando un recipiente con fondo curvo y de volumen conocido en el cual se deposita la cantidad de tinta que llene el recipiente, luego se pesa y se aplica la relación siguiente:

$$D = P/V$$

donde,

D = Densidad

P = Peso

V = volumen

Para que dicha relación pueda calcularse, previamente hay que tarar el recipiente utilizado. El resultado así obtenido se compara con la especificación proporcionada por el fabricante de la tinta; si la diferencia entre ambos valores es mayor del 10 %, se dice que la tinta no cumple con la especificación.

Los defectos más comunes en las tintas litográficas son; longitud de tinta corta, que provoca problemas de transferencia en la batería de entintado de la máquina impresora; defectos en la tonalidad que provocan un cambio en la apariencia del impreso; tamaño del grano de la tinta muy grande, que causa daños en las placas de impresión y acelera el desgaste en los rodillos entintadores; tinta con falta de concentración provocan problemas como el repinte, empaste de los rodillos y bajo rendimiento. Por tales problemas, es necesario mantener un control de calidad en el ingreso de las tintas, para que no se presenten en el proceso.

4.3.4 **PROCEDIMIENTO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DE UN LOTE DE TINTA**

- a) Determinar el tamaño del lote (L) o sublote a muestrear.
- b) Considerar el plan de muestreo sencillo con inspección normal y un nivel general de inspección I con un límite de aceptación (AQL) del 6.5 %, según la norma Militar Standard 105 .
- c) Determinar el tamaño de la muestra (n) según la tabla No. 1 del anexo 2, en la cual se relaciona el tamaño del lote con el nivel de inspección; el resultado de la búsqueda en la tabla No. 1 es una letra clave la cual directamente indica el tamaño de la muestra en la tabla No. 2 del anexo 2.
- d) Extraer cinco especímenes o muestras húmedas de cada elemento de la muestra y evaluar en ellas cada una de las características.
- e) El número de unidades defectuosas debe compararse con el número de aceptación o rechazo que aparece en la tabla No. 2 anexo 2 en la columna correspondiente al nivel de aceptación del 6.5 %.
- f) En el caso de que el número de unidades defectuosas sea mayor o igual que el número de rechazo, se debe rechazar el lote.
- g) En el caso de que el número de unidades defectuosas sea menor o igual que el número de aceptación, aceptar el lote.

4.4 ✓ CONTROL DE MATERIALES

4.4.1 INTRODUCCIÓN

Los materiales de la impresión offset deben someterse a un control de calidad de recepción, con el objeto de asegurar el comportamiento estable de los mismos durante el proceso hasta donde sea posible.

Este control sirve para analizar aquellas características para las cuales no sea necesario ningún equipo o instrumento sofisticado.

4.4.2 ✓ PLANCHAS

Las planchas o placas litográficas presentan una gran cantidad de propiedades químicas, las cuales pueden controlarse adecuadamente en un laboratorio especializado; sin embargo, dichas características serán analizadas sólo cuando exista indicio de falla, en alguna de ellas. La característica que generalmente se somete a la inspección en la recepción de las placas es el calibre, verificando su homogeneidad por medio de un calibrador Pálmer.

El sistema de control para las placas consiste en extraer una muestra del lote, la cual se inspecciona de tal forma, que se efectúan como mínimo cuatro mediciones a cada espécimen en diferentes lugares; el promedio de estas lecturas es el valor que las represente. Se especifica como tolerancia normal de variación para esta característica $\pm 0.001"$; el resultado de la inspección debe compararse con el valor especificado por el proveedor de las placas.

4.4.3 ✓ CAUCHOS

El control de calidad en la recepción de los cauchos o mantillas, se reduce al control del calibre el cual es conveniente que sea homogéneo para garantizar que no hayan áreas dentro del caucho que provoquen una sobrepresión o deficiencia de presión las cuales dañan directamente la impresión.

El método más adecuado para la determinación del calibre de un caucho es el comúnmente denominado de carga pasiva. El calibrador Cady consiste básicamente de una escala o dial en la que se toma la lectura; son dos platillos que tienen un diámetro de 0.5625" ó 0.183" dependiendo de la precisión del instrumento y de un cuerpo de metal, el cual puede tener una garganta de 3 a 6" de luz.

Al igual que para las placas, también para los cauchos, el sistema de control consiste en extraer una muestra que se somete a inspección, y se considera que la tolerancia de variación es de ± 0.001 " para cauchos normales y de 0.003 " para cauchos compresibles; el resultado final se compara con la especificación proporcionada por el fabricante.

- 4.4.4 **PROCEDIMIENTO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DE UN LOTE DE PLACAS O CAUCHOS**
- a) Determinar el tamaño del lote (L) o sublote que se va a muestrear
 - b) Considerar el plan de muestreo sencillo con inspección normal y un nivel general de inspección I con un límite de aceptación del 10 % (AQL) según la norma Mil-Std-105 D (norma ABC).
 - c) Determinar el tamaño de la muestra (n) según la tabla No. 1 del anexo 2 en la cual se relaciona el tamaño del lote con el nivel de inspección. El resultado de la búsqueda en la tabla No. 1 es una letra clave la cual directamente indica el tamaño de la muestra en la tabla No. 2 del anexo 2.
 - d) Efectuar cinco mediciones sobre cada espécimen analizado en diferente lugar del caucho; el promedio de estas mediciones es el valor representativo, siempre que no se salgan del rango especificado por las tolerancias.
 - e) Se considera como unidad defectuosa aquel espécimen que posee un promedio fuera de tolerancia; en caso contrario, la unidad es aceptable.
 - f) El número de unidades defectuosas debe compararse con el número de aceptación o rechazo que aparecen en la tabla No. 2 en la columna correspondiente a un AQL del 10 %.
 - g) En el caso de que el número de unidades defectuosas sea mayor o igual que el número de rechazo, hay que rechazar el lote.
 - h) En el caso de que el número de unidades defectuosas sea menor o igual que el número de aceptación, se debe aceptar el lote.

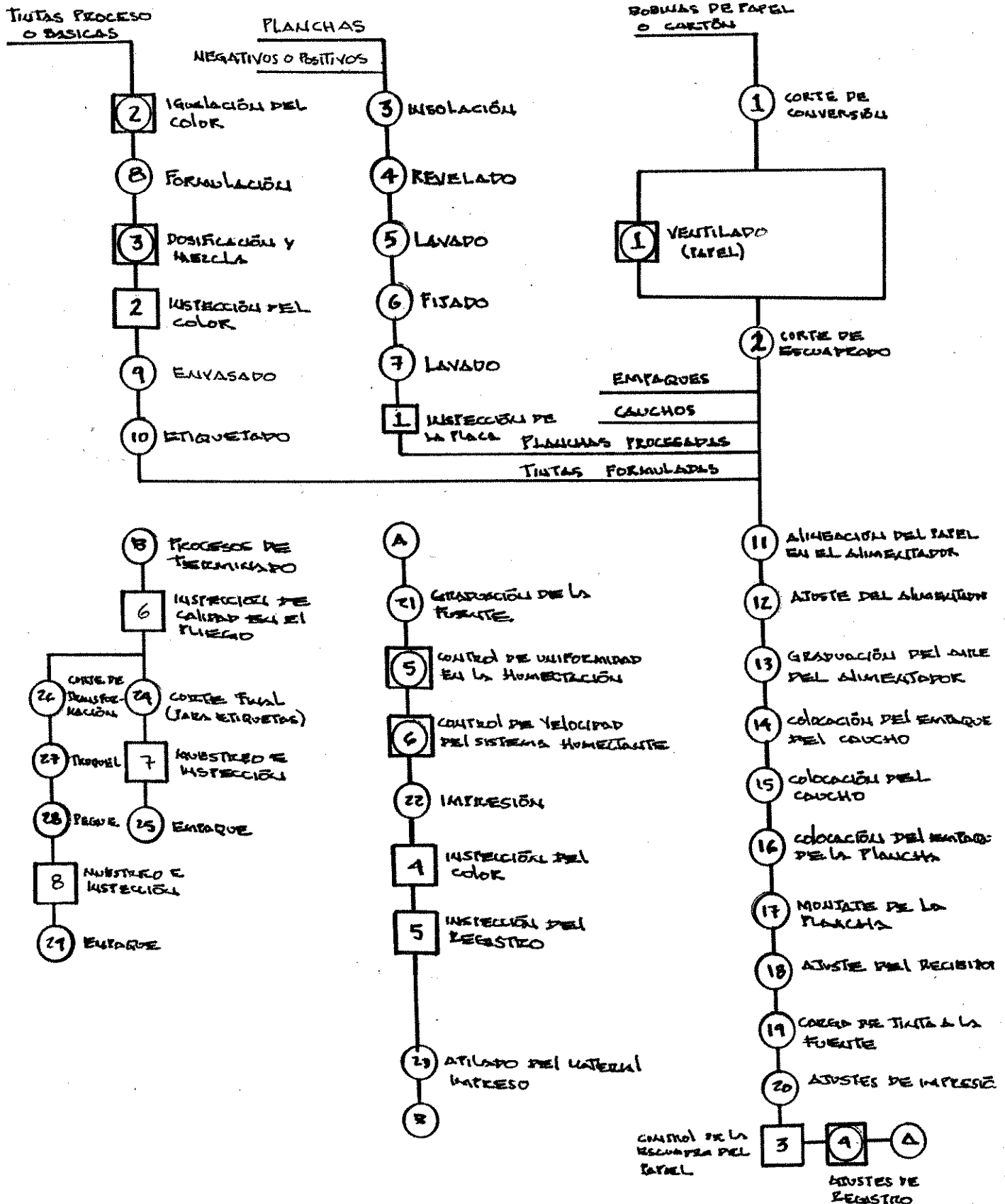
4.5 CONTROL DEL PROCESO

4.5.1 DESCRIPCIÓN

El proceso de la impresión offset principalmente consiste en una serie de operaciones e inspecciones íntimamente relacionadas entre sí, las cuales se efectúan sobre la prensa.

El diagrama de operaciones del proceso de la impresión litográfica offset queda definido de la forma siguiente:

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE IMPRESION LITOGRAFICA OFFSET



4.5.2 SISTEMA DE CONTROL

A) OBJETIVO

La creación de un sistema de control de calidad en el proceso de impresión obedece a los principales aspectos siguientes:

- Desconocimiento de las tolerancias permisibles.
- Variación excesiva en las características de los impresos realizados.
- Inhabilidad para controlar y mantener una calidad uniforme y consistente.

El diseñar un sistema de calidad que minimice los aspectos mencionados, se dificulta debido a la escasez de entrenamiento profesional y a las profundas tradiciones arraigadas en la confianza del artesano. Un buen sistema de control de calidad debe reorganizar las tradiciones empíricas y darles un giro adecuado que permita aplicar acertadas políticas de dirección, supervisión, operación e inspección.

B) DESCRIPCIÓN

El proceso de impresión generalmente es intermitente o sea que se producen varios pedidos diferentes en un período corto de tiempo; por la naturaleza del mismo, cada pedido para su producción necesita de dos tiempos; el primero se le denomina tiempo de preparado o arreglo, y al segundo, tiempo productivo ó tiraje. El tiempo de preparado es donde se efectúa una serie de operaciones e inspecciones para que la prensa sea ajustada y dejarla lista para imprimir.

En este tiempo, la inspección de calidad consiste en comparar los colores (verificando tanto su densidad como su tonalidad) con el estándar establecido; también debe verificarse el registro (tanto en textos, como líneas u otros elementos que contenga el diseño), etc. Después de efectuar constantes comparaciones con las especificaciones del impreso de tal forma que coincidan se debe de dar la aprobación para el inicio del tiraje (OK de arranque).

En el tiempo de preparado, no se efectúa ningún registro de control de calidad debido a que las unidades o pliegos impresos en dicho período son apartados y no forman parte de la producción; el material utilizado forma parte de el desperdicio inherente al proceso (Scrap).

El tiraje o tiempo productivo es donde la unidad impresora comienza a imprimir en forma continua. En este período se efectúan las inspecciones a los pliegos en forma aleatoria, y se basan en el total de pliegos que se va a imprimir en el tiempo promedio de

duración de la impresión. En dicho período, se evalúa cada pliego inspeccionado de acuerdo con las especificaciones y se registran los datos necesarios para la elaboración de gráficos de control, rangos etc. Es importante reunir rápidamente los datos necesarios para el inicio de los gráficos de control, porque de eso depende la efectividad del control de calidad.

4.5.3 CARACTERÍSTICAS

A) COLOR

Esta característica es de gran importancia en el control de calidad del proceso de impresión offset y consiste principalmente en la impresión óptica que los rayos de luz reflejados por un cuerpo producen en el sensorio común por medio de la retina del ojo. El color se divide básicamente en dos conceptos: la tonalidad y la densidad.

La tonalidad puede definirse simplemente como el gradiente de color o sea la medida en que un color se ajusta a otro. La tonalidad es una característica que generalmente se evalúa con base en el ojo humano sin utilizar instrumento alguno; es muy importante por tal motivo el criterio utilizado para su evaluación.

La densidad consiste en la cantidad de color contenida en un impreso, la cual se controla utilizando un instrumento denominado densitómetro que funciona a través de la reflexión de los colores.

B) REGISTRO

El registro consiste en el ajuste que debe existir entre los colores que conforman el impreso. Su control puede efectuarse de diferentes formas; generalmente se utilizan las cruces de registro que en su forma más sencilla consisten en dos líneas de aproximadamente de 0.5 cms. de longitud encontradas entre sí formando una cruz. Las cruces de registro se ubican en puntos claves del pliego y en cada uno de los colores que contenga el impreso, de tal forma que cuando la impresión se realice las cruces deben coincidir.

4.5.4 TOLERANCIAS

Las tolerancias dependen directamente de la característica que se esté evaluando; para la tonalidad que se evalúa de acuerdo con una muestra que comúnmente se le conoce con el nombre de parche de color, no es más que un espécimen impreso bajo condiciones controladas. La tolerancia de la

tonalidad se define por medio de los parches máximo y mínimo; rango que debe obedecer a las variaciones normales de impresión debidas a factores propios del proceso.

Para la densidad las tolerancias se basan en una tarjeta patrón que sirve para ajustar el densitómetro; esta tarjeta es proporcionada por el fabricante del instrumento y debe actualizarse semestralmente.

Las tolerancias para las lecturas densitométricas son según el tipo de instrumento utilizado; generalmente para controlar impresiones offset, se utiliza el densitómetro de reflexión el que tiene las siguientes tolerancias para los colores proceso (se denominan así a los colores básicos utilizados en la impresión de una fotografía) :

| COLOR | VALOR DENSITOMÉTRICA STANDARD | TOLERANCIA (±) |
|----------|----------------------------------|---------------------|
| NEGRO | 1.85 | 15 % |
| CYAN | 1.45 | 10 % |
| MAGENTA | 1.40 | 10 % |
| AMARILLO | 1.00 | 5 % |
| OTROS | | 10 % |

REGISTRO

Para efectuar el control del registro, es necesario utilizar un lente con, por lo menos, ocho aumentos de tal forma que facilite al ojo humano ver la coincidencia de las cruces. Esta característica por ser subjetiva se evalúa de acuerdo con el sistema de pasa ó no pasa, por lo tanto, la tolerancia está sujeta al criterio del inspector.

4.5.5 TECNICA DE CONTROL

A) PROCEDIMIENTO

El procedimiento consiste en efectuar un muestreo continuo cuando la unidad impresora esté en plena producción, luego se analiza cada espécimen extraído y se acumula la información pertinente para la elaboración de los gráficos. Para la densidad del color, se efectúan las mediciones densitométricas para

cada especimen y cuando se efectúen las lecturas suficientes, se elabora el gráfico de control de promedios para la evaluación del comportamiento de dicha característica, así también con el registro y la tonalidad se obtienen los datos de cada especimen analizado de tal forma que se puedan elaborar los gráficos de control de fracción defectiva (P).

Aunque las principales características se encuentren bajo control, siempre es necesario tomar en cuenta todos aquellos aspectos que carecen de importancia por sí solos, sin embargo; en conjunto afectan considerablemente la calidad de la impresión obtenida. Para tal efecto, se debe desarrollar el concepto del índice de control de calidad de impresión (ICI), el cual es una relación experimental que pondera la incidencia de los distintos defectos que se pueden presentar en la impresión offset.

El ICI será un valor único que represente un período de tiempo como, por ejemplo, un turno, un día de trabajo, un mes, etc, y servirá como un factor de comparación. De los valores del ICI se pueden elaborar gráficos que indiquen la historia del comportamiento de dicho factor.

B) MUESTREO Y PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

El muestreo básicamente consiste en extraer los especímenes periódicamente y al azar, los cuales deben ser analizados inmediatamente después de su extracción y cuyos datos se deben registrar en las tablas diseñadas para tal efecto.

Cuando no existe historia previa del comportamiento de las características, se debe proceder a extraer cinco especímenes cada quince minutos con el afán de recolectar los datos para la elaboración de los gráficos lo más pronto posible.

La preparación y forma de evaluar los especímenes depende de las características que se analicen.

Para la tonalidad se extraen los pliegos que conforman la primera muestra y se analizan utilizando el estándar definido previamente. El análisis consiste simplemente en una comparación visual entre el estándar y ciertas áreas del especimen que a juicio del inspector sean las más representativas; en ningún caso, el color debe estar fuera del rango máximo y mínimo previamente definidos, porque el especimen se califica como defectuoso.

Para la densidad, se toman los pliegos que conforman la muestra, luego se efectúan las lecturas densitométricas principalmente a lo largo del pliego para cada color que contenga el impreso y se anotan en la hoja respectiva calculando el promedio para tener un valor unico que la represente; dicho valor se registra en la tabla de datos, es importante hacer notar que ningun promedio debe ser mayor o menor que las tolerancias permisibles, para poder dar por aceptable la muestra; en caso contrario, se califica el especimen como defectuoso.

Para el registro al igual que las características anteriores, se toman los pliegos que conforman la muestra, luego se analizan las cruces de registro que el pliego contenga y se define si las cruces están correspondientes una con otra principalmente para los diseños que tengan varios colores. En el caso de que el ajuste de las cruces sea inadecuado, el especimen se califica como defectuoso.

C) INSTRUMENTACIÓN

Los instrumentos necesarios para efectuar las evaluaciones son los siguientes:

- Lupa o lente con un mínimo de ocho aumentos; existe una gran cantidad de ellas, sin embargo, la más comun es aquella que cuenta con un lente en la parte superior y una escala de una pulgada en el pie del sosten, la cual sirve para evaluar la cantidad de líneas por pulgada cuadrada que contengan los impresos.
- Mesa con una lámpara de luz blanca neutral, que servirá para efectuar la evaluación de la tonalidad.
- Un compás; el de mayor utilidad es aquel que contiene dos puntas que sirven para efectuar comparaciones rápidas de distancia.
- Una escuadra 90,45 y 45 ° para verificar el escuadrado de los pliegos impresos.
- Un densitómetro; el más utilizado es el de reflexión y sirve para efectuar las lecturas densitométricas como evaluación de la densidad. Existen una gran variedad de estos instrumentos, que adicionalmente de proporcionar la lectura densitometrica, también proporcionan información adicional como la medición densitometrica diferencial relativa a la referencia del tono lleno, la medición de la cobertura superficial, y la introducción de la referencia del papel o del blanco.
- Muestrario general de defectos que sirve como auxiliar al supervisor en la evaluación de los distintos tipos de defectos que puedan presentarse en los

especímenes de la muestra analizada.

D) **ÍNDICE DE CALIDAD DE IMPRESIÓN**

El índice de calidad de impresión consiste en una relación que pondera la incidencia de los defectos que se presentan en la muestra analizada; es un valor único que va a depender de las cantidades de defectos que se presenten en la producción. Este índice se utiliza para determinar un nivel de calidad relativo; se dice relativo porque sirve básicamente para hacer comparaciones, por ejemplo el ICI del turno nocturno se compara con el ICI del turno diurno, el ICI de la prensa No. 1 se compara con el de la prensa No. 2, etc. El índice de calidad no es un porcentaje sino un valor que cada vez que se presenta un defecto se aleja de la perfección la cual numéricamente se representa por un 100 y se da cuando no existen defectos de ninguna índole en la producción.

La fórmula del ICI es una relación experimental que puede ajustarse según las condiciones propias del taller, la expresión matemática que ha dado buenos resultados en la práctica es la siguiente:

$$ICI = 100 - [10(A X_1 + B X_2 + C X_3)]/n$$

donde,

X_1 = Número de especímenes con defectos menores

X_2 = Número de especímenes con defectos mayores

X_3 = Número de especímenes con defectos críticos

n = Número total de especímenes de la muestra

A, B, C = Constantes de ponderación, las cuales se determinan experimentalmente $A = 15$, $B = 35$ y $C = 100$

Cuando el resultado del cálculo de la fórmula del índice de calidad de impresión ICI proporcione un valor negativo, sin importar cuál fuere éste, debe asignársele por definición un valor de cero. Esto implicará que los defectos tengan una gran influencia negativa en la calidad de la producción y por lo tanto deberá analizarse a qué se debe la presencia de los mismos.

4.6 MCDELO PRÁCTICO

4.6.1 CONTROL DE CALIDAD EN EL INGRESO DE LA MATERIA PRIMA

A) PAPEL Y CARTÓN

B) TINTAS

A) PAPEL Y CARTÓN

El ingreso del papel y cartón se anota en la boleta de ingreso de materia prima, que básicamente contiene información referente a la procedencia, proveedor, tipo de material, fecha de ingreso, cantidad, etc.

**BOLETA DE INGRESO DE MATERIA PRIMA
LITOGRAFÍA LAS 3 B**

| PROVEEDOR: Continental Forest | | FECHA: 15/08/92 | | |
|-------------------------------|-------------|--------------------|-------|---------------|
| PROCEDENCIA: USA | | CODIGO: 5020 | | |
| MATERIAL: Cartón Blanco | | GRAMAJE: 220 g. | | |
| CALIBRE: 0.012" | | BULTOS: 15 Bobinas | | |
| CANTIDAD: 39,525 Lbs. | | DIÁMETRO: 55" | | |
| ANCHO: 52" | | | | |
| LOTE No. 625 | | | | |
| No. BOBINA | PESO (Lbs.) | ESTADO FÍSICO | | OBSERVACIONES |
| | | Malo | Bueno | |
| 1 | 2425 | | X | |
| 2 | 2350 | | X | |
| 3 | 2600 | | X | |
| 4 | 2800 | | X | |
| 5 | 2700 | | X | |
| 6 | 2000 | | X | |
| 7 | 2650 | | X | |
| 8 | 2525 | | X | |
| 9 | 2650 | | X | |
| 10 | 2475 | | X | |
| 11 | 2450 | | X | |
| 12 | 2520 | | X | |
| 13 | 2830 | | X | |
| 14 | 2850 | | X | |
| 15 | 2900 | | X | |

IMPRESIÓN DE LA BOLETA DE INGRESO DE MATERIA PRIMA
Bibliografía Cartón

Luego de dar ingreso al material, debe procederse con la extracción de la muestra, la cual se determina por medio de la tabla No. 1 del Anexo 1 donde; de la boleta de ingreso se deduce que el lote $N = 15$ que se encuentra en el intervalo de 11 a 100 unidades y le corresponde un tamaño de muestra $n = 5$ unidades con un número de aceptación $Ac = 0$ y un número de rechazo $Re = 1$, lo que indica que con una bobina de la muestra que se rechace, se debe rechazar todo el lote.

Las bobinas que se muestrean se escogen utilizando la tabla No. 2 del Anexo 1 de números aleatorios para garantizar la representatividad.

| CUADRO DE MUESTREO | |
|-----------------------------------|-------------|
| MUESTRA No. 1 LOTE No. 625 | |
| No. DE BOBINA | PESO |
| 7 | 2650 |
| 9 | 2525 |
| 1 | 2425 |
| 10 | 2475 |
| 3 | 2600 |

Para la extracción de las unidades de prueba; deben seguirse las instrucciones dadas en el método de prueba para cada característica del papel o cartón, que es de la siguiente forma:

| UNIDADES DE PRUEBA | | | |
|--------------------|-------------------------|----------|-----------------------|
| CODIGO | PRUEBA | CANTIDAD | TAMAÑO |
| 21 | Gramaje | 4 | 10.0X 10.0 Cms cuad. |
| 22 | Calibre | 4 | 10.0X 10.0 Cms cuad. |
| 23 | Absorción de agua | 4 | 12.5X 12.5 Cms. cuad. |
| 24 | Resistencia Superficial | 6 | 10.0X 10.0 Cms cuad. |
| 25 | Resistencia al Desgarro | 4 | 12.5X 12.5 Cms cuad. |
| 27 | Resistencia al Plegado | 8 | 1.5X 15.0 Cms cuad. |
| 28 | Blancura | 4 | 7.5X 15.0 Cms cuad. |
| 29 | Opacidad | 4 | 7.5X 15.0 Cms cuad. |

Como hay pruebas que pueden realizarse con las unidades de prueba de otra, las unidades de prueba que deben extraerse de cada bobina son: 10 a tamaño de 10.0 X 10.0 centímetros cuadrados, 8 a tamaño de 12.5 X 12.5 centímetros cuadrados y 4 a tamaño de 7.5 X 15.0 centímetros cuadrados. Para que los resultados no se sean afectados con impurezas del medio ambiente, se recomienda que de cada bobina se eliminen las tres primeras vueltas y luego cortar las siguientes vueltas que se necesiten para extraer las unidades de prueba.

Luego de extraer las unidades de prueba, debe seguirse cuidadosamente el método de prueba para cada característica para efectuar las mediciones adecuadamente de cada una de ellas.

□ 21 Gramaje

Especificación: 220 g/m²

Tolerancia: ± 8 %

Área de la unidad de prueba: 10.0 X 10.0 cm²

tabla pag 62

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|-----|-----|-----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2107 | 210 | 220 | 218 | 225 | 218 |
| 2109 | 225 | 230 | 220 | 220 | 224 |
| 2101 | 215 | 210 | 216 | 208 | 212 |
| 2110 | 219 | 223 | 217 | 225 | 221 |
| 2103 | 220 | 225 | 220 | 215 | 220 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los promedios de cada espécimen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

□ 22 Calibre

Especificación: 0.012"

Tolerancia: ± 0.001 "

Área de la unidad de prueba: 10.0 X 10.0 Cm²

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|--------|--------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2207 | 0.0125 | 0.0118 | 0.0117 | 0.0121 | 0.012025 |
| 2209 | 0.012 | 0.0124 | 0.0123 | 0.0121 | 0.0122 |
| 2201 | 0.0128 | 0.0123 | 0.0125 | 0.0126 | 0.01255 |
| 2203 | 0.0116 | 0.0118 | 0.0126 | 0.0125 | 0.012125 |
| 2210 | 0.0118 | 0.012 | 0.012 | 0.0119 | 0.011925 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los promedios de cada especimen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

100000 (handwritten)

□ 23 Absorción de Agua

Especificación:

Índice de Cobb: 20.0

Tolerancia: $\pm 10\%$

Area de la unidad de prueba: 12.5 x 12.5 Cm²

Fórmula para el cálculo:

$$C_x = 100 M$$

donde,

C_x = Índice de Cobb

M = Diferencia de pesada en g.

Cálculo para la primera lectura:

$$C_1 = 100 (220.205 - 220.0) = 20.5$$

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2307 | 20.50 | 19.50 | 19.00 | 20.00 | 19.75 |
| 2309 | 21.00 | 21.50 | 20.00 | 20.50 | 20.75 |
| 2301 | 20.80 | 19.80 | 19.00 | 19.90 | 19.88 |
| 2310 | 20.50 | 19.00 | 20.00 | 21.50 | 20.25 |
| 2303 | 21.00 | 19.00 | 19.50 | 20.00 | 19.88 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los promedios de cada especímen se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

□ 24 Resistencia Superficial

Especificación: 8A
Tolerancia: Entre 7A y 8A
Área de la prueba: 10.0 X 10.0 Cm²

LADO A

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | |
|-----------|--------------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 2407 | 8 | 7 | 8 |
| 2409 | 8 | 8 | 8 |
| 2401 | 7 | 7 | 8 |
| 2410 | 8 | 8 | 8 |
| 2403 | 7 | 8 | 8 |

LADO B

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | |
|-----------|--------------------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 2407 | 8.00 | 7.00 | 7.00 |
| 2409 | 8.00 | 7.00 | 8.00 |
| 2401 | 7.00 | 8.00 | 8.00 |
| 2410 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| 2403 | 7.00 | 8.00 | 7.00 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque ningún valor estuvo debajo del número de cera especificado.

□ 25 Resistencia al Desgarro

Especificación:

Índice de desgarro 50

Área de la unidad de prueba 12.5 X 12.5 Cm²

Tolerancia: ± 10 %

Fórmula para el cálculo:

$$I_D = 100 A/G$$

$$A = SP/n$$

donde;

entonces;

$$n = 4$$

$$A = (28)(16)/4 = 112$$

$$P = 16$$

$$I_D = 100 (112)/220 = 50.9$$

$$S = 28$$

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | |
|-----------|--------------------|------------------|
| | Hilo longitudinal | Hilo transversal |
| 2507 | 51 | 51 |
| 2509 | 49 | 50 |
| 2501 | 47 | 49 |
| 2510 | 49 | 50 |
| 2503 | 51 | 52 |

El resultado de la prueba anterior fue satisfactorio porque los valores del índice de desgarro se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

□ 27 Resistencia al Plegado

Especificación:

Resistencia al Plegado 2.8

Tolerancia ± 0.06

Area de la unidad de prueba 1.5 X 15 Cm²

Fórmula para el cálculo:

$$R_p = \text{Log}_{10} L$$

donde;

L = Lectura de dobles
doblesces

Entonces;

cálculo para la primera lectura

$$R_p = \text{Log}_{10} (662)$$

$$R_p = 2.82$$

DIRECCIÓN MAQUINA

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2707 | 2.82 | 2.85 | 2.86 | 2.81 | 2.84 |
| 2709 | 2.86 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.82 |
| 2701 | 2.83 | 2.84 | 2.83 | 2.84 | 2.84 |
| 2710 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.81 | 2.80 |
| 2703 | 2.86 | 2.84 | 2.84 | 2.85 | 2.85 |

DIRECCIÓN CRUZADA

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2707 | 2.76 | 2.74 | 2.80 | 2.76 | 2.77 |
| 2709 | 2.78 | 2.78 | 2.77 | 2.78 | 2.78 |
| 2701 | 2.79 | 2.80 | 2.79 | 2.80 | 2.80 |
| 2710 | 2.79 | 2.81 | 2.79 | 2.80 | 2.80 |
| 2703 | 2.74 | 2.75 | 2.76 | 2.74 | 2.75 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedios se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

□ 28 Blancura

Especificación:

Factor de reflectancia intrínseca (R_{LI}) 85

Tolerancia $\pm 5 \%$

Area de la unidad de prueba 7.5 X 15.0 Cm²

CARA SUPERIOR

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|----|----|----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2807 | 85 | 86 | 85 | 86 | 85.50 |
| 2809 | 85 | 84 | 86 | 85 | 85.00 |
| 2801 | 85 | 84 | 83 | 85 | 84.25 |
| 2803 | 84 | 84 | 84 | 85 | 84.25 |
| 2810 | 85 | 85 | 86 | 85 | 85.25 |

CARA INFERIOR

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2807 | 84.00 | 84.00 | 83.00 | 84.00 | 83.75 |
| 2809 | 84.00 | 85.00 | 84.00 | 83.00 | 84.00 |
| 2801 | 85.00 | 82.00 | 84.00 | 84.00 | 83.75 |
| 2803 | 83.00 | 85.00 | 85.00 | 83.00 | 84.00 |
| 2810 | 82.00 | 83.00 | 82.00 | 86.00 | 83.25 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los valores promedio se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

□ 29 Opacidad

Especificación:

Opacidad 0.9

Tolerancia ± 8 %

Área de la unidad de prueba 7.5 X 15 Cm²

Fórmula para el cálculo:

$$O = R_L/R_{LI}$$

donde;

R_L = Reflectancia luminosa

R_{LI} = Reflectancia luminosa intrínseca

Entonces, el cálculo

de la primera lectura es:

$$O = 80/85.5 = 0.936$$

REFLECTANCIA LUMINOSA
CARA SUPERIOR

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|----|----|----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2807 | 80 | 81 | 79 | 80 | 80.00 |
| 2809 | 79 | 77 | 80 | 79 | 78.75 |
| 2801 | 78 | 79 | 79 | 80 | 79.00 |
| 2803 | 78 | 79 | 78 | 80 | 78.75 |
| 2810 | 79 | 80 | 81 | 80 | 80.00 |

OPACIDAD

| ESPECIMEN | PROMEDIO |
|-----------|----------|
| 2907 | 0.94 |
| 2909 | 0.93 |
| 2901 | 0.94 |
| 2903 | 0.95 |
| 2910 | 0.94 |

REFLECTANCIA LUMINOSA
CARA INFERIOR

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|-------|-------|-------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 2907 | 79.00 | 79.00 | 79.00 | 79.00 | 79.00 |
| 2909 | 80.00 | 79.00 | 80.00 | 78.00 | 79.25 |
| 2901 | 79.00 | 78.00 | 76.00 | 78.00 | 77.75 |
| 2903 | 77.00 | 78.00 | 78.00 | 77.00 | 77.50 |
| 2910 | 76.00 | 77.00 | 76.00 | 78.00 | 76.75 |

OPACIDAD

| ESPECIMEN | PROMEDIO |
|-----------|----------|
| 2907 | 0.94 |
| 2909 | 0.93 |
| 2901 | 0.93 |
| 2903 | 0.92 |
| 2910 | 0.93 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedio se encuentran dentro de la tolerancia especificada.

□ Reporte del muestreo

LITOGRAFIA LAS 3 B

| REPORTE DEL MUESTREO DE PAPEL O CARTÓN | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------|------------|
| MATERIAL | CARTÓN BLANCO | FECHA | 15/AGS/92 |
| PROVEEDOR | CONTINENTAL FOREST | CODIGO | 5020 |
| PROCEDENCIA | U. S. A. | ORDEN | 88297 |
| ANCHO | 52" | DIAMETRO | 55 " |
| CALIBRE | 0.012" | GRAMAJE | 220 g/m2 |
| CANTIDAD | 39525 Lbs | BULTOS | 15 Bobinas |
| NUMERO DE LOTE | 625 | No. INGRESO | 325 |
| ESPECIFICACIONES | | | |
| GRAMAJE | 220 | | |
| CALIBRE | 0.012 | | |
| ABSORCIÓN DE AGUA | 20 | ÍNDICE DE COBB | |
| RESISTENCIA SUPERFICIAL | 8A | | |
| RESISTENCIA AL DESGARRO | 50 | ÍNDICE DE DESGARRO | |
| RESISTENCIA AL PLEGADO | 2.8 | | |
| BLANCURA | 85 | REFLECTANCIA INTRINSECA | |
| OPACIDAD | 0.9 | | |
| ESTADO DEL LOTE | <input checked="" type="checkbox"/> | APROBADO | |
| | <input type="checkbox"/> | RECHAZADO | |
| NOMBRE DEL INSPECTOR | JUAN PEREZ | | |

B) TINTAS

El ingreso de las tintas se anota en la boleta de ingreso de materia prima.

BOLETA DE INGRESO DE MATERIA PRIMA
LITOGRAFIA LAS 3 B

| PROVEEDOR: Sun Chemical | | FECHA: 18/09/92 | | |
|-------------------------------|------------|------------------|-------|---------------|
| PROCEDENCIA: USA | | CÓDIGO: 2012 | | |
| MATERIAL: Tintas Litográficas | | BULTOS: 40 Botes | | |
| CANTIDAD: 100 Kg. | | No INGRESO: 480 | | |
| LOTE No. 815 | | | | |
| COLOR: Rojo | | | | |
| CANTIDAD | PESO (Kg.) | ESTADO FÍSICO | | OBSERVACIONES |
| | | Malo | Bueno | |
| 40 | 100 | | X | |

Luego de dar ingreso a las tintas, debe procederse a la extracción de la muestra, la cual se determina por medio de las tablas No. 1 y No. 2 del anexo 2.

Para un lote (L=40) se ubica en el intervalo de 26 a 50 unidades, aplicando un nivel de inspección I; le corresponde la literal "C", la cual indica en la tabla No. 2 un tamaño de muestra de 5 unidades con un número de aceptación de cero y un número de rechazo de uno, lo cual indica que con un bote de la muestra que se rechace, se debe rechazar el lote. Los botes que conformen la muestra son escogidos al azar.

Los botes que conforman la muestra se identifican en el cuadro siguiente:

| CUADRO DE MUESTREO MUESTRA No. 1 LOTE No. 815 | |
|--|------------|
| No. DE BOTE | PESO (Kg.) |
| 1 | 2.5 |
| 2 | 2.5 |
| 3 | 2.5 |
| 4 | 2.5 |
| 5 | 2.5 |

De los botes que constituyen la muestra, se toman muestras húmedas, las cuales consisten básicamente en una pequeña probeta cerrada con un volumen de aproximadamente 50 cm³, de la cual se tomarán las porciones de tinta para evaluar las distintas características.

| CODIGO | PRUEBA |
|--------|---------------------|
| 31 | Longitu de la tinta |
| 32 | Tonalidad |
| 33 | Tamaño del grano |
| 34 | Densidad |

31 Longitud de tinta

Especificación: larga (aprox. 3 cms.)

Tolerancia: ± 0.5 cms.

| UNIDAD DE PRUEBA | VALOR |
|------------------|-------|
| 3101 | 2.50 |
| 3102 | 3.50 |
| 3103 | 3.00 |
| 3104 | 3.00 |
| 3105 | 2.50 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores cumplen con la especificación.

32 Tonalidad

Especificación: visual

Tolerancia: visual

| UNIDAD DE PRUEBA | RESULTADO |
|------------------|-----------|
| 3101 | Correcta |
| 3102 | Correcta |
| 3103 | Correcta |
| 3104 | Correcta |
| 3105 | Correcta |

El resultado de la prueba fue satisfactorio.

□ 33 Tamaño del grano

Especificación: 4.0 micrones
Tolerancia: ± 0.5 micrones

| UNIDAD DE PRUEBA | VALOR |
|------------------|-------|
| 3101 | 4.10 |
| 3102 | 3.70 |
| 3103 | 4.20 |
| 3104 | 4.30 |
| 3105 | 3.70 |

El resultado de la prueba es satisfactorio porque los valores cumplen con lo especificado.

□ 34 Densidad

Especificación: 2.2 g/cm³
Tolerancia: ± 0.25 g/cm³

| UNIDAD DE PRUEBA | VALOR |
|------------------|-------|
| 3101 | 2.20 |
| 3102 | 2.30 |
| 3103 | 2.10 |
| 3104 | 2.00 |
| 3105 | 2.20 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores se encuentran dentro de las tolerancias especificadas.

LITOGRAFÍA LAS 3 B

| REPORTE DEL MUESTREO DE TINTAS | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------|
| MATERIAL | TINTAS LITOGRAFICAS | FECHA | 25-Sep-92 |
| PROVEEDOR | SUN CHEMICAL | CÓDIGO | 2012 |
| PROCEDENCIA | U. S. A. | ORDEN | 5614 |
| CANTIDAD | 100 Kg. | BULTOS | 40 Botes |
| NÚMERO DE LOTE | 815 | No. INGRESO | 480 |
| ESPECIFICACIONES | | | |
| LONGITUD | | LARGA | |
| TONALIDAD | | VISUAL | |
| TAMAÑO DEL GRANO | | 4.0 Micrones | |
| DENSIDAD | | 2.2 g/cm ³ | |
| ESTADO DEL LOTE | <input checked="" type="checkbox"/> | APROBADO | |
| | <input type="checkbox"/> | RECHAZADO | |
| NOMBRE DEL INSPECTOR | | JOSÉ LOPEZ | |

4.6.2 CONTROL DE CALIDAD EN EL INGRESO DE MATERIALES

A) PLANCHAS

B) CAUCHOS

A) PLANCHAS

El ingreso de las planchas se registra en la boleta de ingreso de materiales que contiene la siguiente información:

BOLETA DE INGRESO DE MATERIALES
LITOGRAFÍA LAS 3 B

| | | | | |
|--------------------------------------|-----------|------------------|-------|---------------|
| PROVEEDOR: Osazol FECHA: 14/01/93 | | | | |
| PROCEDENCIA: Alemania | | | | |
| MATERIAL: Planchas NB - 27 | | CÓDIGO: 1815 | | |
| CANTIDAD: 200 Unidades | | BULTOS: 20 Cajas | | |
| LOTE No. 167 | | No INGRESO: 233 | | |
| TAMAÑO: 22" x 36 " | | | | |
| CANTIDAD | TAMAÑO | ESTADO FÍSICO | | OBSERVACIONES |
| | | Malo | Bueno | |
| 200 | 22" X 36" | | X | |

Luego de ingresar las planchas, se debe proceder a extraer las muestras que servirán para el análisis del lote; el tamaño de la muestra se determina por medio de las tablas No. 1 y No. 2 del anexo 2 para un lote (L=20) que se encuentra en el intervalo de 16 a 25 unidades con un nivel de inspección I correspondiéndole la literal "B", la cual indica en la tabla No. 2 un tamaño de muestra de 3 cajas. Cada caja contiene 10 planchas y son seleccionadas al azar, de tal forma de que sean representativas del ingreso, aplicando nuevamente las tablas con un tamaño de sublote ($L_1 = 30$); se obtiene la literal "C" que indica una muestra de 5 planchas, las cuales se escogen aleatoriamente basandose en la tabla No. 2 del anexo 1.

La muestra se identifica en el cuadro siguiente:

| CUADRO DE MUESTREO | |
|----------------------------|-----------|
| MUESTRA No. 1 LOTE No. 167 | |
| PLANCHAS | |
| No. DE BOBINA | TAMAÑO |
| 2 | 22" x 36" |
| 13 | 22" x 36" |
| 9 | 22" x 36" |
| 22 | 22" x 36" |
| 28 | 22" x 36" |

□ 41 Calibre

Especificación: 0.013" (milésimas de plg.)

Tolerancia: ± 0.001"

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 4102 | 12.8 | 12.5 | 13 | 13.1 | 12.85 |
| 4113 | 13.7 | 13.7 | 13.8 | 13.5 | 13.68 |
| 4109 | 13 | 12.9 | 12.5 | 13.1 | 12.88 |
| 4122 | 12.5 | 13 | 13.5 | 13 | 13.00 |
| 4128 | 13.5 | 13.5 | 12.8 | 13.3 | 13.28 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque los valores promedio cumplen con la tolerancia especificada.

B) CAUCHOS

El ingreso de los cauchos se registra en la boleta de ingreso de materiales, la cual contiene la siguiente información:

BOLETA DE INGRESO DE MATERIALES
LITOGRAFÍA LAS 3 B

| PROVEEDOR: Dayco | | FECHA: 19/02/93 | | |
|--------------------------------|-----------|---------------------|-------|---------------|
| PROCEDENCIA: USA | | CÓDIGO: 2232 | | |
| MATERIAL: Cauchos compresibles | | BULTOS: 18 Paquetes | | |
| CANTIDAD: 18 Unidades | | No INGRESO: 243 | | |
| LOTE No. 85 | | | | |
| TAMAÑO: 23" x 37 " | | | | |
| CANTIDAD | TAMAÑO | ESTADO FÍSICO | | OBSERVACIONES |
| | | Malo | Bueno | |
| 18 | 23" X 37" | | X | |

El tamaño de la muestra se determina por medio de las tablas No. 1 y No. 2 del anexo 2 para un lote (L=18) que se encuentra en el intervalo de 16 a 25 unidades con un nivel de inspección I le corresponde la literal "B", la cual indica en la tabla No. 2 un tamaño de muestra de 3 unidades, que se seleccionan al azar.

| CUADRO DE MUESTREO | |
|---------------------------|-----------|
| MUESTRA No. 1 LOTE No. 85 | |
| CAUCHOS | |
| No. DE BOBINA | TAMAÑO |
| 1 | 23" x 37" |
| 2 | 23" x 37" |
| 3 | 23" x 37" |

□ 51 Calibre

Especificación: 0.065" (milésimas de plg.)

Tolerancia: ± 0.003 "

| ESPECIMEN | UNIDADES DE PRUEBA | | | | PROMEDIO |
|-----------|--------------------|----|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 5101 | 66.5 | 67 | 67.5 | 65 | 66.50 |
| 5102 | 62.5 | 65 | 65 | 64.5 | 64.25 |
| 5103 | 65 | 68 | 66.5 | 67 | 66.63 |

El resultado de la prueba es satisfactorio, porque todos los valores promedio cumplen con las tolerancias especificadas.

LITOGRAFIA LAS 3 B

| REPORTE DEL MUESTREO DE PLANCHAS | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------|
| MATERIAL | PLACAS LITOGRAFICAS | FECHA | 22/9/1993 |
| PROVEEDOR | OSAZOL | CÓDIGO | 1815 |
| PROCEDENCIA | ALEMANIA | ORDEN | 3325 |
| CANTIDAD | 200 Unidades | BULTOS | 20 cajas |
| NÚMERO DE LOTE | 167 | No. INGRESO | 233 |
| ESPECIFICACIONES | | | |
| CALIBRE | | 0.013 " | |
| TAMAÑO | | 22" x 36" | |
| ESTADO DEL LOTE | <input checked="" type="checkbox"/> | APROBADO | |
| | <input type="checkbox"/> | RECHAZADO | |
| NOMBRE DEL INSPECTOR | JOSÉ LOPEZ | | |

LITOGRAFIA LAS 3 B

| REPORTE DEL MUESTREO DE CAUCHOS | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|
| MATERIAL | CAUCHOS COMPRESIBLES | FECHA | 14/12/1993 |
| PROVEEDOR | DAYCO | CÓDIGO | 2232 |
| PROCEDENCIA | USA | ORDEN | 1526 |
| CANTIDAD | 18 Unidades | BULTOS | 18 Paq. |
| NÚMERO DE LOTE | 85 | No. INGRESO | 243 |
| ESPECIFICACIONES | | | |
| CALIBRE | | 0.065" | |
| TAMAÑO | | 23" x 37" | |
| ESTADO DEL LOTE | <input checked="" type="checkbox"/> | APROBADO | |
| | <input type="checkbox"/> | RECHAZADO | |
| NOMBRE DEL INSPECTOR | JOSÉ LOPEZ | | |

4.6.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO

Para poder efectuar una práctica del control de calidad del proceso, es necesario que se conozcan algunos datos importantes del mismo; son estos los siguientes:

- a) El departamento de impresión, cuenta con tres prensas, que imprimen a una velocidad promedio de 3,000 pliegos por hora.
- b) La inspección se efectúa cada quince minutos en cada prensa; para el control de la densidad, se utiliza el gráfico de Promedios y Rangos (X & R).

Para el control de la tonalidad y el registro se utiliza el gráfico del Porcentaje Defectuoso (P).

- c) El control de calidad del proceso se basa en el control de sus principales características y de la incidencia que los defectos tienen en ella.

- A) COLOR
- B) REGISTRO
- C) INDICE DE CALIDAD

- A) COLOR

El color se controla por medio de las características de la tonalidad y de la densidad.

□ Tonalidad

Para el control de calidad de la tonalidad, se utiliza el gráfico del porcentaje defectuoso, el cual queda definido por las fórmulas siguientes:

$$P_o = \text{total defectuosos} / \text{tamaño de la muestra (expresado en \%)}$$

$$n = \text{promedio del tamaño de las distintas muestras}$$

$$LSC_p = P_o + 3 P_o (100 - P_o)/n$$

$$LC_p = P_o$$

$$LIC_p = P_o - 3 P_o (100 - P_o)/n$$

Los datos recolectados en la inspección para elaborar el gráfico del porcentaje defectuoso se presentan en el cuadro de la pagina siguiente:

Para extraer las muestras, se asumieron los datos siguientes: la prensa No. 1 imprime un pliego con 35 unidades; la prensa No. 2 con 3 unidades y la No. 3 con 16 unidades. Se trabajaron 6 horas en cada prensa y se inspeccionó un pliego cada hora en cada una. Ejemplo del cálculo de la muestra del día 4:

| | |
|--------------|--|
| Prensa No. 1 | 6 pliegos inspeccionados X 35 unidades = 210 |
| Prensa No. 2 | 6 pliegos inspeccionados X 3 unidades = 18 |
| Prensa No. 3 | 6 pliegos inspeccionados X 16 unidades = 96 |
| | Total unidades inspeccionadas = 324 |

Cálculo de los límites de control:

$$P_o = 224/5004 = 0.0447 \text{ expresado en \%} = 4.48$$

$$LSC_p = 4.48 + 3 [4.48 (100 - 4.48)/210] = 8.76$$

$$LIC_p = 4.48 - 3 [4.48 (100 - 4.48)/210] = 0.20$$

En el gráfico del porcentaje defectuoso, puede apreciarse que el proceso se encuentra bajo control, ya que todos los valores están dentro del rango delimitado por los límites de control.

LITOGRAFIA LAS 3 B

| CUADRO DE DATOS PARA GRÁFICO DEL PORCENTAJE DEFECTUOSO CARACTERÍSTICA: TONALIDAD | | | |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| FECHA | CANTIDAD INSPECCIONADA | NÚMERO DE DEFECTUOSOS | ENERO 93 PORCENTAJE DEFECTUOSO |
| 4 | 324 | 18 | 5.56 |
| 5 | 234 | 10 | 4.27 |
| 6 | 252 | 8 | 3.17 |
| 7 | 90 | 5 | 5.56 |
| 8 | 324 | 16 | 4.94 |
| 9 | 180 | 9 | 5.00 |
| SEM 1 | 1404 | 66 | 4.70 |
| 11 | 252 | 13 | 5.16 |
| 12 | 234 | 10 | 4.27 |
| 13 | 198 | 8 | 4.04 |
| 14 | 216 | 9 | 4.17 |
| 15 | 288 | 14 | 4.86 |
| 16 | 270 | 16 | 5.93 |
| SEM 2 | 1458 | 70 | 4.80 |
| 18 | 180 | 10 | 5.56 |
| 19 | 90 | 5 | 5.56 |
| 20 | 36 | 2 | 5.56 |
| 21 | 216 | 5 | 2.31 |
| 22 | 324 | 9 | 2.78 |
| 23 | 252 | 12 | 4.76 |
| SEM 3 | 1098 | 43 | 3.92 |
| 25 | 288 | 12 | 4.17 |
| 26 | 216 | 9 | 4.17 |
| 27 | 180 | 8 | 4.44 |
| 28 | 126 | 4 | 3.17 |
| 29 | 162 | 8 | 4.94 |
| 30 | 72 | 4 | 5.56 |
| SEM 4 | 1044 | 45 | 4.31 |
| TOTAL | 5004 | 224 | 4.48 |

FECHA: 31/1/93

CARACTERÍSTICA: Tonallitap

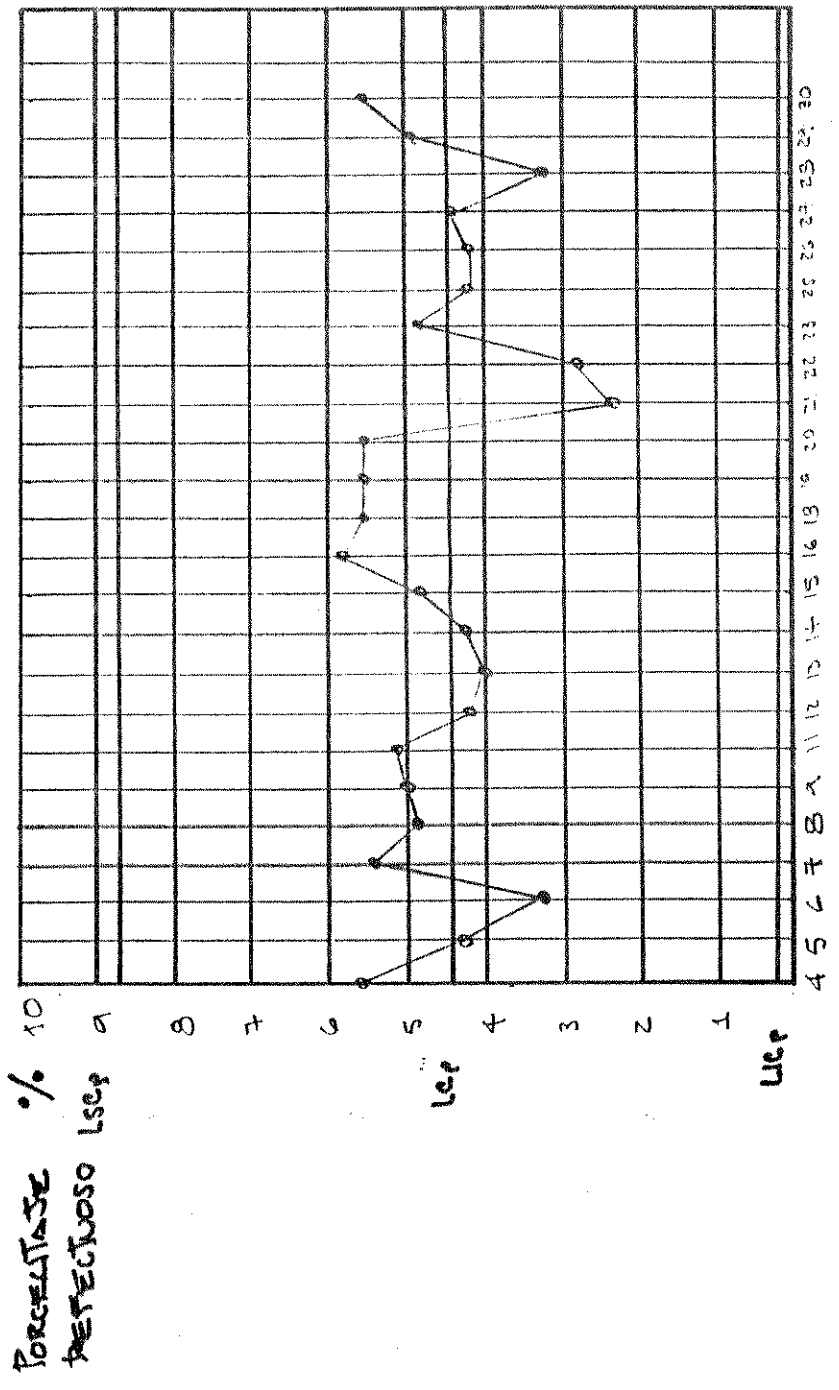
LITOGRAFÍA LAS 3 B

GRÁFICO DEL PORCENTAJE PEFECTUOSO

OPERARIO: G.S%

INSPECTOR: J. REBERZ

LSCP = 8.76
LCI = 4.48
LICP = 0.20



□ Densidad

Para el control de la densidad, se utiliza el gráfico de control de promedios y rangos, los cuales pueden calcularse con base en las fórmulas siguientes:

$$X_p = \text{Sum } X / n \text{ (El promedio = suma de lecturas / tamaño de la muestra)}$$

$$R = X_M - X_m \text{ (El rango = lectura mayor - lectura menor)}$$

Gráfico de promedios

$$LIC_x = X_p - A_2 R_p$$

$$LC_x = X_p$$

$$LSC_x = X_p + A_2 R_p$$

Gráfico de rangos

$$LIC_R = D_3 R_p$$

$$LC_R = R_p$$

$$LSC_R = D_4 R_p$$

Se inspecciona un pliego cada quince minutos, se efectúan cinco lecturas en cada pliego, de tal forma que se obtengan los datos presentados en el cuadro siguiente:

Seguidamente se calculan los límites de control:

$$X_p = \text{Sum } X/n = 46.15/25 = 1.85$$

$$R_p = \text{Sum } R/n = 1.28/25 = 0.051$$

Gráfico de promedios

$$LSC_x = 1.85 + 0.58(0.051) = 1.88$$

$$LC_x = 1.85$$

$$LIC_x = 1.85 - 0.58(0.051) = 1.82$$

Gráfico de rangos

$$LSC_R = 2.11(0.051) = 0.11$$

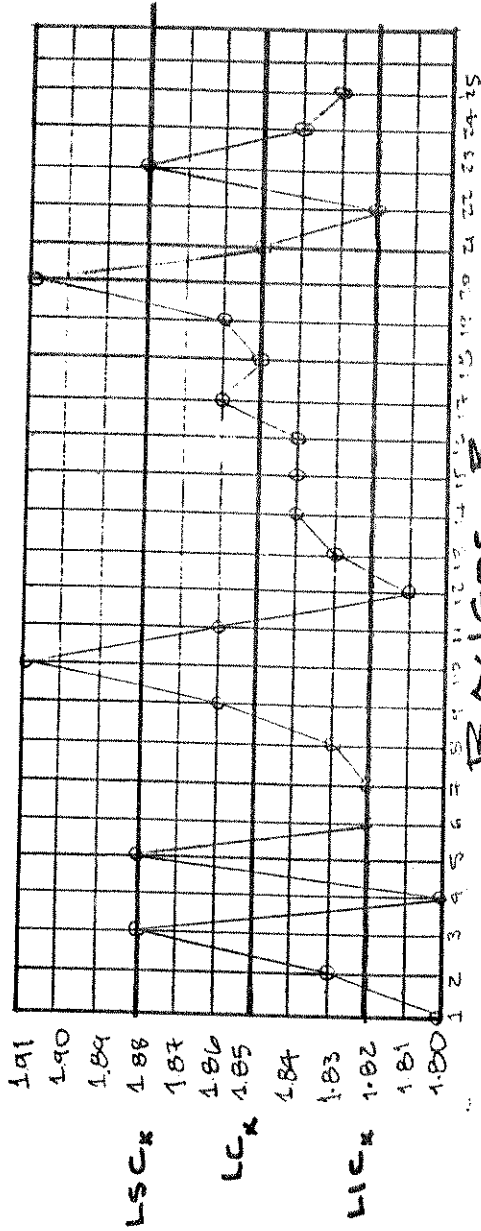
$$LC_R = 0.05$$

$$LIC_R = 0(0.051) = 0$$

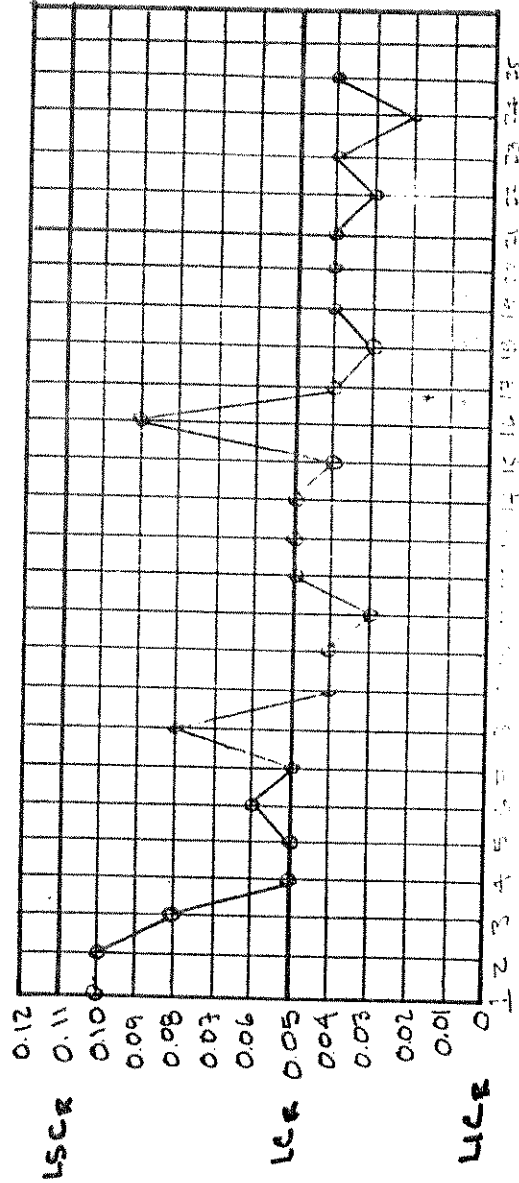
En el gráfico de control de promedios, puede apreciarse que el proceso se encuentra bajo control porque no hay tendencias ni valores representativos que se salgan de los límites establecidos.

| | | |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| FECHA: 4/04/92 | LOGRAFÍA L S 3 B | COD: NIEGO ESTEUTINAG01.85 |
| CARACTERÍSTICA: DENSIDAD | GRÁFICO DE PROMEDIOS Y RANGOS | INSPECTOR: ROSEJO JUÁREZ |

PROMEDIOS X_R



RANGOS R



B) REGISTRO

El registro se controla por medio del gráfico del porcentaje defectuoso al igual que la tonalidad.

Los datos recolectados para la elaboración del gráfico del porcentaje defectuoso para el registro, se presentan en el cuadro de la siguiente página.

Luego con base en dichos datos se calculan los límites de control:

$$P_o = 138/3546 = 3.89 \text{ expresado en \%}$$

$$LSC_p = 3.89 + 3 [3.89 (100 - 3.89) / 150] = 8.63$$

$$LC_p = 3.89$$

$$LIC_p = 3.89 - 3 [3.89 (100 - 3.89) / 150] = - 0.85 = 0$$

En el gráfico del porcentaje defectuoso para el registro, puede decirse que el proceso se encuentra bajo control, porque todos los valores están dentro de los límites establecidos.

LITOGRAFIA LAS 3 B

| CUADRO DE DATOS PARA EL GRÁFICO | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------|------------|
| DEL PORCENTAJE DEFECTUOSO | | | |
| CARACTERÍSTICA: | REGISTRO | FEBRERO 93 | |
| FECHA | CANTIDAD | NÚMERO DE | PORCENTAJE |
| | INSPECCIONADA | DEFECTUOSOS | DEFECTUOSO |
| 1 | 216 | 11 | 5.09 |
| 2 | 198 | 8 | 4.04 |
| 3 | 180 | 6 | 3.33 |
| 4 | 90 | 4 | 4.44 |
| 5 | 144 | 7 | 4.86 |
| 6 | 108 | 4 | 3.70 |
| SEM 1 | 936 | 40 | 4.27 |
| 8 | 144 | 6 | 4.17 |
| 9 | 126 | 6 | 4.76 |
| 10 | 108 | 4 | 3.70 |
| 11 | 180 | 7 | 3.89 |
| 12 | 198 | 4 | 2.02 |
| 13 | 108 | 5 | 4.63 |
| SEM 2 | 864 | 32 | 3.70 |
| 15 | 198 | 8 | 4.04 |
| 16 | 108 | 5 | 4.63 |
| 17 | 216 | 9 | 4.17 |
| 18 | 108 | 5 | 4.63 |
| 19 | 162 | 7 | 4.32 |
| 20 | 144 | 4 | 2.78 |
| SEM 3 | 936 | 38 | 4.06 |
| 22 | 108 | 2 | 1.85 |
| 23 | 216 | 10 | 4.63 |
| 24 | 162 | 8 | 4.94 |
| 25 | 72 | 1 | 1.39 |
| 26 | 144 | 4 | 2.78 |
| 27 | 108 | 3 | 2.78 |
| SEM 4 | 810 | 28 | 3.46 |
| TOTAL | 3546 | 138 | 3.89 |

FECHA: 28/2/93

CARACTERÍSTICA: REGISTRO

LITOGRAFÍA LAS 3B

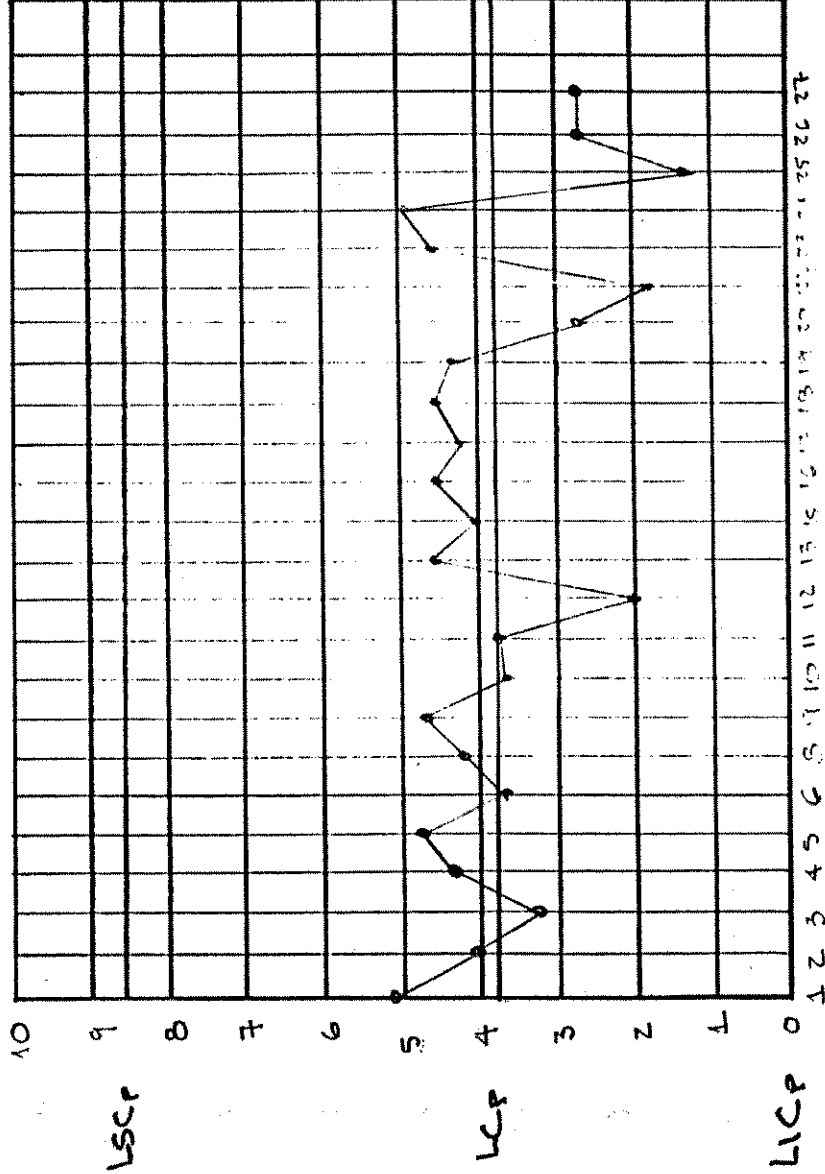
GRÁFICO DEL PORCENTAJE DEFECTUOSO

TOLERANCIA: 6.5%

INSPECTOR: J. PÉREZ

PORCENTAJE DEFECTUOSO %

LSCP = 8.63
LCP = 3.89
LICP = 0



C) **ÍNDICE DE CALIDAD DE IMPRESION**

La incidencia de los defectos en la calidad de impresión se mide por medio del índice de calidad, el cual se calcula por la fórmula siguiente:

$$ICI = 100 - [10 (AX_1 + BX_2 + CX_3)] / n$$

Se realiza la inspección de los pliegos impresos cada quince minutos en cada prensa, y se obtiene la siguiente información:

Prensa No. 1

Horas trabajadas = 6

Unidades por pliego = 24

$n = \text{muestra} = (6 \times 4) \times 24 = 576$

$X_1 = \text{defectos menores} = 35$

$X_2 = \text{defectos mayores} = 12$

$X_3 = \text{defectos críticos} = 4$

$$ICI_{p1} = 100 - \{ 10 [15(35) + 35(12) + 100(4)] / 576 \}$$

$$ICI_{p1} = 100 - 10 (525 + 420 + 400) / 576$$

$$ICI_{p1} = 100 - 23.35 = 76.65$$

Prensa No. 2

Horas trabajadas = 5

Unidades por pliego = 12

$n = (5 \times 4) \times 12 = 240$

$X_1 = 15$

$X_2 = 5$

$X_3 = 0$

$$ICI_{p2} = 100 - \{ 10 [15(15) + 35 (5) + 100 (0)] / 240 \}$$

$$ICI_{p2} = 100 - 10 (225 + 175 + 0) / 240$$

$$ICI_{p2} = 100 - 16.7 = 83.3$$

Prensa No. 3

Horas trabajadas = 6

Unidades por pliego = 3

$$n = (6 \times 4) \times 3 = 72$$

$$X_1 = 7$$

$$X_2 = 4$$

$$X_3 = 0$$

$$ICI_{p3} = 100 - \{ 10 [15 (7) + 35(4) + 100(0)] / 72 \}$$

$$ICI_{p3} = 100 - 10 (105 + 140 + 0) / 72$$

$$ICI_{p3} = 100 - 34 = 66$$

Finalmente con estos datos se puede calcular el ICI que tuvieron todas las prensas en conjunto, o sea todo el departamento de impresión:

$$n_t = n_1 + n_2 + n_3 = 576 + 240 + 72 = 888$$

$$X_{1t} = X_{11} + X_{12} + X_{13} = 35 + 15 + 7 = 57$$

$$X_{2t} = X_{21} + X_{22} + X_{23} = 12 + 5 + 4 = 21$$

$$X_{3t} = X_{31} + X_{32} + X_{33} = 4 + 0 + 0 = 4$$

$$ICI_t = 100 - \{ 10 [15(57) + 35(21) + 100(4)] / 888 \}$$

$$ICI_t = 100 - 10 (855 + 735 + 400) / 888$$

$$ICI_t = 100 - 22.4 = 77.6$$

Comentarios:

La incidencia de defectos en la prensa No. 3 es mayor que en las demás prensas, de tal forma que afecta el resultado final del departamento, entonces es importante investigar por qué razón en dicha prensa se está presentando mayor cantidad de defectos.

El índice de calidad de impresión es un valor que puede servir para mantener estadísticas que nos ayuden a tomar decisiones y a efectuar comparaciones entre máquinas, turnos, meses, años, etc.

CAPITULO V

TENDENCIA A LA CALIDAD TOTAL

5.1 INTRODUCCIÓN

El control de calidad estadístico se inicio aproximadamente en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control de el Dr. Shewhart. La segunda guerra mundial se dice que fue ganada por medio de las técnicas de control de calidad y la utilización de la estadística.

Ciertos métodos estadísticos investigados, desarrollados y utilizados por las potencias aliadas, resultaron tan eficaces que estuvieron clasificados como secretos militares, hasta el término de dicha guerra.

En el tiempo post guerra, se introdujeron al Japón muchos métodos de control, pero ninguno comparable con el control total de la calidad; éste es un sistema que se apoya fuertemente en el recurso humano y se fundamenta en el nuevo concepto, del cliente interno, el cual se refiere al análisis de cada puesto de trabajo, de tal forma que cada individuo es cliente de la operación que le precede y proveedor de la que le sigue, y tiene como objetivo principal, la satisfacción tanto del cliente interno como el externo.

Dentro de esta filosofía, una forma eficaz de canalizar la energía del recurso humano, a través de grupos pequeños de trabajo denominados círculos de calidad o grupos de mejora, los cuales pueden encargarse de la búsqueda de soluciones de aquellos problemas comunes que se presentan.

El nuevo concepto de calidad total definido por el Dr. Kaoru Ishikawa como; diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y principalmente satisfactorio para el consumidor. Para alcanzar esta meta, es preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de calidad, incluyendo a los altos ejecutivos, así como a todas las divisiones y departamentos de la empresa, que abarcan sin excepción a todos los empleados.

Las ventajas del control total de calidad son innumerables y entre ellas se pueden mencionar; alto nivel de satisfacción del trabajador; da una verdadera garantía de calidad, no encontrando defectos y corrigiendolos, sino encontrando las causas de éstos defectos; abre canales de comunicación dentro de la empresa y permite que los productos se ajusten a los requerimientos del cliente, etc. El control total de calidad funciona mejor donde existe confianza mutua entre la gerencia y sus empleados.

5.2 CONCEPTO GENERAL DE UN SISTEMA DE CALIDAD TOTAL

Un sistema de calidad total es la estructura de trabajo operativa acordada en toda la empresa y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados, técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información, de tal forma para lograr mejores métodos y prácticas de trabajo, y así asegurar la satisfacción del cliente.

Un sistema de calidad total debe contar con el compromiso de la dirección de la empresa por medio de una política de calidad, la actitud positiva del personal, el liderazgo de sus jefes, la colaboración con los clientes y proveedores, las herramientas estadísticas necesarias para la adecuada toma de decisiones.

El sistema de calidad total está sustentado en las bases siguientes: planeamiento, control estadístico y mejoramiento continuo.

□ El planeamiento

Sirve para definir las estrategias que se van a seguir, los procedimientos generales necesarios para definir las funciones y responsabilidades operativas esenciales, las cuales se plasman en el manual de calidad.

En el manual de calidad, se define la documentación y manejo de todas las actividades de la empresa que comprende los aspectos de diseño, plan de abastecimiento, control de fabrica, entrenamiento y desarrollo, servicio al cliente, administración del programa, etc.

En la actualidad, aquellas empresas que necesitan reorganizarse para mantener su competitividad han adoptado la reingeniería como el precepto que las revitaliza.

La reingeniería en la empresa se traduce en la capacidad de transformación continua para crear una organización de alto desempeño competitivo.

El concepto reingeniería de la empresa significa, dentro del nuevo contexto, rediseño o transformación radical acelerada de la organización de la empresa, la cual abarca el proceso de fabricación, la estructura de la empresa, los recursos humanos, la cultura de calidad, el clima organizacional, etc.

Es el más reciente enfoque mundial de gestión empresarial e industrial, para lograr en forma sostenible los niveles de competitividad requeridos, en un mercado donde compiten productos de distintas partes del globo.

El control estadístico

El control estadístico del proceso permite la verificación del cumplimiento de las especificaciones de los productos que se fabrican, utilizando herramientas estadísticas como histogramas, diagramas de dispersión y los cuadros y gráficos de control.

Estas herramientas son indispensables para el control de calidad y resuelven hasta un 95 % de los problemas que en una empresa común se presentan, por ello son de gran utilidad.

Mejoramiento continuo

El mejoramiento continuo más que una técnica, es un actitud de toda persona o equipo de trabajo, que pertenece a una empresa inmersa en la calidad total. El actuar, sobre las causas fundamentales que logran el mejor desarrollo de su actividad, es el pensamiento permanente en todas las áreas de la empresa.

5.3 POLITICA DE CALIDAD

En el control total de la calidad, es de gran importancia determinar las metas y objetivos de la empresa en forma clara y precisa, con la finalidad de que sean entendidas por todos los empleados.

Cuando se determina la política de calidad de la empresa, las metas se hacen evidentes por sí mismas, estas metas deben expresarse concretamente y para hacerlo se necesitan explicaciones racionales; también deben de tener un propósito explícito.

La política de calidad debe causarse por escrito y distribuirse ampliamente por todos los departamentos de la empresa, al mismo tiempo todas las declaraciones contenidas en ella, deben armonizar.

En general, la política de calidad consiste en; la totalidad de intenciones y directrices de la organización en lo que concierne a calidad, formalmente expresadas por la más alta dirección.

5.4 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El aseguramiento de la calidad, son todas aquellas acciones planificadas y sistematicas, necesarias para proveer adecuada confianza de que un producto o proceso, cumplirá los requisitos de calidad establecidos.

Satisfacer a los clientes con la calidad de artículos que se producen, es el objetivo de la garantía de calidad, tanto por parte del diseño como por manufactura.

La garantía de calidad no es más que asegurar la calidad de un producto, diseño, proceso productivo e instalación, de modo que el cliente pueda adquirirlo, con confianza y utilizarlo con satisfacción.

El aseguramiento de la calidad puede alcanzarse por medio de las distintas normas existentes para tal efecto, como por ejemplo, se pueden mencionar las normas ISO, en las cuales se especifican los requisitos que debe cumplir un sistema de calidad.

Las normas ISO se dividen básicamente en tres diferentes modelos; 9001 que es la norma que rige para el aseguramiento de la calidad en el diseño, desarrollo, la producción, la instalación y el servicio post venta; ésta es la más completa; la 9002 se refiere al modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción y la instalación, y

la 9003 que se refiere al modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales. Cada empresa que desee adoptar dichas normas deberá analizar el modelo que más se ajuste a su estructura.

Después de definir la forma que se utilizará para el aseguramiento de la calidad, pueden efectuarse auditorías de calidad que sirven para dar seguimiento y verificar que los procesos se ajustan a los parámetros establecidos.

La auditoría puede realizarse al proveedor por el comprador con la finalidad de diagnosticar al proveedor su confianza en el sistema utilizado. También se realizan auditorías con el propósito de certificación, con el fin de verificar y constatar los sistemas y procedimientos; si estos cumplen con los requerimientos establecidos, se emite un certificado que así lo acredite.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1.- La aplicación del sistema de control de calidad para el proceso de impresión offset en la industria litográfica de Guatemala, permitirá que se eleve el nivel de calidad de los productos, de tal forma que puedan competir en mercados nacionales o internacionales, que es de gran importancia, ya que en los últimos años se ha experimentado el crecimiento de un nuevo tipo de mercado mundial, como resultado de la globalización sin precedente en volumen, variabilidad y calidad.

2.- Es en este mercado, donde las esperanzas de los compradores son cada día más exigentes, ya sean estos consumidores directos o industrias transformadoras; los productos deben contar con los tres elementos básicos: **PRECIO, CALIDAD DEL PRODUCTO Y SERVICIO**; son estos dos últimos los que han alcanzado una relevancia tal, que han llegado a ser más determinantes que el precio en la decisión de compra del consumidor y se han convertido no solamente en una excelente estrategia de venta, sino en elementos fundamentales para la supervivencia de los productos en el mercado.

Por esa razón, la productividad y la calidad total se han convertido en los factores clave para competir con éxito, y se ha llegado inclusive al aseguramiento de calidad de productos y procesos, a través de normas específicas de reconocimiento mundial.

Por lo tanto, la calidad de los productos y servicios que se ofrecen debe estar sustentada en filosofías y políticas de calidad, procedimientos, métodos y técnicas de control que garanticen, no sólo en cuanto a cumplir con las especificaciones establecidas, sino lo que es más importante, que llenen o superen las expectativas del cliente.

3.- La calidad es un factor fundamental de competitividad y de soporte del éxito de un producto en el mercado; no debe tomarse únicamente como un argumento de venta que ocupe un espacio importante en la publicidad.

RECOMENDACIONES

- 1.- Se debe solicitar a los proveedores, principalmente de materia prima, que realicen las pruebas de calidad acordadas previamente en la negociación de compra, y envíen las muestras respectivas con el objeto de fortalecer el muestreo de recepción de materias primas.
- 2.- Es conveniente para un buen sistema de calidad en una litografía conocer las tolerancias para cada cliente y cada producto que se elabore, de tal forma que éstas puedan cumplirse satisfactoriamente.
- 3.- Es necesario llevar registros de calidad para cada producto que se elabore, para facilitar las reimpressiones, y de esa forma tener una calidad consistente.
- 4.- Hay que implementar el archivo de especificaciones para cada producto, que incluya la información siguiente: nombre del cliente, tipo de producto, tipo de material, colores (parches), textos actualizados, dimensiones, arbor o guía de troquel, forma de empaque y una muestra del último tiraje.
- 5.- Se debe implementar el manual de procedimientos de cada estación del proceso, el cual debe actualizarse periódicamente.
- 6.- Es necesario entrenar al personal con la visión que cada trabajador que realiza una operación, es cliente del trabajador que realiza la operación que le antecede, y es proveedor del trabajador que realiza la operación que le sigue, de tal manera que pueda llegar al mejoramiento continuo de cada operación que se realiza en la empresa.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ESCOBEDO, MANLIO O. Enfoque económico sobre control de calidad .
(tesis: Facultad de Ingeniería, USAC) Guatemala, 1,975, 137 pp.
- 2.- FEIGENBAUM, ARMAND V. Control total de la calidad . 5a. edición. México:
Edit. Continental, S.A. de C.V., 1,988. 250 pp.
- 3.- GRANT, EUGENE L. Control de calidad estadístico . 10 a. edición. México:
Edit. CECSA, 1,976. 742 pp.
- 4.- INSTITUTO PAPELERO ESPAÑOL. II cursillo de especificación papelería .
España: s.p.i., 1,985. 353 pp.
- 5.- MAYNARD, H.B. Manual de ingeniería de la producción industrial . 4 a. edición.
España: Edit. Reverté, S.A., 1,975. 976 pp.
- 6.- RATCIFF, THOMAS A. Jr. A manual of quality procedures with related forms .
Estados Unidos: Edit. Van Nostrand Reinhold, 1,990. 224 pp.

ANEXO 1

PLAN DE MUESTREO Y ACEPTACIÓN DE UN LOTE DE PAPEL O CARTÓN

El plan de muestreo siguiente se basa en la suposición de que las propiedades de una unidad de prueba o espécimen, extraída de las capas superiores o de las hojas externas de las bobinas o pilas, son idénticas con las propiedades de toda la bobina o pila de papel de donde se tomaron las unidades de prueba o los especímenes. Aunque obviamente esta suposición no es exacta, si el lote o sublote muestreado es producido en el mismo batch y se siguen cuidadosamente los métodos de prueba para seleccionar los especímenes, el plan de muestreo generalmente proporcionará un nivel de protección satisfactorio.

La protección al productor consiste cuando el lote o sublote muestreado, se acepta con una probabilidad del 95 %, si la proporción defectuosa contenida en el lote, no excede del 2.5 %.

La protección al consumidor consiste en que el lote o sublote muestreado se rechaza con una probabilidad del 90 %, si la porción defectuosa contenida en el lote, es de 16 al 32 %.

Este plan de muestreo se aplica a lotes o sublotes compuestos de bobinas que no pueden ser desenrolladas o de pilas que no pueden ser abiertas en el momento de la extracción de los especímenes.

Para este plan de muestreo, el tamaño de lote o sublote (N) es el número de bobinas o pilas que ingresan procedentes de un mismo embarque y de una misma producción; el tamaño de la muestra (n) se determina por medio de la tabla No. 1

TABLA No. 1

PLAN DE MUESTREO Y ACEPTACIÓN DE UN
LOTE DE BOBINAS Y PILAS DE PAPEL O CARTÓN

| TAMANO DEL LOTE O SUBLOTE (N) | TAMANO DE LA MUESTRA | | NÚMERO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO | | | |
|----------------------------------|-------------------------|----|--------------------------------|----|-----|-----|
| | n | nt | Ac | Re | Act | Fct |
| 1 | 1 | | 0 | 1 | | |
| 2 | 2 | | 0 | 1 | | |
| DE 3 A 5 | 3 | | 0 | 1 | | |
| DE 6 A 10 | 4 | | 0 | 1 | | |
| DE 11 A 100 | 5 | | 0 | 1 | | |
| DE 101 A 300 | 8 | 16 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| DE 301 A 1200 | 13 | 26 | 0 | 3 | 2 | 3 |
| DE 1201 A MAS | 20 | 40 | 0 | 3 | 3 | 4 |

Donde,

n = tamaño de la primera muestra

nt = tamaño total de la muestra en caso de muestreo doble,
ó sea la suma de las partes o porciones tomadas en el primero
y segundo muestreo.

Ac = Número de aceptación para el primer muestreo.

Re = Número de rechazo para el primer muestreo.

Act = Número de aceptación para el muestreo doble.

Fct = Número de rechazo para el muestreo doble.

ESTAS TABLAS ESTAN BASADAS EN LAS NORMAS:

TAPPI T 400 05-75 Y COGUANOR NGR 46 004 HL

ANEXO 2

PLAN DE MUESTREO Y ACEPTACIÓN DE UN LOTE DE TINTAS, CAUCHOS, EMPAQUES Y OTROS MATERIALES

El plan de muestreo siguiente se basa en las tablas técnicas de la MILITAR STANDARD 105D (Norma ABC), que son muy útiles para el establecimiento de la muestra del lote y de su evaluación, según la presencia de unidades defectuosas.

El uso básico de las tablas contenidas en dicha norma, primeramente consiste en determinar en la Tabla No. 1 la letra clave que depende del nivel de inspección deseado y el tamaño del lote, luego en la Tabla No. 2 con dicha letra y el nivel de calidad aceptable (AQL), se obtiene el número de aceptación y rechazo que corresponden a dicho lote.

TABLA No. 1

Letras código del tamaño de la muestra MIL-STD-105D (Norma ABC)

| Tamaño del lote | Niveles de inspección especiales | | | | Niveles de inspección generales | | |
|--------------------|----------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------|----|-----|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| 2-8 | A | A | A | A | A | A | B |
| 9-15 | A | A | A | A | A | B | C |
| 16-25 | A | A | B | B | B | C | D |
| 26-50 | A | B | B | C | C | D | E |
| 51-90 | B | B | C | C | C | E | F |
| 91-150 | B | B | C | D | D | F | G |
| 151-280 | B | C | D | E | E | G | H |
| 281-500 | B | C | D | E | F | H | J |
| 501-1,200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1 201-3 200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3 201-10 000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10 001-35 000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35 001-150 000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150 001-500 000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500 001 y superior | D | E | H | K | N | Q | R |

TABLA No. 2

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS
PARA EL MUESTREO DE MATERIA PRIMA
Y MATERIALES

| | | | | |
|----|----|-----|----|----|
| 35 | 24 | 28 | 32 | 38 |
| 8 | 3 | 1 | 26 | 45 |
| 96 | 92 | 100 | 74 | 36 |
| 47 | 4 | 25 | 88 | 90 |
| 22 | 7 | 46 | 65 | 79 |
| 68 | 41 | 13 | 33 | 87 |
| 2 | 84 | 63 | 62 | 29 |
| 20 | 40 | 52 | 78 | 18 |
| 49 | 27 | 58 | 71 | 95 |
| 39 | 81 | 6 | 54 | 60 |
| 50 | 99 | 64 | 23 | 93 |
| 17 | 37 | 66 | 11 | 70 |
| 31 | 55 | 98 | 76 | 57 |
| 80 | 21 | 51 | 56 | 86 |
| 97 | 72 | 16 | 69 | 91 |
| 42 | 30 | 53 | 77 | 67 |
| 9 | 61 | 85 | 43 | 94 |
| 89 | 73 | 48 | 19 | 5 |
| 15 | 34 | 10 | 82 | 75 |
| 83 | 12 | 44 | 59 | 14 |

ANEXO 3

FACTORES PARA LOS GRAFICOS DE PROMEDIOS Y RANGOS

TABLA No. 1

FACTORES PARA DETERMINAR LOS LÍMITES DE CONTROL
DE 3 SIGMA A PARTIR DE \bar{R} PARA GRAFICAS \bar{X} Y R

| Número de observaciones en el subgrupo | Factor para la gráfica \bar{X} | Factores para la gráfica R | |
|--|--|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Límite inferior de control | Límite superior de control |
| n | A_2 | D_4 | D_3 |
| 2 | 1.88 | 0 | 3.27 |
| 3 | 1.02 | 0 | 2.57 |
| 4 | 0.73 | 0 | 2.28 |
| 5 | 0.58 | 0 | 2.11 |
| 6 | 0.48 | 0 | 2.00 |
| 7 | 0.42 | 0.08 | 1.92 |
| 8 | 0.37 | 0.14 | 1.86 |
| 9 | 0.34 | 0.18 | 1.82 |
| 10 | 0.31 | 0.22 | 1.78 |
| 11 | 0.29 | 0.26 | 1.74 |
| 12 | 0.27 | 0.28 | 1.72 |
| 13 | 0.25 | 0.31 | 1.69 |
| 14 | 0.24 | 0.33 | 1.67 |
| 15 | 0.22 | 0.35 | 1.65 |
| 16 | 0.21 | 0.36 | 1.64 |
| 17 | 0.20 | 0.38 | 1.62 |
| 18 | 0.19 | 0.39 | 1.61 |
| 19 | 0.19 | 0.40 | 1.60 |
| 20 | 0.18 | 0.41 | 1.59 |

Límite superior de control para $\bar{X} = LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2\bar{R}$

Límite inferior de control para $\bar{X} = LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2\bar{R}$

(Si se usa un valor intentado o estándar de \bar{X} en lugar de \bar{X} como línea central de la gráfica de control, \bar{X} deberá ser sustituida por \bar{X} en las fórmulas precedentes.)

Límite superior de control para $R = LSC_R = D_4\bar{R}$

Límite inferior de control para $R = LIC_R = D_3\bar{R}$

Todos los factores en la Tabla C están basados en la distribución normal.

TABLA No. 2

Tabla registral para inspección normal (muestreo simple) MIL-STD-105D (Norma ABC)

| Letra código del tamaño de la muestra | Tamaño de la muestra | Niveles de calidad aceptable (inspección normal) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| B | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| C | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| D | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| E | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| F | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| G | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| H | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| J | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| K | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| L | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| M | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| N | 500 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| P | 800 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| Q | 1,250 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| R | 2,000 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |

↓ = emplear el plan de muestreo inmediato inferior a la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al lote, hacer inspección al 100 %
 ↑ = emplear el plan de muestreo inmediato superior a la flecha.
 Ac = número de aceptación.
 Re = número de rechazo