

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION
APLICADO A UN TALLER DE SERIGRAFIA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

RODOLFO ALFREDO LEAL MORALES
AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

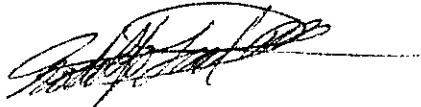
03
T (5517)
002

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley
de la Universidad de San Carlos de Guatemala
presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION
APLICADO A UN TALLER DE SERIGRAFIA

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



RODOLFO ALFREDO LEAL MORALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL PRIMERO:	Ing. Miguel Angel Sanchez Guerra
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO:	Ing. Juan Pablo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO:	Br. Fredy Estuardo Rodríguez Quezada
VOCAL QUINTO:	Br. Mario Nephtalí Morales Solís
SECRETARIO:	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR:	Ing. Jorge Peláez Castellanos
EXAMINADOR:	Ing. Fernando José Alvarez Paz
EXAMINADOR:	Ing. René Alfonso Aguilar Marroquín
SECRETARIO:	Ing. Edgar José Bravatti Castro

Guatemala,
4 de abril de 1994

Ingeniero
Roberto Valle
Director
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Presente

Estimado Ing. Valle:

En atención a la designación que se me hiciera, tengo el agrado de informarle que he completado la asesoría y revisión del trabajo de tesis titulado "Administración de la Producción Aplicado a un Taller de Serigrafía", Presentado por el estudiante Rodolfo Alfredo Leal Morales, como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El contenido y desarrollo del tema son de interés y tienen consistencia con la orientación que debe tener la carrera de Ingeniería Industrial en la actualidad. Sin embargo, dada la enorme cantidad de información disponible y la diversidad de enfoques posibles para tratar el tema, el presente dictamen no debe necesariamente significar que suscribo todos los puntos de vista expresados.

En consecuencia, y en base en la aprobación del protocolo de tesis otorgado, recomiendo que el presente trabajo de tesis sea aceptado.

Agradeciendo la atención a la presente, me es grato suscribirme del señor Director, muy atentamente,


Ing. Aldo García

**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 del Area de Producción 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, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION APLICADO A UN TALLER DE SERIGRAFIA, presentada por el estudiante universitario Rodolfo Alfredo Leal Morales, recomienda la aprobación del presente trabajo.

LIBRO Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Fernando José Álvarez Paz
COORDINADOR

Guatemala, octubre de 1,994

/emds



FACULTAD DE INGENIERIA

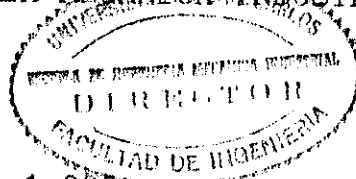
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

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 Catedrático Investigador de la Escuela, al trabajo de tesis titulado ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION APLICADO A UN TALLER DE SERIGRAFIA, presentado por el estudiante universitario Rodolfo Alfredo Leal Morales, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Peláez Castellanos
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, febrero de 1,995.

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

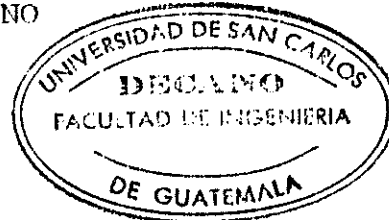
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

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 ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION APLICADO A UN TALLER DE SERIGRAFIA, presentado por el estudiante universitario Rodolfo Alfredo Leal Morales, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, marzo de 1,995.

es:3a

DEDICATORIA

A Dios.

A mi esposa. Karen de Leal.

A mis padres. Rodolfo Leal López y Elena Morales de Leal.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO	2
CAPITULO II: GENERALIDADES	12
2.1 Qué es la serigrafía	12
2.2 Aplicaciones de la serigrafía	15
2.2.1 Policat	15
2.2.2 Vinilo Mate	16
2.2.3 Serilustre	16
2.2.4 Caltex	16
2.2.5 Espatex	17
2.2.6 Dirtex III	17
2.3 Métodos utilizados para serigrafiar	18
2.3.1 Método básico	18
2.3.2 Sistema de bisagras	19
2.3.3 Base aspirante	19
CAPITULO III: PROCESO	20
3.1 Insumos	20
3.1.1 Tela	20
3.1.2 Emulsión foto reveladora	21
3.1.3 Tintas	21
3.1.4 Desenmulsionador	23
3.1.5 Películas celulósicas	23
3.2 Herramientas, equipo y maquinaria	23
3.2.1 El bastidor	24
3.2.2 Manigueta o espátula	25
3.2.3 Abrochadora	25
3.2.4 Esparcidor recto	25
3.2.5 Mesa de luz	25
3.2.6 Mecanismo de bisagras	26
3.2.7 Base aspirante	26
3.3 Mano de obra	27
3.4 Ingeniería del proceso	27

3.4.1 Diagramas	27
3.4.2 Proceso	32
CAPITULO IV: EDIFICIO INDUSTRIAL	40
4.1 Estructura	40
4.2 Instalaciones	40
4.2.1 Seguridad industrial	40
4.3 Iluminación	42
4.3.1 Iluminación artificial	42
4.3.2 Iluminación natural	49
4.4 Ventilación	50
4.5 Ubicación	55
CAPITULO V: CONTROL DE LA PRODUCCION	63
5.1 Pronósticos de ventas	63
5.2 Planificación	65
5.3 Requerimiento de materiales	67
5.4 Programación	70
CAPITULO VI: CONTROL DE CALIDAD	73
6.1 Controles a la entrada del proceso	76
6.2 Controles dentro del proceso	84
6.3 Controles a la salida del proceso	88
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFIA	93
ANEXOS	95

INTRODUCCION

Existen industrias que en este país se les ha dado poca importancia; este es el caso de la industria de la serigrafía. En Guatemala, la serigrafía en muy pocos casos alcanza un nivel de producción a gran escala; la mayoría de los que prestan este servicio son talleres pequeños manejados artesanalmente, sin ningún tipo de control; esto da como resultado un bajo nivel de eficiencia, lo que redundará en una mala calidad y costos altos.

Lo que busca este trabajo es dar ciertos lineamientos que sirvan como base para el mejor desempeño de un taller de serigrafía en lo que se refiere a productividad, y aplicar de manera general todo lo relacionado con la Ingeniería Industrial que pueda ser útil en lo que se refiere a calidad y control de producción.

I. MARCO TEORICO

Dentro del marco teórico se dan los conceptos, definiciones y explicaciones de todo lo referente a la Ingeniería Industrial utilizados en esta tesis, lo cual se aplica más adelante a un taller de serigrafía.

GENERALIDADES

Serigrafía es la impresión a colores hecha por medio del proceso de pantalla de seda y ejecutado por el mismo artista. La palabra serigrafía viene del griego Serikós, seda, y graphé, acción de escribir.

El estarcido consiste en reproducir un dibujo por medio de una plantilla rígida de cartón o de metal que lo lleva calado, que se apoya sobre la superficie que va a estampar, y aplicando la pintura o la tinta con pincel o con pulverizador.

INGENIERIA DEL PROCESO

DIAGRAMAS

Los diagramas tienen como objetivo visualizar de una mejor manera la secuencia de las diferentes etapas del proceso de conversión.

a) Diagrama de operaciones

Indica la secuencia de transformación del producto, señalando las estaciones donde el producto sufre algún cambio o es inspeccionado.

b) Diagrama de flujo del proceso

Analiza la interacción entre actividades intentando hacer una representación pictórica de los flujos de los materiales que se presentan en todo proceso de producción.

c) Gráfico de proceso del producto

Muestra la secuencia de las actividades que se realizan en un proceso de transformación para elaborar un determinado producto.

d) Diagrama de recorrido

Estudia los flujos del personal que interviene en el proceso de transformación de todo producto.

DISTRIBUCION EN PLANTA

La distribución en planta no es más que la distribución interna de las instalaciones, la cual debe ser planeada cuidadosamente.

El diseño de la distribución interna está íntimamente relacionado con la capacidad y con la tecnología disponible y

ambas le imponen a las instalaciones ciertos requisitos de espacio. La capacidad y la tecnología requieren tener a la mano, observando el problema desde el punto de vista de los insumos, y almacenadas ciertas cantidades de materias primas en los lugares apropiados para tener unas operaciones que fluyan de manera fácil. El tamaño y la ubicación de estas áreas de almacenamiento deben considerarse en la distribución interna de las instalaciones.

SISTEMAS INTERMITENTES

Se caracterizan por poco volumen, equipo de utilización general, operaciones intensivas en mano de obra, un flujo de los productos que puede interrumpirse, cambios en la programación, mezcla considerable de productos y elementos producidos por orden.

SISTEMAS CONTINUOS

Se caracterizan por un gran volumen de producción, equipos con fines específicos, operaciones intensivas en capital, un flujo ininterrumpido en la producción, cambios mínimos en la programación, poca mezcla de productos y elementos estándar hechos para enviar a bodegas.

EDIFICIO INDUSTRIAL

El edificio industrial es un local diseñado especialmente para realizar algún tipo de proceso de transformación

industrial.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial es la que vela por hacer respetar las normas y reglamentos técnicos, cuidar de la vigilancia y conservación del material. fomentar las buenas relaciones industriales, velar por la salud y el bienestar de los trabajadores. inculcar a todos los empleados la observancia de las normas y prácticas de seguridad, así como colocar avisos y usar colores distintivos para señalar todos los objetos que pueden ser peligrosos.

ILUMINACION INDUSTRIAL

Iluminación industrial es aquella que se implementa dentro de un edificio industrial con el objeto de aumentar la productividad del trabajador, incrementar el ritmo de su labor, disminuir el número de interrupciones para descansar y motivar el menor desperdicio de trabajo, al mismo tiempo que evitar lesiones que pueda sufrir la vista del operario.

METODO DE UTILIZACION

Este es un método que nos sirve para calcular iluminaciones interiores. Se le denomina Método de Utilización, ya que todo está basado en un coeficiente determinado por las condiciones de utilización de la luz.

VENTILACION INDUSTRIAL

Busca un mejor aprovechamiento del aire con el objeto de proporcionar el mayor bienestar a los trabajadores. lo que constituye un factor importante de su eficiencia productora.

UBICACION INDUSTRIAL

Es planear la localización de las instalaciones de un determinado proceso de transformación, tomando en cuenta los principales factores que lo afectan.

Para ayudar a determinar el mejor sitio para la ubicación de las instalaciones, existen modelos cuantitativos, dentro de los cuales se encuentra el modelo de la mediana simple.

MODELO DE LA MEDIANA SIMPLE

Es un modelo matemático diseñado especialmente para ayudar a encontrar la localización óptima de las instalaciones de una empresa determinada, con base en el volumen de despachos que se realizan hacia los centros de materias primas y desde las bodegas de distribución.

CONTROL DE PRODUCCION

El control de producción es donde los pronósticos de ventas se convierten en un programa maestro, se desarrollan actividades suplementarias de planeación, se asignan las tareas a los centros de trabajo, se programan las tareas y se les

a los centros de trabajo. se programan las tareas y se les define una secuencia y, finalmente, se verifican los niveles de trabajo para garantizar que no se exceda la capacidad instalada.

PRONOSTICOS DE VENTAS

Los pronósticos de ventas son la base angular del control de producción.

Pronosticar es un proceso que permite estimar un evento futuro analizando para ello datos del pasado. Los datos del pasado se combinan sistemáticamente en una forma predeterminada para obtener el estimativo del futuro.

Si la demanda futura se especifica y determina adecuadamente, se reducirán los costos ocasionados por el reajuste de las operaciones como respuesta a desviaciones inesperadas de la demanda. Es claro que si la demanda futura se estima con exactitud, se aumentará la eficiencia de las operaciones, razón por la cual se hace necesario el uso de pronósticos en la planeación del proceso de producción de cualquier artículo o servicio.

MODELOS BASICOS DE PROMEDIOS

Son modelos que utilizan datos históricos para calcular

un promedio de la demanda pasada, promedio que seguidamente es utilizado como pronóstico.

a) Promedio simple:

Es un promedio de datos históricos en donde las demandas de todos los periodos previos son ponderadas con igual peso.

b) Promedio simple móvil:

Un promedio simple móvil es aquel que combina los datos de la demanda de varios de los periodos más recientes, y su promedio se toma como el pronóstico para el periodo siguiente.

c) Promedio móvil ponderado:

Un modelo de promedio móvil ponderado es aquel que incluye alguna ponderación para la demanda de los periodos pasados, pero que no es igual para todos los que se están considerando.

PLANIFICACION

En la fase de planificación, se determina para cada uno de los diferentes periodos de tiempo futuro, el nivel de producción general de la organización y los recursos necesarios para alcanzarlo; obtenidos estos datos de los pronósticos que se han calculado con anterioridad, ya que podemos comparar los recursos y la producción de los meses pasados con lo que se necesita para cumplir con lo que nos indican los pronósticos de

ventas.

GRAFICOS DE CARGAS DE TRABAJO DE GANTT

El gráfico de cargas de trabajo Gantt es un método gráfico para la asignación de trabajos.

El gráfico de cargas de trabajo Gantt ofrece la ventaja de comunicar fácil y claramente información importante a las áreas de trabajo.

El gráfico Gantt muestra claramente las cargas relativas de trabajo en el sistema.

REQUERIMIENTO DE MATERIALES

El requerimiento de materiales tiene por objeto determinar las políticas referentes a cuándo reordenar y cuánto reordenar los distintos materiales que se utilizan dentro del proceso de transformación.

PROGRAMACION

En la programación se genera el programa detallado que requiere el personal operativo para saber el momento en el cual debe iniciarse un trabajo, y el momento en que debe terminarse. Uno de los enfoques consiste en hacer listas detalladas de los trabajos y las fechas requeridas para su terminación. A partir

de esta lista, se puede "regresar hacia atrás", a través de los puestos de trabajo dentro de las instalaciones, y asignar fechas de iniciación basándose para ello en las exigencias de terminación.

CONTROL DE CALIDAD

Control de calidad son todas las técnicas y mecanismos utilizados para que el producto cumpla, de la mejor manera posible, con las especificaciones de diseño.

La eficiencia busca malgastar lo menos que sea posible, usando apropiadamente empleados, materiales, equipos y otros recursos. La eficiencia se mide, a menudo, como una cantidad actual en relación con una cantidad deseada, y la efectividad tiene que ver con el logro de los objetivos. Lo que busca el control de calidad es que esa eficiencia sea lo más alta posible.

CONTROLES A LA ENTRADA DEL PROCESO

Los controles a la entrada del proceso son aquellos que se utilizan para determinar la calidad de los insumos que se van a utilizar en el proceso de transformación.

PLANES DE MUESTREO

Son una aplicación importante de la estadística en el

campo de control de calidad. Estos modelos de procedimiento son empleados para hacerle un seguimiento a la calidad de los materiales y a las partes que llegan, y para la aceptación por muestreo de los bienes terminados. Los planes de muestreo ayudan a formarse, de una manera económica, un juicio sobre la calidad de los productos.

CONTROLES DENTRO DEL PROCESO

Los controles dentro del proceso consisten en técnicas utilizadas en sitios especiales de inspección entre etapas sucesivas en la secuencia de conversión de un determinado producto; esto con el objeto de determinar en qué operación u operaciones del proceso la calidad es deficiente y tomar las acciones correctivas pertinentes.

GRAFICOS DE CONTROL DE CALIDAD

Los gráficos de control de calidad sirven para indicarnos cuando, dentro de un proceso de transformación, se están presentando cambios reales significativos.

Los gráficos de control de calidad constituyen una herramienta útil para ayudar a evitar errores de interpretación.

Los gráficos de control se basan en el concepto estadístico implícito en el teorema de la tendencia central.

II. GENERALIDADES

2.1 QUE ES LA SERIGRAFIA

Serigrafía es la impresión a colores hecha por medio del proceso de pantalla de seda y ejecutado por el mismo artista.

Prácticamente desconocida por el público hasta hace algunos años, la serigrafía se difunde hoy entre las personas dedicadas a las artes gráficas.

La práctica de la serigrafía nos da la posibilidad de realizar con medios relativamente simples, afiches, programas, ilustraciones de boletines, impresiones en plástico, impresiones en vidrio, textiles, etc.

Con la aparición de productos listos para su empleo (como películas y emulsiones fotosensibles), se ha facilitado enormemente la divulgación de los procesos serigráficos. Ha pasado el tiempo de las fórmulas complejas y más o menos secretas; actualmente el serigrafista puede obtener resultados seguros sin grandes dificultades. Por lo menos, estos resultados dependen ahora de él y no de los materiales utilizados.

Se ignora quién inventó la serigrafía y cuándo. Pero es posible arriesgar una hipótesis acerca de las condiciones que han conducido a su creación: esto tendrá la ventaja de hacer comprender a los que no tienen ningún conocimiento el principio mismo de esta técnica de impresión.

Se puede pensar que la serigrafía no es otra cosa que un perfeccionamiento del estarcido. Esta técnica es bien conocida: se reproduce un dibujo por medio de una plantilla rígida de cartón o de metal que lo lleva calado, apoyándola sobre la superficie que va a estampar, y aplicando la pintura o la tinta con el pincel o con un pulverizador.

El estarcido tiene dos limitaciones esenciales. Por una parte, hay que descartar los trazos finos o delicados y determinadas formas, sobre todo si se desea trabajar con una plantilla de una sola pieza y no demasiado frágil; por otra, la aplicación de la pintura es poco práctica ya que el uso del pincel resulta lento y el pulverizador con cada pasada recubre la plantilla de una capa de pintura, lo que hace necesario limpiarla con frecuencia para evitar las rebabas.

Si en lugar de estar hecha con un material rígido, la plantilla está constituida por una tela muy permeable fijada sobre un bastidor, con determinadas partes obturadas por un

barniz o una cola y si a través de esta plantilla indeformable la pintura o la tinta se hace pasar por medio de una espátula flexible, se evitan los dos inconvenientes anteriores mencionados, y al mismo tiempo se habrá inventado la serigrafía.

La ventaja de la serigrafía respecto a otros métodos de impresión reside en el hecho de que el soporte sólo sufre una presión relativamente débil: la presión de la espátula. Es por ello que se puede imprimir sobre los más diversos materiales: papel, cartón, madera, metal, vidrio, porcelana, telas o materiales sintéticos. Por medio de dispositivos adecuados, es posible también imprimir sobre superficies no planas (cilíndricas o cónicas), tales como ceniceros, vasos, botellas, toneles y toda clase de embalajes.

Otra ventaja más es que por medio de este sistema de impresión se deposita una capa de pintura más gruesa que la que se obtiene con los otros procedimientos, en los que la tinta es aplastada entre la superficie que imprime y el soporte. Esto explica la riqueza de colorido y hasta el relieve que se pueden lograr con ciertas tintas.

Por otra parte, la serigrafía se utiliza cada vez más en la industria para la impresión de afiches, paneles

publicitarios, exhibidores, etiquetas, etc.; y en la electrónica para la realización de circuitos impresos.

2.2 APLICACIONES DE LA SERIGRAFIA

La serigrafía tiene un sinfín de aplicaciones, las cuales dependen del tipo de tintas que se puedan obtener en el mercado.

Para describir completamente qué tantos materiales pueden ser serigrafiados, detallaremos a continuación las tintas más utilizadas en el medio y sus aplicaciones.

2.2.1 POLICAT

Es una línea de tintas de dos componentes, que se caracteriza por sus resistencias físicas y químicas excepcionales. Con excelente adherencia a materiales difíciles, desde plásticos y metales hasta vidrio y cerámica. Las tintas tienen terminado brillante.

Por sus altas resistencias a la mayor parte de los productos químicos comunes, como ácidos y alcalinos, solventes, grasa, cosméticos detergentes y productos domésticos, estas tintas se usan con frecuencia para la decoración de envases. Dada su excelente resistencia al calor, se usan en productos laminados (formica) y como capa de protección a la soldadura

en circuitos impresos.

2.2.2 VINILO MATE

Estas tintas tienen cualidades excelentes de impresión y autosolvencia. Son adecuadas para secado al aire o en secador de tunel. Poseen pigmentación intensa que produce una gran opacidad y rendimiento excepcional. Sus colores son resistentes a la luz y al sangrado.

Han sido formuladas especialmente para imprimir P.V.C. rígido y flexible, copolímeros de P.V.C., papel recubierto con vinilo, C.A.B., poliestireno, acrílicos, policarbonatos y papel.

2.2.3 SERILUSTRE

Es un esmalte con extraordinaria flexibilidad, adherencia y brillo.

Posee magnífica adherencia sobre casi todos los materiales, entre ellos papel, cartón, metales preparados, madera prensada, polietileno tratado, casi todos los plásticos, mylar y mylar metalizado. Por sus excelentes resistencias, estas tintas son recomendables para anuncios de lámina para exteriores.

2.2.4 CALTEX

Las tintas Caltex para textiles tienen terminado ahulado;

se recomienda para impresión directa sobre la tela que obtiene mejor anclaje, o bien pueden utilizarse por transferencia de un papel impreso. Las tintas son termoplásticas y pueden ser reblandecidas por el calor, por lo que las prendas impresas deberán ser lavadas con agua fría o tibia. El área impresa no deberá ser planchada.

Estas tintas se recomiendan para las telas más comunes como: lana, algodón, acetato o en telas de fibras combinadas.

2.2.5 ESPATEX

Estas tintas han sido formuladas para imprimir sobre algodón, acetato, poliéster y otras fibras sintéticas, con la característica de que la prenda impresa adquiere una textura realzada que da aspecto de bordado.

Casi todas las telas son adecuadas, pero se recomienda emplear telas con tejido no muy cerrado para asegurar el buen anclaje de la tinta a la tela.

2.2.6 DIRTEX III

Han sido formuladas para imprimir sobre telas 100% algodón con óptima calidad de impresión. Tienen buena solidez a la luz y buena resistencia al lavado cuando son curadas adecuadamente.

Cuando se imprimen telas sintéticas como acetato, rayón, fibras acrílicas o mezclas algodón-poliéster, se debe tener especial cuidado de que no exista grasa en el tejido, porque puede disminuir la solidez al lavado. En prendas de lana la resistencia al lavado tanto en seco como en húmedo es menor.

2.3 METODOS UTILIZADOS PARA SERIGRAFIAR

Los métodos para serigrafiar varían básicamente en la forma y los elementos que se utilizan para imprimir.

A continuación, se describirán los tres métodos más utilizados en los talleres de serigrafía.

2.3.1 METODO BASICO

Este es el método más simple para serigrafiar y tiene como únicos elementos indispensables: una pantalla, una mesa plana y una espátula.

El método está conformado por los pasos siguientes:

- i) Se coloca el objeto a serigrafiar sobre la mesa; éste puede ser una hoja de papel o una pieza de tela;
- ii) Se pone la plantilla, debidamente alineada, sobre el objeto a serigrafiar;
- iii) Luego se vierte un poco de pintura sobre la pantalla y

se desliza la espátula hasta el borde inferior;

iv) Por último, se levanta la pantalla y se recoge el excedente de tinta con la espátula.

2.3.2 SISTEMA DE BISAGRAS

Este sistema a diferencia del otro, varía únicamente en que aquí la pantalla se encuentra articulada por unas bisagras; esto es con el objeto de que las impresiones sean más exactas y, por consiguiente, el producto defectuoso se reduzca considerablemente.

2.3.3 BASE ASPIRANTE

El sistema descrito anteriormente permite realizar un buen trabajo, pero los serigrafistas que quieren ir un poco más lejos en la perfección de sus impresiones pueden utilizar una base aspirante, con la que obtendrán mejores resultados.

Se comprobará, en efecto, que la impresión de superficies grandes produce la adherencia del papel o pieza de tela a la pantalla. Además de que será necesario despegar cada vez el papel, se verá que ello atenta contra la perfección del trabajo. Por otra parte, las eventuales arrugas provocan irregularidades en la impresión. La base aspirante permite solucionar estos inconvenientes, ya que aspira el papel o pieza de tela, fijándola completamente a la mesa de impresión.

III. PROCESO

3.1 INSUMOS

La materia prima e insumos utilizados dentro del proceso serigráfico son, básicamente, los que se describen a continuación.

3.1.1. TELA

En los orígenes de la serigrafía, la tela que se empleaba era de gasa de seda para cerner, utilizada en los molinos harineros. Tejida de una manera particular, esta tela tenía la ventaja de resistir las deformaciones que podrían producir las pasadas de espátula.

La seda prácticamente ha desaparecido, desplazada por los tejidos de nylon y de poliéster. El nylon es el más utilizado, ya que es resistente y ofrece muchas ventajas. La gasa de nylon para serigrafía viene a veces teñida de amarillo o de rojo. Al evitar la difusión de la luz en los procesos fotográficos, ello permite una mayor precisión en el transporte: de todas maneras, esto no es en absoluto indispensable. El poliéster no tiene ventajas grandes sobre el nylon.

Para identificar las telas, los fabricantes emplean sistemas de numeración, para los que, desgraciadamente, no hay normas. En general, la cifra es proporcional entre el número de hilos y el de centímetros.

Una gasa de nylon que tiene entre 70 y 80 hilos por centímetro se adapta perfectamente a todos los trabajos corrientes, y puede ser considerada como la tela estándar para montar todas las pantallas.

3.1.2. EMULSION FOTO REVELADORA

Es una sustancia sensible a la luz, particularmente a las radiaciones ultravioletas que la endurece. Anteriormente esta emulsión la preparaban los serigrafistas partiendo de fórmulas diversas. En la actualidad, se le encuentra preparada, lista para su empleo o en dos componentes: emulsión y sensibilizador. Este último es, generalmente, bicromato de amonio o de potasio (sustancias tóxicas). Una vez que la emulsión ha sido mezclada con el sensibilizador, es de duración limitada (algunos días).

3.1.3 TINTAS

En los comercios especializados se encuentran series de tintas que se adaptan a la impresión serigráfica. Las tintas de una misma serie sólo se diferencian por el color, pero

tienen una composición equivalente. Cada serie se caracteriza por su aspecto de superficie, su solvente, su tiempo de secado, los materiales a los cuales se adapta, su poder de cubrimiento, etc.

Las tintas de una misma serie pueden mezclarse entre sí para obtener gamas de colores; hay que tener en cuenta, sin embargo, que los colores que resultan de la mezcla de tintas son siempre menos vivos que aquellos que se encuentran directamente en la gama de tinta considerada.

Por lo general, en cada serie se encuentra una base, que no es otra cosa que una tinta incolora absolutamente transparente y con la misma composición que los otros colores. En pequeña cantidad, la base no modifica ni el color ni la opacidad; solamente permite estirar la tinta y disminuir ligeramente el precio de costo. Cuando se la mezcla en grandes proporciones, permite modificar la transparencia de la tinta.

Desde el punto de vista de su aspecto, existen tintas mates (las más empleadas), tintas satinadas y tintas brillantes. Estas últimas son generalmente tintas gliceroftálicas; se caracterizan por su largo tiempo de secado (de 3 a 5 horas) y una excepcional adhesividad (el apilamiento de hojas imperfectamente secas hace que se manchen unas con

otras). Las tintas corrientes se pueden usar sobre la mayor parte de materiales: papel, cartón, madera, telas, etc. Existen, sin embargo, tintas especiales que se adaptan en particular a ciertos materiales plásticos. Las tintas más comunes en el medio fueron descritas en el Capítulo II.

3.1.4 DESENMULSIANADOR

Se utiliza para borrar los estenciles de serigrafía, tanto en tejidos de naylon como de poliéster.

Por medio del desensulsiador se recuperan los estenciles (pantalla) elaborados con emulsión o película.

3.1.5 PELICULAS CELULÓSICAS

Son películas especiales con un soporte transparente o translúcido recubierto por una película de color.

Las películas celulósicas se fijan a la pantalla por medio de un solvente celulósico (para su empleo deben seguirse las indicaciones del fabricante).

3.2 HERRAMIENTAS, EQUIPO Y MAQUINARIA

A continuación, se describen las herramientas, el equipo y la maquinaria necesaria en un taller de serigrafía.

3.2.1 EL BASTIDOR

El Bastidor es el marco de madera sobre el cual se monta la tela. lo que nos da como resultado lo que se denomina "pantalla".

El bastidor debe ser lo suficientemente rígido como para que no se deforme, y la madera de la cual está hecho no debe "trabajar" a pesar de los tratamientos a los que habrá que someterla: mucha humedad y secados a veces enérgicos. Además, es conveniente que este elemento sea relativamente liviano.

Todas estas exigencias conducen al serigrafista a abastecerse de los bastidores recurriendo a un proveedor especializado o a un carpintero, y no a construirlos él mismo, pues en este último caso es probable que, después de ser utilizados algún tiempo, se deformen sobre la mesa.

No resulta práctico emplear bastidores muy pequeños. Sus medidas interiores mínimas deben ser de 30 x 40 cm.

Es necesario tener en cuenta que las medidas interiores de la pantalla deben ser algo mayores que la superficie que se debe imprimir: por lo menos 15 cm. más largo y 10 cm. más de ancho.

Resulta útil contar con una cantidad suficiente de pantallas de diferentes dimensiones. Un trabajo en varios colores exige varias matrices: a veces, es necesario prever también la eventual necesidad de conservar, para una tirada posterior, una matriz hecha en una pantalla.

3.2.2 MANIGUETA O ESPATULA

La manigueta o squeege es una espátula flexible que sirve para hacer pasar la tinta a través de la pantalla. La espátula suele ser de hule, con la parte superior de madera.

3.2.3 ABROCHADORA

La abrochadora no es más que la engrapadora con la cual montaremos la tela al bastidor. La abrochadora debe ser bastante fuerte y de tipo industrial.

3.2.4 ESPARCIDOR RECTO

El esparcidor recto puede ser una regla; ésta nos servirá para esparcir adecuadamente la emulsión fotosensible sobre la pantalla cuando estemos procediendo a la aplicación del dibujo sobre la pantalla.

3.2.5 MESA DE LUZ

Es la mesa sobre la cual la pantalla recubierta con la emulsión fotosensible es expuesta.

La mesa esta constituida por tubos luminosos fluorescentes colocados a unos 8 cm. de distancia entre sí, de centro a centro, y esta recubierta por una lámina de vidrio de 7 u 8 mm. de espesor. Posee 2 o 4 pequeñas lámparas incandescentes manipuladas aparte por un interruptor, las que permitirán la colocación de la pantalla sobre el calco por transparencia. Otro interruptor comanda el conjunto de tubos. Los soportes de los extremos de los tubos están fijos con tornillos sobre dos listones, y las reactancias están ubicadas debajo de los tubos. El esquema de la mesa de luz puede observarse en el Anexo 1.

3.2.6 MECANISMO DE BISAGRAS

Este dispositivo se compone de una plancha de unos 10 cm. de ancho y más larga que la pantalla. Sobre esta plancha se adosan dos pequeñas bisagras o goznes, fijos del otro lado de un listón de unos 3 x 6 x 40 cm. La plancha se mantendrá bajo el plano de la mesa por medio de dos pequeñas prensas, y la pantalla se fija contra el listón por medio de otras dos prensas. (Ver Anexo 2.)

3.2.7 BASE ASPIRANTE

La base aspirante se compone de una mesa con pequeñas perforaciones que comunican con un sistema de aspiración de aire. El objeto que se va a serigrafiar, una hoja de papel o

una pieza de tela, se encuentra presionada sobre la mesa. Un sistema muy simple permite suprimir la aspiración a voluntad, lo cual es indispensable cuando se coloca el objeto y cuando se le retira. La aspiración se obtiene por medio de una turbina. El esquema se muestra en el Anexo 3.

3.3 MANO DE OBRA

El personal mínimo necesario en un taller de serigrafía debe ser:

- Jefe de taller
- Diseñador
- Encargado de pantallas
- Serigrafistas
- Encargado del secamiento
- Encargado de control de calidad
- Personal de empaque

3.4 INGENIERIA DEL PROCESO

3.4.1 DIAGRAMAS

Antes de entrar a describir el proceso serigráfico, se mostrarán los distintos diagramas de flujo para visualizar de una mejor manera la secuencia de las operaciones.

Los diagramas son los siguientes:

- Diagrama de Operaciones (Figura 3.1)
- Diagrama de Flujo del Proceso (Figura 3.2)
- Diagrama de Proceso del Producto (Figura 3.3)
- Diagrama de Recorrido (Figura 3.4)

FIGURA 1

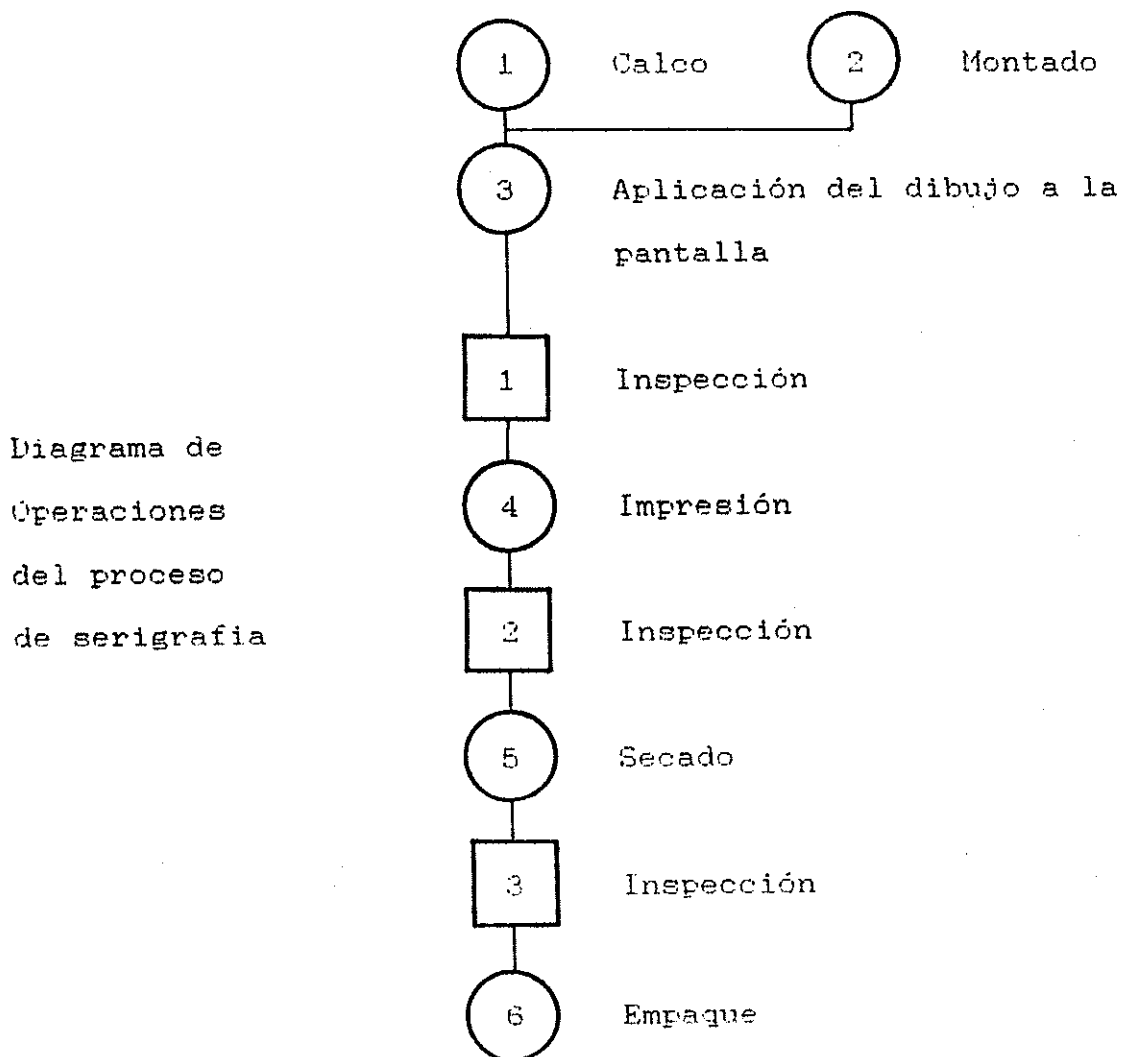


FIGURA 2

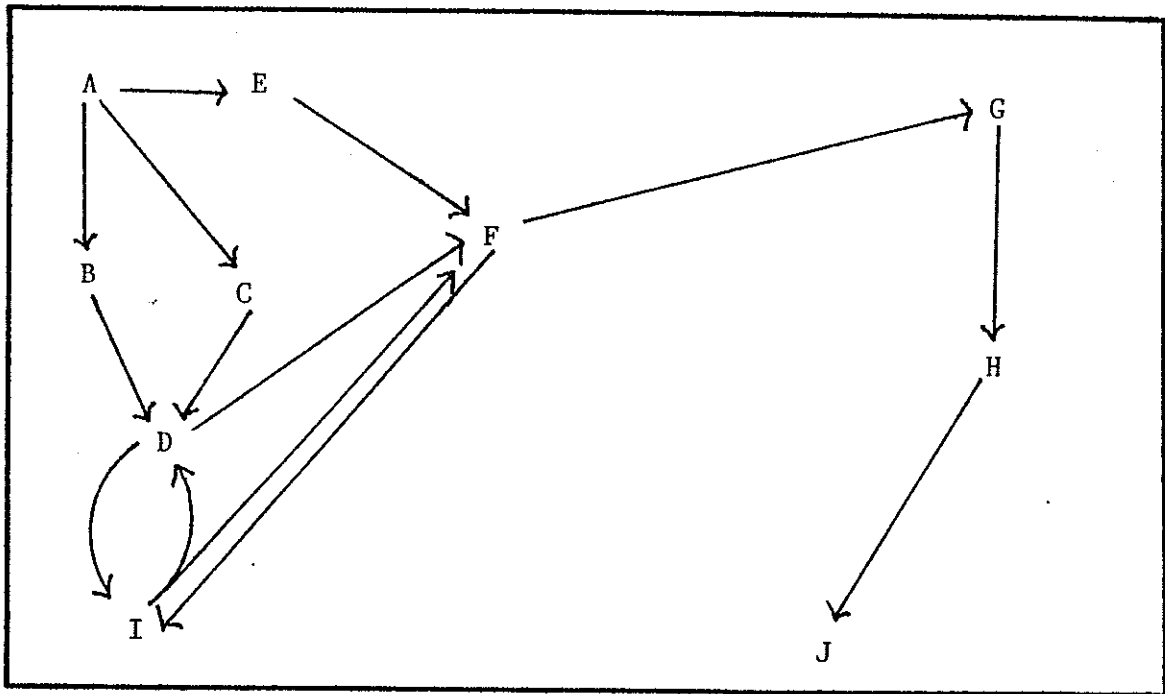


Diagrama de flujo del proceso en un taller de serigrafía.

Secciones:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| A) Materia Prima | F) Impresión |
| B) Dibujo | G) Secado |
| C) Montado | H) Empaque |
| D) Aplicación del dibujo | I) Limpieza |
| E) Preparación | J) Producto terminado |

FIGURA 3

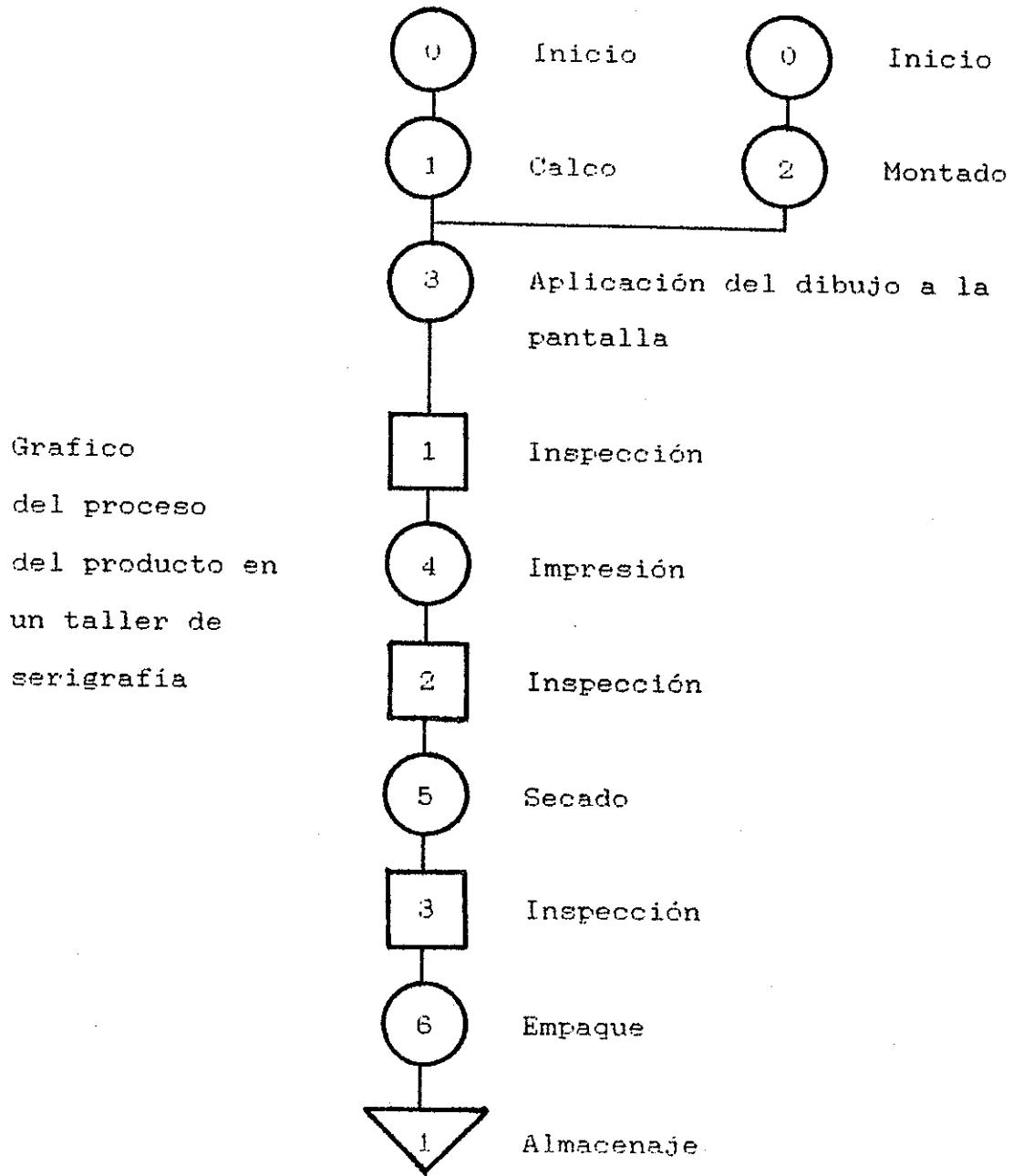


FIGURA 4

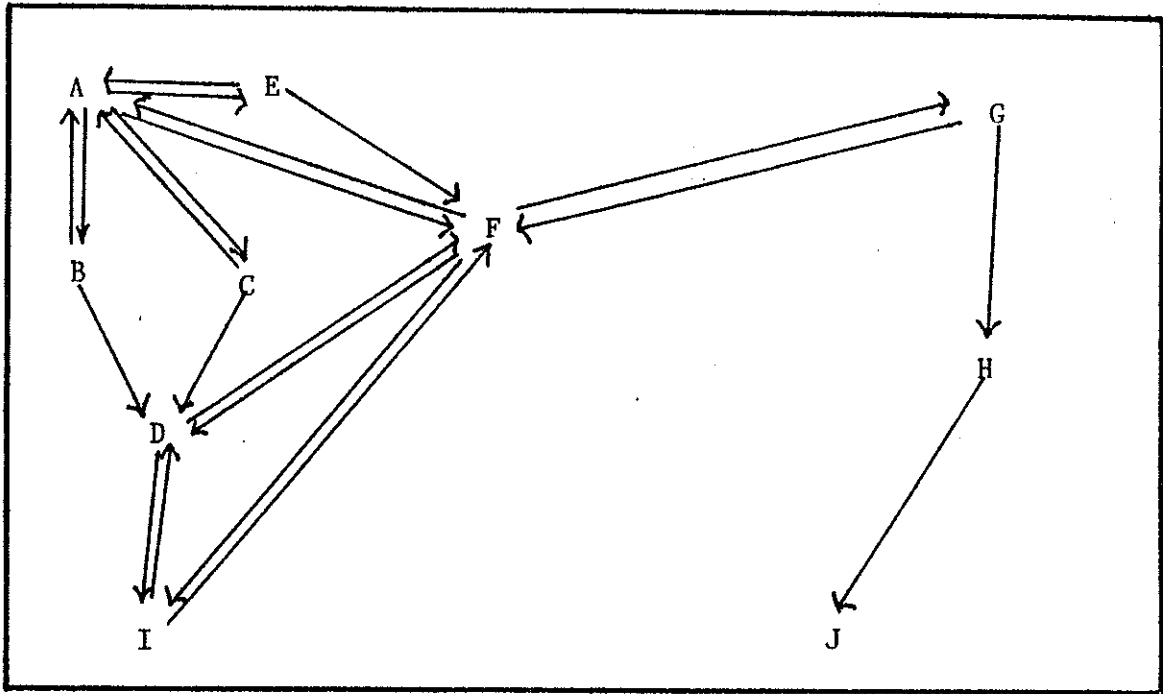


Diagrama de recorrido en un taller de serigrafía.

Secciones:

A) Materia Prima

B) Dibujo

C) Montado

D) Aplicación del dibujo

E) Preparación

F) Impresión

G) Secado

H) Empaque

I) Limpieza

J) Producto terminado

3.4.2 PROCESO

a) El montaje

Para esta operación, se necesita una pinza para tensar y una abrochadora. La pinza para tensar que se encuentra corrientemente en los comercios no resulta práctica a causa de su insuficiente anchura. Es posible mejorarla soldando en los bordes de su boca, previamente limados, dos trozos de hierro esquinero (angular) de unos 20 cm., los que se recubrirán de caucho.

La abrochadura deberá ser bastante fuerte, y de uso industrial.

Para extender una tela, se deberá trabajar en el orden que se indica en Anexo 4:

- Fijación de un ángulo de la tela por medio de tres o cuatro grapas;
- Fijación de los lados adyacentes a este ángulo; la tela debe ser extendida en estos lados por medio de pinza, y abrochada de manera que el hilo quede paralelo al borde del bastidor;
- Fijación del cuarto ángulo, estirando la tela en sentido diagonal;
- Fijación de los dos últimos lados, estirando la tela perpendicularmente al correspondiente borde del bastidor.

Mientras se realizan estas operaciones, debe tirarse suavemente de la tela, a fin de evitar desgarramientos debajo de las grapas. También debe verificarse que la tensión sea regular y que los hilos de la tela queden paralelos a los lados del bastidor. Esto podrá lograrse más fácilmente si sobre la tela tensa se traza previamente una línea, correspondiente al interior del bastidor. Así será posible controlar el alargamiento y verificar su regularidad. Un alargamiento de alrededor del 5% (para el naylon) es suficiente y constituye el máximo en el caso de una tensión manual.

La cara del bastidor donde se ha fijado la tela debe ser recubierta por una gruesa capa de goma laca o calo vinílica, lo cual tiene por objeto :

- Pegar la tela sobre la madera: al no estar fijo solamente por las grapas, disminuirá el riesgo de que la tela se desgarre;
- Proteger las grapas de la oxidación.

Por supuesto, antes de reemplazar una tela, se deben secar las grapas antiguas del bastidor, y éste debe ser pulido ligeramente.

b) Aplicación del dibujo sobre la pantalla

El objetivo perseguido en esta operación es simple: se trata de obturar las mallas de la tela, con una cola o un

barniz. en todos los lugares en que no debe pasar la tinta.

No deben perderse de vista estas dos cuestiones:

- La cola o barniz deben ser eliminados sin dificultad después de imprimir. a fin de recuperar la pantalla;
- Ni la cola ni el barniz deben ser atacados por algún solvente contenido en la tinta; de lo contrario, la matriz quedaría inutilizada después de algunas pasadas de la espátula.

Es necesario. en consecuencia, elegir el producto para obturar en función de las tintas que se emplearán.

También es necesario aclarar algo que puede no tenerse en cuenta, se imprime un solo color por vez, lo cual exige:

- Seleccionar los colores del modelo y simplificarlos, con el propósito de reducir el número de pasadas;
- Confeccionar tantas matrices como colores se han de imprimir;
- Un sistema de registro que permita yuxtaponer las diversas pasadas con precisión.

Existen varios métodos para aplicar el dibujo a la pantalla, los cuales se describen a continuación:

1. Pintura directa sobre la pantalla.

Consiste en extender la cola con un pincel, dejando sobre la tela espacios sin cubrir correspondientes a las partes que deben ser impresas.

2. Reservas

Un procedimiento algo más perfeccionado resulta del empleo de la tinta-goma. Esta sustancia se deposita mediante el pincel sobre las partes de la tela que deben dejar pasar la pintura. Luego se extiende sobre toda la superficie de la pantalla un barniz celulósico por medio de un esparcidor hueco, y se deja secar. La tinta-goma se elimina frotando con los dedos, con una goma o con una estopa, con lo que también se arrastrará el barniz que la recubre y quedarán descubiertas las partes por donde debe pasar la pintura.

3. El recorte

Por medio de una cuchilla de hoja puntiaguda y perfectamente afilada se recorta la película superficial, la que se despega de su soporte en todas las partes que van a ser impresas. La transparencia de la película permite trabajar directamente sobre la original, el que se mantendrá debajo de la película durante el recorte. Para fijar en la pantalla una película celulósica, se coloca ésta con la parte recortada hacia arriba, sobre una superficie dura y lisa; se apoya la

pantalla arriba de la película y se frota la tela con pequeños toques con un algodón ligeramente embebido en el solvente celulósico indicado por el fabricante de la película.

4. Procedimiento fotográfico directo

Aquí se utiliza la emulsión fotosensible la cual reacciona con la luz. Esta emulsión se extiende sobre las dos caras de la tela con ayuda de un esparcidor; la emulsión se esparce en cruz y alternativamente sobre las dos caras, hasta que quede una capa muy delgada y lo más pareja posible, lo cual puede comprobarse mirándola por transparencia. Después, la pantalla se deja secar, preferentemente en sentido horizontal. El secado se puede acelerar por medio del aire caliente, pero es necesario cuidar que el calor no endurezca la emulsión porque la inutilizaría. Ahora la pantalla seca es sometida a exposición: esta operación se hace sobre una caja o mesa de luz. La mesa está constituida por tubos luminosos fluorescentes: para realizar la exposición se pone sobre la placa de vidrio de la caja de luz un calco que reproduzca el dibujo positivo; la pantalla se coloca arriba, en estrecho contacto con el calco.

c) El calco

Este término designa al elemento -en parte transparente,

en parte opaco- que servirá para convertir la pantalla en matriz. Deberá reproducir el motivo por imprimir en positivo, es decir, que las partes impresas corresponderán a las partes opacas. Es necesario recordar, por otra parte, que se deberán hacer tantas matrices y, en consecuencia, tantos calcos, como colores se deban imprimir.

d) La impresión

A continuación se describe el procedimiento completo:

- Se pone una pequeña cantidad de tinta en la parte superior de la pantalla, entre el borde y el dibujo, y todo a lo ancho de este último.
- Por medio de la espátula, inclinada hacia abajo y frente al serigrafista, se hace deslizar la tinta hasta el borde inferior de la pantalla.
- Al finalizar la pasada, la espátula se coloca y se mantiene sobre el borde del bastidor: la pantalla se levanta para retirar la hoja impresa y colocar otra.
- Se vuelve a bajar la pantalla, se recoge el excedente de tinta con la espátula.
- Por último, se lleva hacia la parte superior de la

pantalla para una nueva pasada. (Ver Anexo 5.)

e) El secado

En general, las tintas que se emplean en serigrafía exigen, por lo menos, un cuarto de hora de secado. Esto excluye, obviamente, la posibilidad de apilar piezas de tela u hojas a medida que se sacan de la mesa de impresión.

Existen varios sistemas de secado. El más simple y económico consiste en extender las hojas sobre el piso; también es el sistema más rápido, pero exige un gran local si se trata de tiradas importantes, y también suficiente mano de obra.

Hay otro sistema que está constituido por lengüetas flexibles que permiten colgar muchas láminas al mismo tiempo, y retirarlas con suma facilidad.

El sistema de hilos o alambres extendidos y broches para la ropa no es demasiado cómodo, pero puede constituir una solución práctica.

f) Empaque

Aquí se procede a proteger los artículos serigrafiados

envolviéndolos y empacándolos debidamente; de ésto depende que el producto llegue en las mejores condiciones posibles al consumidor final.

irritantes y. al mismo tiempo, muy inflamables; razón por la cual. hay que mantenerlos bien cerrados y almacenados en un lugar seguro.

La recogida de desperdicios se efectuará, de ser posible, fuera de las horas de trabajo y de una forma que no sea peligrosa para la salud; los encargados deben utilizar mascarillas contra polvo y vapores orgánicos, así como guantes de cuero. ya que los guantes de hule son destruidos por solventes.

Es preciso en un taller de serigrafía mantener despejados los pasadizos, que deberán marcarse cuando el piso sea de hormigón o de madera, con rayas blancas de 5 cm. de ancho por lo menos.

Es una norma de manipulación de materiales, que no debe depositarse nada en el suelo del taller que no sea absolutamente necesario, pues alguien tendrá que recogerlo. Igualmente no se dejarán de cualquier manera en el taller las herramientas. plantillas u otro equipo, sino que deberán colocarse en estantes o en recipientes convenientemente situados en la zona de trabajo.

4.3 ILUMINACION

4.3.1 ILUMINACION ARTIFICIAL

Para calcular la iluminación que se necesita dentro de un taller o fábrica, hay varios métodos de diseños, que dependen si se trata de alumbrado exterior o de interiores.

El método que utilizaremos para calcular el alumbrado dentro de un taller de serigrafía es el método de utilización, el cual es bastante exacto y al mismo tiempo sencillo.

A continuación, se explicará este método y a la vez se desarrollara un ejemplo.

Ejemplo:

Diseñar el alumbrado para un taller de serigrafía de 15 x 15 metros y una altura de 5 metros.

Solución

1) Escoger el nivel de iluminación de acuerdo al Anexo 7. En el caso de un taller de serigrafía el nivel de iluminación, es de las tareas que exigen gran esfuerzo visual pero no al máximo, por lo tanto $E = 65$ pies/bujías.

$E =$ Iluminación

como 1 pie/bujía = 10.674 lux

entonces $E = 65 \text{ pies/bujías} = 693.81 \text{ lux}$

2) Escoger el tipo de luminaria. clasificadas generalmente en: directo, indirecto, semidirecto y de difusión general, de acuerdo con el porcentaje de luz dirigida hacia arriba y abajo. (D, I, SD, SI, y G; ver Tabla 1).

Escogemos el tipo de alumbrado fluorescente directo por ser más eficiente y usual para lugares de trabajo, con difusores.

3) Escoger los colores del ambiente. A falta de mayor información, se puede aceptar la siguiente tabla:

Color	Coef. de reflexión(%)
Blanco	75 - 85
Marfil	70 - 75 Claros
Col. pálidos	60 - 70
Amarillo	55 - 65
Marrón claro	45 - 55 Semiclaros
Verde claro	40 - 50
Gris	30 - 50
Azul	25 - 35
Rojo	15 - 20
Marrón oscuro	10 - 15

Escogemos los colores del ambiente de acuerdo con los coeficientes de reflexión recomendados en el Anexo 8. utilizando la tabla siguiente:

Color:	Coef. de reflexión (%)
Claros	85 - 90
Semiclaros	59 - 80
Oscuros	29 - 10

De acuerdo con el Anexo 8 y a la tabla anterior, en un taller de serigrafía los colores recomendados para el techo y las paredes son claros, sin embargo, para el suelo se aconsejan los oscuros.

4) Estimar el coeficiente de mantenimiento, que toma en cuenta la disminución de la luz debido al envejecimiento y el ensuciamiento. (K') que oscila entre 0.50 y .80. Suponiendo un servicio de limpieza regular, se asigna al factor un valor de mantenimiento K' un valor de 0.7.

5) Calcular la relación de ambiente (RR) con la fórmula:

$$RR = \frac{W L}{H(W+L)}$$

en la que W es el ancho y L el largo del ambiente, siendo la altura de suspensión de la lámpara sobre el plano de trabajo que es usualmente entre 2 y 3 metros. Aquí utilizaremos una

altura de suspensión de 2 metros.

Entonces $W = 15 \text{ mts}$

$L = 15 \text{ mts}$

TABLA 1

TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION (K)

Distribución Típica	Techos	Claro		Semiclaro		Claro	
	Paredes	claro	semicl.	claro	oscuro	claro	oscuro
	Piso RR	oscuro		claro		semiclaro	
I	0.6	.27	.21	.17	.11	.28	.22
	1.0	.39	.33	.26	.28	.42	.35
	2.0	.55	.49	.36	.29	.60	.52
	3.0	.61	.56	.40	.34	.69	.62
	5.0	.68	.64	.44	.39	.78	.72
SI	0.6	.24	.19	.17	.11	.24	.19
	1.0	.35	.30	.26	.19	.37	.31
	2.0	.49	.44	.36	.29	.53	.47
	3.0	.55	.50	.40	.34	.61	.55
	5.0	.60	.57	.45	.39	.68	.63
SD	0.6	.34	.28	.31	.24	.35	.29
	1.0	.48	.42	.44	.36	.50	.43
	2.0	.64	.59	.58	.51	.69	.62
	3.0	.70	.66	.63	.57	.78	.72
	5.0	.75	.72	.68	.63	.86	.81
G	0.6	.26	.21	.23	.16	.27	.22
	1.0	.38	.33	.33	.26	.40	.34
	2.0	.53	.48	.44	.38	.57	.51
	3.0	.59	.55	.49	.44	.65	.59
	5.0	.64	.61	.54	.49	.73	.68
D	0.6	.34	.28	.33	.24	.35	.28
	1.0	.49	.42	.47	.37	.51	.43
	2.0	.65	.60	.63	.55	.71	.64
	3.0	.72	.67	.69	.63	.80	.74
	5.0	.78	.75	.75	.71	.89	.85

$$H = 2 \text{ mts}$$

$$RR = \frac{15 * 15}{2(15 + 15)} = 3.75$$

6) En la Tabla 1, buscar el coeficiente de utilización (K) para las condiciones indicadas. Si no aparece el valor exacto de RR, se interpolará o extrapolará, según el caso. Tendremos que interpolar ya que RR = 3.75 queda entre 3.0 y 5.0. Utilizando la columna para techo claro, paredes claras y piso oscuro, obtenemos el valor del coeficiente de utilización K.

Interpolemos:

RR	K
3.0	0.70
3.75	x
5.0	0.75

$$\frac{5.0 - 3.0}{3.75 - 3.0} = \frac{0.75 - 0.70}{x - 0.70}$$

$$\frac{2}{0.75} = \frac{0.05}{x - 0.70}$$

$$2(x - 0.70) = 0.75 * 0.05$$

$$2x - 1.4 = 0.0375$$

$$2x = 0.0375 + 1.4$$

$$x = \frac{1.4375}{2}$$

$$x = 0.71875 \approx 0.72$$

Entonces K = 0.72

7) Se calcula el flujo luminico total que hay que

proporcionar:

$$\dot{O} = \frac{E * S}{K * K'}$$

siendo \dot{O} el flujo total, E la iluminancia en lux, S la superficie en metros cuadrados, el coeficiente de utilización y K' el factor de mantenimiento.

Los datos son:

$$E = 693.81 \text{ lux}$$

$$S = 225 \text{ mts}^2$$

$$K = 0.72$$

$$K' = 0.7$$

entonces
$$\dot{O} = \frac{E * S}{K * K'}$$

$$\dot{O} = \frac{693.81 * 225}{0.72 * 0.7}$$

$$\dot{O} = 309736.6 \text{ lúmenes}$$

8) Se calcula el espaciamiento máximo de lámparas, de acuerdo al principio de uniformidad. para determinar el número de lámparas requeridas. El principio de uniformidad indica que lo recomendable es que las lámparas estén separadas de 1.5 a 2.5 la altura de suspensión. De acuerdo con lo anterior, se utilizará un espaciamiento = $1.5H * 2 = 3$ mts. distribuyendo las lámparas por filas: a lo largo $15/3 = 5$ y a lo ancho $15/3 = 5$. Se necesitará un total de $5 * 5 = 25$ lámparas.

Los espaciamentos reales serán:

a lo largo: $15/5 = 3$ mts

a lo ancho: $15/5 = 3$ mts

9) Se determina el flujo por lámpara, dividiendo el flujo total entre el número de lámparas, y se escogen las bombillas o tubos adecuados para proporcionar como mínimo ese flujo, de acuerdo con la Tabla 2.

TABLA 2

Lámparas	W	Lúmenes iniciales	Vida útil horas
Incandescente standard	25	230	2,500
Incandescente standard	40	450	1.500
Incandescente standard	60	890	1,000
Incandescente standard	75	1.200	850
Incandescente standard	100	1,700	750
Incandescente standard	150	2,850	750
Fluorescente standard	20	1,220	9,000
Fluorescente standard	40	3.200	18,000
Fluorescente High Output	85	6,450	12,000
Fluorescente High Output	110	9.000	12.000
Fluorescente slimline	38.5	2,900	12,000
Fluorescente slimline	56	4.400	12.000
Fluorescente slimline	73.5	6,300	12,000
Fluorescente tipo "U"	40	3.000	12.000

Altura ventanas = 0.125×15 mts

Altura ventanas = 1.875 mts

Respuesta: el área de ventanas y tragaluces debe ser de 56.25 mts²; la altura de las ventanas debe ser de 1.875 mts colocándose de 1 a 1.25 mts del suelo; esto último es debido a la altura que poseen las mesas de impresión.

4.4 VENTILACION

En el taller de serigrafía, la renovación del aire es importante no solo por el bienestar de los trabajadores, sino también por la tinta que se utiliza en la impresión, ya que si hay mucho calor ésta se secará prematuramente y arruinará la pantalla.

Lo más recomendable para ventilar el taller es utilizar ventiladores (extractores) eléctricos, debido a que de esta manera se puede controlar el flujo de aire; si no pudieran instalarse los anteriores, debe colocarse por lo menos, extractores corrientes en el techo del taller.

A continuación, se darán algunos consejos que servirán para ventilar de mejor manera un taller de serigrafía.

1) Aire natural

Vientos predominantes. Las entradas de aire deben estar orientadas al norte, con el fin de aprovechar los vientos predominantes. Las entradas de aire deben estar más abajo que las salidas.

2) Artificialmente

Debe estar separado el aire a respirar y el aire que extrae desechos. Se coloca una hélice en una ventana (extractor) o un ventilador en forma centrífuga (la misma forma que una bomba centrífuga).

A continuación, se realizará un ejemplo con el cual se podrá dar una idea de cuantos ventiladores eléctricos se necesitan colocar en un taller de serigrafía. Los ventiladores que mencionamos en este ejemplo son industriales tipo axial con aspas de 6 hojas.

Ejemplo:

¿Cuántos ventiladores necesitaremos y cual será su potencia para ventilar de la mejor manera posible un taller de serigrafía de 15 mts de largo, 15 mts de ancho y 5 mts de alto?

Solución:

1) Calculamos el volumen del local:

15 mts x 15 mts x 5 mts = volumen

1125 mts³ = volumen

debemos pasarlos a pies cúbicos.

1 m = 3.28 pies

1125 mts³ = 39698.5 pies³

entonces 39698.5 pies³ = volumen

2) Obtenemos la cantidad de renovaciones del aire por minuto que se necesita en un taller de serigrafía, según la tabla siguiente:

Proyecto	Renovaciones/Hora
Taller	10 - 15
Oficinas generales	4 - 5
Sala de máquinas	10 - 20
Escaleras y vest.	1 - 2
Sala Caldera	10 - 20
Fábricas de trab. ligeros	4 - 6

De acuerdo con la tabla anterior, las renovaciones en un taller de serigrafía deben ser de 20 renovaciones por hora.

3) Se calcula el volumen total que será necesario renovar en una hora:

$20 \text{ renov/hr} \times 39698.5 \text{ pies}^3 = 793969.9 \text{ pies}^3/\text{hr}$

$(793969.9 \text{ pies}^3/\text{hr}) / (60 \text{ min/hr}) = 13232.8 \text{ pies}^3/\text{min}$

lo anterior es el volumen en pies³ cúbicos que debe renovarse

cada minuto en el taller de serigrafía que se está analizando.

4) Se escogen los ventiladores que se adecúan a nuestras necesidades:

Dimensiones de los ventiladores (mm)

Código	Largo	Alto	Diámetro aspa
C35	940	940	855
C42	1200	1200	1200
C48	1480	1480	1260

Potencia y capacidad de ventilación

Cod.	RPM	Pies ³ /min	Potencia
C35	350	6000	0.71
	400	6700	0.94
	450	7600	1.15
	500	8400	1.34
	550	9200	1.53
	600	10000	1.68
	650	10800	1.81
	700	11600	1.82
	750	12300	8.80
800	13000	1.81	
C42	350	10600	1.53

	400	12200	1.59
	450	13700	1.61
	500	15500	1.67
	550	17000	1.75
	600	18400	1.92
	650	20200	1.96
	700	21400	2.06
C48	350	13000	1.65
	400	15000	1.65
	450	17200	1.76
	450	17200	1.76
	500	19500	2.00
	550	21500	2.47
	600	23700	2.82
	650	25000	3.06
	700	25800	3.29

De acuerdo con las tablas anteriores, se pueden escoger varias alternativas que satisfacen nuestras necesidades de ventilación siendo el factor económico el que decida.

5) Alternativas:

- a) 2 ventiladores C35 con motor de 0.94 HP nos darán 13400 pies³/min.
- b) 1 ventilador C42 con motor de 1.61 HP nos dará 18700 pies³/min.

- c) 1 ventilador C48 con motor de 1.65 HP nos dará 15000 pies³/min.

4.5 UBICACION

En el caso de un taller de serigrafía, el factor más importante en lo que se refiere a la ubicación es el de costos de transporte, ya que si las instalaciones se encuentran muy distantes de los proveedores de materias primas o de los mercados para los productos, los costos de operación se elevan excesivamente.

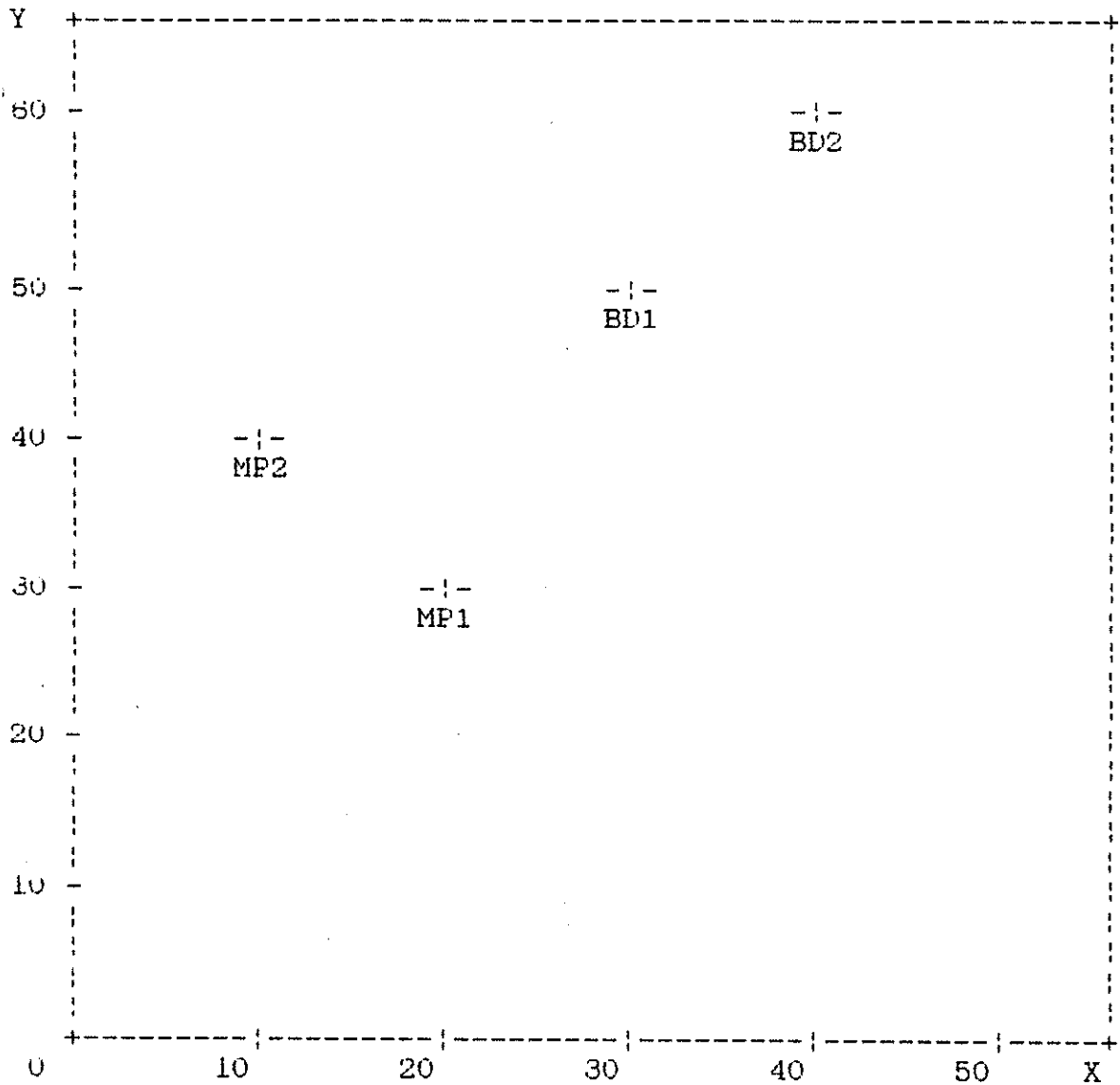
Entre los modelos generales que se utilizan para determinar la mejor de la mediana simple, está el que se adapta bastante bien a un taller de serigrafía, razón por la cual se describirá detalladamente a continuación y al mismo tiempo se desarrollará un ejemplo.

Modelo de la mediana simple

Supóngase que se desea ubicar un taller de serigrafía que recibirá despachos anuales de materias primas de cada una de las dos fuentes existentes, MP1 y MP2. El taller entregará productos terminados que deben ser despachados a cada una de las bodegas de distribución existentes, BD1 y BD2. Dada la existencia de estas cuatro instalaciones que aparecen en la

Figura 4.1. debe encontrarse la localización del nuevo taller donde los costos de transporte de toda la red de instalaciones serán mínimos.

FIGURA 4.1



Fuentes existentes de materias primas y bodegas de distribución (las localizaciones se muestran en un sistema de coordenadas con un origen arbitrario).

El modelo de la mediana simple puede ayudar a encontrar esta localización. Este modelo tiene en cuenta el volumen de despachos pero únicamente en rutas rectangulares. Todos los movimientos se hacen en las direcciones este-oeste y norte-sur; no se consideran movimientos diagonales a pesar de lo cual el modelo de la mediana simple puede aproximarse bastante a la ubicación óptima.

La Tabla 3 muestra el número de despachos, \bar{n}_i , que deben hacerse anualmente entre cada una de las instalaciones existentes y la nueva planta, y muestra también las coordenadas "x" y "y" (localización) de cada una de las instalaciones existentes.

Los costos de transporte son proporcionales a la distancia. Se calculan sumando el número de despachos multiplicado, cada uno, por la distancia que debe recorrer:

$$(5-a) \quad \text{Costos de transporte} = \sum_{i=1}^n (ND_i * D_i)$$

ND_i es, en la ecuación 5-a, el número de despachos que se harán entre la nueva planta y las instalaciones existentes i . Aquí hay cuatro ($i = 4$) instalaciones existentes. D_i representa la distancia entre el nuevo taller y la instalación i . La

distancia que debe recorrer cada envío, depende naturalmente de la selección que se haga de la ubicación. Se suman ahora todos los productos obtenidos al multiplicar el número de despachos por la distancia que deben recorrer a partir de cada uno de los sitios existentes. La respuesta representa el costo de todos los movimientos dentro del sistema.

Como todos los despachos deben hacerse siguiendo rutas rectangulares; la distancia total se mide por la longitud del movimiento en la dirección x y en la dirección y:

$$(5-b) \quad D_i = (x - x_i) + (y - y_i)$$

Las variables "x" y "y" representan, en la ecuación 5-b, las coordenadas de cualquier ubicación que pueda proponerse para la nueva planta y x_i y y_i son las coordenadas de las instalaciones existentes.

Cuando se ha definido ya una ubicación, puede calcularse la distancia para todos los movimientos (D_i).

Se desea, como puede verse, encontrar los valores de "x" y de "y" (nuevo taller) que produzca el costo mínimo de transporte. Se siguen tres pasos:

- 1) Encontrar el valor mediano del número total de despachos,
- 2) Encontrar el valor de la coordenada "x" de la instalación

existente que envia (o recibe) el despacho mediano; y,
3) Encontrar el valor de la coordenada "y" de la instalación existente que envia (o recibe) el despacho mediano.

Los valores de "x" y "y" encontrados en los pasos 2 y 3 definen la ubicación del nuevo taller.

A continuación, se desarrolla el modelo utilizando datos de la Tabla 3.

1) Identificar el despacho mediano. El número total de despachos a (y de) la nueva planta será igual a 2,500. La mediana del número de despachos es aquel valor por encima del cual se encuentra la otra mitad. Si el número total de despachos es par (por ejemplo 2,500), los despachos medianos serán los dos de la mitad. Para 2,500 despachos los medianos son el 1.250 y el 1251, ya que 1249 despachos están por debajo y por encima de estas cantidades.

2) Encontrar la coordenada "x" para el despacho mediano. Se consideran primero movimientos en la dirección x. Obsérvese el número de despachos hacia y de las instalaciones existentes comenzando en el origen de la Figura 4 y moviéndose hacia la derecha sobre el eje de las x. Los despachos entre 1-900 se hacen por MP2 desde la ubicación $x = 10$. MP1 hace los

despachos 901-1600 de la localización $x = 20$. Debido a que los despachos medianos (1250, 1251) pertenecen al intervalo 901-1600, $x = 20$ es la coordenada x deseada para la localización de la nueva planta.

3) Encontrar la coordenada "y" para el despacho mediano. Considérese ahora la dirección "y". Comience en el origen de la Figura 4 y diríjase hacia arriba en la dirección del eje de las "y".

Los despachos 1-700, se hacen de MP1 en la dirección "y" del punto $y = 30$. Los despachos 701-1600 son hechos por MP2 a partir de la localización $y = 40$. Debido a que los despachos medianos (1250, 1251) están en el intervalo 701-1600, $y = 40$ es la coordenada para la nueva planta.

La localización óptima, $x = 20$ y $y = 40$, genera los costos mínimos de transporte al año para esta red de instalaciones. Para calcular el costo de ésta basta sustituir la ecuación 5-b en la 5-a:

$$(5-c) \quad CT = \sum_{i=1}^n ND_i (x - x_i + y - y_i)$$

el costo de Q.44.000.00, se muestra en la Tabla 4. Como la distancia se supuso proporcional a los costos de transporte, la distancia total de los despachos puede verse como quetzales (Q.44,000.00) y no como distancia (44000).

TABLA 3
LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES
Y NUMERO DE VIAJES QUE SE VAN A REALIZAR

Instalación existente (i)	No. de viajes entre i y la nueva planta (anuales)	Coordenadas de la localización de la planta i	
		X_i	Y_i
MP1	700	20	30
MP2	900	10	40
BD1	400	30	50
BD2	500	40	60
	2500		

TABLE 4

CALCULO DE LOS COSTOS TOTALES PARA LA LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA (x = 20, y = 40)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Instalacion existente i	Instalacion existente	Distancia recorrida en direccion x para la planta nueva	Distancia recorrida en direccion y para la planta nueva	Distancia recorrida en direccion x para la planta existente	Distancia recorrida en direccion y para la planta nueva	Distancia recorrida en direccion y para la planta existente	Distancia recorrida en direccion x + y para la planta nueva	Distancia recorrida en direccion x + y para la planta existente	Numero de viajes recorrida (8)x(9)
		x-x _i	y-y _i	x-x _i	y-y _i	x-x _i	x-x _i + y-y _i	y-y _i + x-x _i	NDI
1	20	0	10	30	40	10	10	10	700
2	10	10	0	40	40	0	10	10	500
3	30	10	10	50	40	10	20	20	400
4	40	20	20	60	40	20	40	40	500
									9 7,000
									9 7,000
									8,000
									20,000

$$\text{Costo total} = \sum_{i=1}^4 (\text{NDI} \times \text{Di}) = 9 44,000$$

V. CONTROL DE LA PRODUCCION

5.1 PRONOSTICOS DE VENTAS

En el caso de un taller de serigrafía, los pronósticos son útiles para saber cuántos trabajadores, materia prima, equipo, maquinaria y espacio se necesitan en un futuro cercano.

Un taller de serigrafía puede usar datos del pasado para pronosticar el número de productos a imprimir el año siguiente.

El pronóstico de la demanda se obtiene normalmente estimando los volúmenes esperados de ventas, expresados en quetzales y convirtiendo luego éstos a unidades homogéneas de producción, que en el caso de un taller de serigrafía sería la cantidad de impresiones.

En un taller de serigrafía, la demanda tiende a ser constante, ya que su crecimiento es regular y no existen altibajos de acuerdo con la época del año. Lo anterior sumado a que se trabaja bajo pedido, obliga a basarse en un promedio de los últimos periodos para determinar los pronósticos más acertados.

Como se indicó anteriormente, en un taller de serigrafía la demanda tiende a ser constante, por lo tanto, lo más recomendable es utilizar los modelos básicos de promedios para calcular los pronósticos. Las fórmulas de estos modelos básicos de promedios se desarrollan en el Anexo 9.

Realizaremos a continuación un ejemplo para demostrar la aplicabilidad que los pronósticos tienen en un taller de serigrafía, para tal motivo, se utilizará el método del promedio móvil ponderado por considerarlo el más completo.

Ejemplo:

En un taller de serigrafía, se necesita determinar la demanda de las impresiones que llevarán tinta azul para el trimestre de julio a septiembre, ya que se desea saber la cantidad de tinta que se utilizará. La demanda de los últimos tres trimestres son 20000, 17000 y 22000 impresiones; utilizaremos como coeficientes de ponderación $C_1 = 0.20$, $C_2 = 0.30$ y $C_3 = 0.50$; un galón de tinta nos rinde 650 impresiones.

Solución:

1) Obtenemos la demanda

	Demanda	Coef. de ponderación
1	20000	0.20

2	17000	0.30
3	22000	0.50

$$PMP = \sum_{t=1}^n (Ct * Dt)$$

$$PMP = D1 * C1 + D2 * C2 + D3 * C3$$

$$PMP = 20000(0.20) = 17000(0.30) + 22000(0.50)$$

$$PMP = 4000 + 5100 + 11000$$

$$PMP = 20100 \text{ impresiones}$$

2) Obtenemos la cantidad de galones

$$20100/650 = \text{Cantidad de galones}$$

$$30.92 \quad 31 = \text{Cantidad de galones}$$

3) Interpretación de resultados:

Para el trimestre de julio a septiembre, se tiene un pronóstico de 20100 impresiones con tinta azul, lo cual nos indica que necesitaremos para los próximos tres meses 31 galones de tinta azul.

5.2 PLANIFICACION

En los sistemas intermitentes deben mantenerse registros independientes para cada trabajo y el progreso de los mismos debe seguirse estrechamente. Los sistemas intermitentes son

tradicionalmente conocidos en el contexto del sector industrial como talleres. En la medida en la cual van llegando órdenes, crece la carga de trabajo en las instalaciones. Algunas actividades pueden estar desocupadas, al mismo tiempo que otras están extremadamente sobrecargadas.

La secuencia de la planeación en los sistemas intermitentes es la siguiente:

- 1) Se selecciona un horizonte de planificación. La capacidad máxima de procesamiento se compara con la demanda pronosticada (o conocida) en cada período del horizonte de planificación. La demanda se asigna a la capacidad a lo largo de los períodos del horizonte de planificación. Este paso determina los niveles generales de producción para cada período.
- 2) La adquisición de materiales con la consecución de los recursos humanos se planean para satisfacer los niveles generales de producción.

Pensando en meses. por ejemplo, un plan para un taller de serigrafía puede definir una producción de 5,000 unidades serigrafiadas con 12 trabajadores. A este nivel de planificación, bastante amplio, quedan aún sin tomar decisiones más detalladas. El plan no hace todavía distinción entre cada

una de las 5,000 unidades; cada una es tratada lo mismo que las demás. Aún más, el plan no especifica cuándo será producida cada una de las 5,000 unidades durante el mes, ni en qué orden, ni cuál de las 5,000 será producida por quién de los 12 trabajadores. Para ayudarnos a visualizar mejor lo anterior utilizaremos el gráfico de Gantt.

Se muestra este procedimiento gráfico en su forma más simple en el Anexo 11. El gráfico muestra las cargas totales de trabajo que requieren todas las labores que estén pendientes en todos los puestos. De acuerdo con lo anterior, podemos planear los recursos materiales y humano que necesitaremos para cumplir con la producción estipulada.

5.3 REQUERIMIENTO DE MATERIALES

A continuación, se procederá a realizar un ejemplo de requerimiento de materiales, con el objeto de visualizar la aplicabilidad que tiene en un taller de serigrafía. Las fórmulas y abreviaciones se explican en el Anexo 10.

Ejemplo:

En un taller de serigrafía, se necesita un plan de requerimientos de materiales de tinta azul que abarque los meses de mayo a agosto, para lo cual se tienen los siguientes

datos:

- a) Los ultimos 5 pedidos de tintas han tardado 1.2, 1.0, 1.1, 1.5 y 1.3 meses en ser recibidos;
- b) Sabemos que un galón de tinta azul nos alcanza para 650 impresiones;
- c) Nuestra existencia es de 35 galones: y
- d) Los pronósticos para los meses de mayo a agosto son:

Mayo 20000 impresiones
Junio 23000 impresiones
Julio 23000 impresiones
Agosto 25000 impresiones

Solución:

1) Con base en los pronósticos, se determinan las cantidades de galones que supuestamente se van a utilizar en cada mes.

Se utiliza la regla de tres:

Si un galón ----- 650 impresiones
x galones ----- 20000 impresiones

$$x = \frac{(20000) (1)}{650}$$

$$x = 30.77 \text{ galones}$$

y así para los demás meses, lo cual nos da los siguientes resultados:

Mes	Galones
Mayo	30.77

Junio	35.38
Julio	35.38
Agosto	38.47
Total	140.00

2) Obtenemos los datos que nos interesan:

$$LT = \frac{35 \text{ Gal}}{140 \text{ Gal}} * 4 \text{ meses} = 1 \text{ mes}$$

$$P1 = \frac{1.2 + 1 + 1.1 + 1.5 + 1.3}{5} = 1.16 \text{ meses}$$

$$P2 = 1.5 - 1.16 = 0.34 \text{ meses}$$

$$NR = \frac{140 \text{ Gal}}{4 \text{ meses}} * 1 \text{ mes} = 35 \text{ Gal}$$

$$SMin = \frac{140 \text{ Gal}}{4 \text{ meses}} * 0.34 \text{ meses} = 11.9 \text{ Gal}$$

$$Qop = 35 \text{ Gal} + (2 * 11.9 \text{ Gal}) = 58.8 \text{ Gal}$$

$$SMax = 58.8 \text{ Gal} + 11.9 \text{ Gal} = 70.7 \text{ Gal}$$

3) Interpretación de resultados:

Debemos ordenar nuestros pedidos cuando las existencias de tintas lleguen a los 35 Gal. los cuales tendrán 5 semanas, aproximadamente, de recibidos en el taller; la cantidad óptima de los pedidos es de 58.8 galones; el stock mínimo no ha de ser menor de 11.9 galones, ya que podemos correr el peligro de quedarnos sin tintas, mientras nos entregan el pedido nuevo, y por último, el stock máximo no debe ser mayor de 70.7 galones,

debido a que si sobrepasa esa cantidad, redundaría en costos por almacenaje innecesarios.

El sistema de requerimiento de materiales correspondiente a este problema, y se encuentra graficado en el Anexo 12.

5.4 PROGRAMACION

Los gráficos de Gantt pueden ser muy útiles para visualizar la programación detallada de las órdenes de trabajo. El Anexo 13 es un ejemplo que muestra un posible programa para el procesamiento de los trabajos del A al D en las instalaciones de un taller de serigrafía, el cual fue realizado a partir de los datos de la Tabla 5.

Cada pareja de Corchetes en el Anexo 13, presenta en la escala de tiempo, la iniciación y la terminación estimadas para la actividad incluida entre los corchetes en cada puesto de trabajo. Las Barras sólidas que están debajo de los corchetes muestran las cargas acumuladas de trabajo existentes actualmente en cada puesto. Así por ejemplo, el puesto de empaque tiene programada una carga de 6 días, 2 días para la orden A, 2 días para la orden B, 1 para la orden C y 1 día para la orden D. El puesto con la carga de trabajo más pesada es el de impresión y secamiento, con 15 días, la cual termina

hasta el día 23 de nuestro programa. Esto se debe a que a la orden A no puede iniciarse la labor de impresión y secamiento, sino después que se haya finalizado, el día 6, con su tarea en la aplicación del dibujo a la pantalla, lo cual sucede también con la orden B. Entonces, el tiempo transcurrido entre los días del 1 al 6 y del 10 al 11 está programado como libre en el puesto de impresión y secamiento. A medida que el trabajo vaya completándose, la flecha "tiempo o momento presente" se mueve hacia la derecha y puede usarse entre los corchetes una línea más fuerte o con algún color para indicar que el trabajo ya está realizado. Se puede, entonces, comparar ahora el trabajo programado con el terminado.

El gráfico puede ponerse al día diaria o semanalmente para mostrar las órdenes que están atrasadas o adelantadas (de acuerdo con el programa) y por qué. El mantener al día los gráficos es de gran ayuda para seguir el programa de las órdenes, determinar cuellos de botella, registrar razones para las interrupciones en el proceso (carencia de los materiales apropiados, demoras debidas a dificultades con las herramientas o desempeño inapropiado del operador, etc.), da una base para estimar fechas prometidas a los clientes con nuevas órdenes, indica en algunas situaciones la necesidad de hacer traslados de las órdenes entre unos departamentos y otros cuando ello sea posible y señala la necesidad de contratar empleados

adicionales o trabajo extra cuando la terminación de los programas no satisface las necesidades de las fechas comprometidas.

VI. CONTROL DE CALIDAD

En lo que se refiere al control de calidad de los productos serigrafiados, los aspectos más importantes son los siguientes:

- a) Los diferentes colores que lleva un mismo diseño deben encajar a la perfección;
- b) La definición de las líneas y los contornos del dibujo;
- c) La limpieza en el producto, y;
- d) El dibujo debe quedar impreso en el área deseada del producto.

La calidad de un producto serigrafiado (resultado) es el grado en el cual el producto cumple con las especificaciones anteriores. Esto hará que el producto sea vistoso y llamativo, con lo cual tendrá mayor aceptación en el mercado al que será dirigido.

La vida útil del producto define su confiabilidad. La esperanza de vida para productos serigrafiados no se deja al azar; tanto los productos como sus componentes están diseñados

para cumplir unos estandares minimos de confiabilidad.

En lo que se refiere a la serigrafía, que es el tema que nos interesa, la confiabilidad se mide a través de lo duraderas y resistentes que sean las tintas utilizadas en la impresión de los dibujos. La serigrafía debe ser suficientemente confiable como para que le permita al taller competir de manera efectiva en el mercado.

Las tintas deben escogerse de acuerdo con su grado de resistencia física y química, así como la adherencia que posean al material que se piense serigrafiar, tomando siempre en cuenta lo referente a costos.

Los programas de seguridad de la calidad le sirven a un taller de serigrafía para saber si es tan buena su calidad de impresión y la resistencia de las tintas utilizadas respecto a las de otros talleres. Estos aspectos ayudarán a la definición de los precios del trabajo.

Algunas fuentes de información para garantizar la calidad pueden incluir:

- 1) Verificación sobre la vida de la impresión, o verificación acelerada de la vida y que puede incluir ensayos destructivos;

3) Muestreo de los productos terminados para detectar deficiencias.

En un taller de serigrafía, el personal operativo debe ser el primero en velar porque los estándares de calidad se cumplan, pero siempre vigilados por un encargado de control de calidad, ya que por la presión fuerte para cumplir con los programas de producción, parecen no tener tiempo suficiente para seguir y controlar la calidad de manera adecuada.

El control de calidad es uno de los problemas de más atención que tiene que afrontar el encargado del taller de serigrafía, ya que es una acción en proceso en la que hay que decidir cuándo y cómo activar el control, por lo que requiere mucho juicio, astucia y experiencia en el campo.

Todas las abreviaturas y símbolos utilizados de aquí en adelante se explican en el Anexo 14.

Los planes de muestreo que se utilizarán aquí serán los simples, ya que se considera que proporcionan los resultados y el suficiente control que se necesita en un taller de serigrafía.

6.1 CONTROLES A LA ENTRADA DEL PROCESO

Los planes de muestreo son el instrumento primordial para los controles a la entrada del proceso en cualquier taller de transformación. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación se realiza un ejemplo aplicando estos planes a un taller de serigrafía.

Ejemplo:

Se desea serigrafiar recipientes plásticos para lo cual se compran 1,000 cuartos de pintura policat. En este evento, puede darse el caso de que la pintura al estar almacenada mucho tiempo en la bodega del proveedor se descomponga; es decir, que pierda sus propiedades y al utilizarse en las impresiones, se arruine el producto que se serigrafía.

El encargado del taller ha encontrado en el pasado que un despacho puede considerarse de buena calidad, si no más de un 2% de los cuartos de galón que lo componen se encuentran en mal estado; es decir, si el porcentaje de unidades defectuosas no está por encima del 2% (0.02). El encargado considera que despachos con un 5% (0.05) de unidades defectuosas o más, si es de pésima calidad. Se desea tener un plan que garantice una probabilidad del 95% de aceptar despachos buenos, pero únicamente del 10% se pueden aceptar despachos extremadamente

malos.

Solución.

Se identifican primero los parámetros de diseño (Ver Cuadro siguiente).

CUADRO 1

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO PARA EL PLAN DE LOS CUARTOS DE GALON POLICAT

NAC	α	PTDL	β
0.02:un despacho en el cual no hay más de un 2% de unidades defectuosas es un despacho de buena calidad.	0.05;el riesgo deseado para el productor en el plan maestro. Si un despacho es de buena calidad (NAC), se desea que la probabilidad de concluir que es malo no sea mayor que 0.05.	0.05:un despacho en el cual 5% de las unidades son defectuosas, es un despacho de mala calidad.	0.10:el riesgo deseado para el consumidor en el plan de muestreo. Si un despacho es de mala calidad (PTDL), se desea que la probabilidad concluir que es bueno no sea mayor que 0.10.

Se encuentra luego unos valores aproximados para n y c , calculando para ello una relación deseada $PTDL/NAC$ que en el ejemplo es $0.05/0.02 = 2.5$. Se encuentra, observando el Cuadro 2 (columna 4), que un valor de $c = 10$ da la relación deseada. Después de encontrar que $c = 10$, se busca luego el tamaño deseado de la muestra n . Esto se logra haciendo unos cálculos que emplean la información contenida en las columnas

2 y 3 del Cuadro 2. Primero, el valor de $p'n_{0.95}$ para $c = 10$ debe dividirse por NAC: $6.169/0.02 = 308$, el tamaño para la muestra n .

Lo que se obtiene en realidad cuando se está efectuando este cálculo es un tamaño de la muestra n que dé una probabilidad de 0.95, para aceptar un despacho que contenga un porcentaje NAC de unidades defectuosas cuando $c = 10$.

En el Cuadro 2, los valores $p'n_{0.95}$ han sido precalculados a partir de un gráfico de una distribución Poisson que se muestra en el Anexo 15. El cálculo hecho anteriormente es realmente $p'n_{0.95} / p = n_{0.95}$ cuando p se ha escogido al nivel NAC.

El segundo cálculo que se requiere es similar al anterior excepto en que la columna 3, $p'n_{0.10}$, es empleado con PTDL. El valor de $p'n_{0.10}$ para $c = 10$ se divide por PTDL: $15.41/0.05 = 308$, el tamaño para la muestra.

El resultado anterior indica que un tamaño de la muestra igual a 308, lo que da una probabilidad de 0.10 para que un despacho que contenga un porcentaje de PTDL (10%) de unidades defectuosas sea aceptado cuando $c = 10$.

CUADRO 2
 FACTORES PARA SELECCIONAR UN PLAN DE MUESTREO (n y c)
 QUE SE APROXIME A LOS DESEADOS NAC Y PTDL
 CUANDO $\alpha = 0.05$ Y $\beta = 0.10$

C	$P'n$	$P'n$	$P'n$	$/P'n$
	0.95	0.10	0.10	0.95
PTDL/NAC				
0	0.051	2.30		45.10
1	0.355	3.89		10.96
2	0.818	5.32		6.50
3	1.366	6.68		4.89
4	1.970	7.99		4.06
5	2.613	9.28		3.55
6	3.285	10.53		3.21
7	3.981	11.77		2.96
8	4.965	12.99		2.77
9	5.425	14.21		2.62
10	6.169	15.41		2.50
11	6.924	16.60		2.40
12	7.690	17.78		2.31
13	8.464	18.96		2.24
14	9.246	20.13		2.18
15	10.040	21.29		2.12

La curva que aparece con línea sólida en el Anexo 16, llamada "curva CO" (curva característica de operación), revela la forma en la cual el plan de muestreo discriminará al ampliarse con los despachos que estén llegando. En caso de un despacho de alta calidad (un bajo porcentaje de unidades defectuosas), un buen plan de muestreo debe dar una alta probabilidad de aceptar el despacho. Despachos de calidad más pobre (porcentaje alto de unidades defectuosas) tienen una menor probabilidad de ser aceptados.

TABLA 3

PLAN DE MUESTREO Y ESPECIFICACIONES PARA LOS CUARTOS DE GALON DE POLICAT

Especificaciones de desempeño	Parámetros del plan de muestreo
Buena calidad = 2% o menos de unidades defectuosas. Probabilidad deseada para aceptar un despacho de buena calidad = 0.95. Riesgos = probabilidad de errores $\alpha = 0.05$	$n = 308$
Mala calidad = 5% o más de unidades defectuosas. Probabilidad deseada para aceptar un despacho de mala calidad = 0.10 Riesgo = probabilidad de errores $\beta = 0.10$	$c = 10$

Puede apreciarse, al observar la curva sólida CO de Anexo 15, que se logra obtener las probabilidades deseadas para aceptar despachos buenos y malos de tinta policat. El segundo plan de muestreo, $n = 154$ y $c = 5$ no cumplirá las especificaciones de desempeño deseadas.

Se fue afortunado en el ejemplo anterior, ya que los dos cálculos condujeron a un tamaño de la muestra de 308 unidades para un valor de $c = 10$. Muy frecuentemente es imposible encontrar un conjunto de valores de n y c que satisfagan simultáneamente todos los parámetros de diseño que son

deseados, α , NAC, β y PTDL. Se debe estar dispuesto, en estos casos, a sacrificar (modificar) α o β y los cálculos se vuelven un poco más tediosos. Si α o β se modifica no se puede confiar ya en los valores que aparecen tabulados en el Cuadro 2. porque éstos son válidos únicamente para $\alpha = 0.05$ y $\beta = 0.10$. Se debe entonces emplear el gráfico de la distribución Poisson del Anexo 16. A continuación, se utilizará otro ejemplo como ilustración.

Supóngase que se desea un plan que satisfaga las siguientes condiciones: NAC = 0.02, $\alpha = 0.05$, PTDL = 0.06, $\beta = 0.10$. La relación deseada PTDL/NAC es igual a $0.06/0.02 = 0.03$. Se encuentra en el Cuadro 2 (columna 4), que la relación deseada está entre $c = 6$ y $c = 7$. Se deben evaluar ahora cuatro planes de muestreo que se acercan a lo deseado y que se resumen en el Cuadro 4.

En el plan 1, para $c = 6$, se mantiene en el valor deseado de 0.10, pero no se obtiene el valor deseado para α . En el plan 2, α se mantiene al nivel que se desea. En los planes 3 y 4 existen condiciones correspondientes excepto que $c = 7$. Se obtuvo para cada plan un tamaño aproximado de muestra a partir de los valores apropiados que aparecen en las columnas 2 ó 3 del Cuadro 2.

Siendo así que en cada plan α o β han sufrido modificaciones, se debe determinar cuánto han cambiado. Por ejemplo, el plan 1 requiere $c = 6$ y $n = 175$. ¿Qué valor resulta para α ? La respuesta puede encontrarse calculando $p'n$ y empleando este valor en el Anexo 16. En esta caso $p'n = (NAC)(175) = (0.02)(175) = 3.5$. Después de ubicar 3.5 en la parte inferior del gráfico, se sigue hacia arriba hasta interceptar la curva $c = 6$. Hacia la izquierda de esta intersección, se puede leer la probabilidad de aceptación, 0.94. Entonces para este plan el riesgo α es igual a $1.00 - 0.94 = 0.06$. De manera similar se calcularon y resumieron en el Cuadro 5 los valores desconocidos de α y β para cada plan.

TABLA 4

CUATRO PLANES ALTERNATIVOS DE MUESTREO
QUE APROXIMAN A LAS ESPECIFICACIONES DESEADAS

Si $c = 6$		Si $c = 7$	
Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4
$\beta = 0.10$ α modificada	$\alpha = 0.05$ β modificada	$\beta = 0.10$ α modificada	$\alpha = 0.05$ β modificada
$p'n$ 0.10	$p'n$ 0.95	$p'n$ 0.10	$p'n$ 0.95
$n = \frac{\text{PTDL}}{\text{PTDL}}$	$n = \frac{\text{NAC}}{\text{NAC}}$	$n = \frac{\text{PTDL}}{\text{PTDL}}$	$n = \frac{\text{NAC}}{\text{NAC}}$
10.53	3.285	11.77	3.981
$= \frac{10.53}{0.06}$	$= \frac{3.285}{0.02}$	$= \frac{11.77}{0.06}$	$= \frac{3.981}{0.02}$
$= 175$	$= 164$	$= 196$	$= 199$

Aunque los cuatro planes están muy cerca de las especificaciones deseadas. ninguno de ellos las cumple exactamente. El encargado debe escoger el plan que considere más conveniente.

Cada plan de muestreo definido por n y c tiene una curva CO única. Los planes de muestreo con muestra de tamaño grande discriminan más que planes que las tengan pequeñas.

TABLA 5
CALCULO DE LOS VALORES DESCONOCIDOS DE α PARA CADA UNO DE LOS CUATRO PLANES DE MUESTREO

Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4
$\beta = 0.10$: Determinar para $c=6, n=175$ $p^*n = (NAC)(n)$ $= (0.02)(175)$ $= 3.50$	$\alpha = 0.05$: Determinar para $c=6, n=164$ $p^*n = (PTDL)(n)$ $= (0.06)(164)$ $= 9.84$	$\beta = 0.10$ Determinar para $c=7, n=196$ $p^*n = (NAC)(n)$ $= (0.02)(196)$ $= 3.92$	$\alpha = 0.05$ Determinar para $c=7, n=199$ $p^*n = (PTDL)(n)$ $= (0.06)(199)$ $= 11.94$
Probabilidad* de aceptación $= 0.94$	Probabilidad* de aceptación $= 0.14$	Probabilidad* de aceptación $= 0.955$	Probabilidad* de aceptación $= 0.095$
$\alpha = 0.06$	$\beta = 0.14$	$\alpha = 0.045$	$\beta = 0.095$
*Probabilidad obtenida del Anexo 16.			

La probabilidad de aceptar lotes con buena calidad es mayor para planes con un valor de n más grande que con planes

que lo tengan menor. De la misma manera, la probabilidad de que sean aceptados lotes de mala calidad disminuye en la medida en la cual aumenta n . Estos beneficios no se obtienen, naturalmente, sin que se incurra en unos mayores costos de inspección, que siempre están asociados con tamaños más grandes de la muestra.

El efecto de aumentar el número de aceptación (para un valor dado de n) es aumentar la probabilidad de aceptar el despacho para todos los niveles de unidades defectuosas diferentes de cero. Al emplear un valor mayor de c , se está permitiendo que despachos con un número elevado de unidades defectuosas sean aceptados en la inspección y de la misma manera, en la medida en la cual decrezca, el plan de inspección es más estricto.

Una de las tareas del encargado de calidad consiste en encontrar el balance adecuado entre los costos y los beneficios de planes de muestreo alternativos.

6.2 CONTROLES DENTRO DEL PROCESO

Respecto a los puestos de inspección dentro de un taller de serigrafía, en el diagrama de operaciones del proceso serigráfico (Figura 1. Capítulo III), se aconseja donde sería

lo más indicado situarlos.

En un taller de serigrafía no es difícil ni costoso tomar acciones correctivas al proceso, debido a que éste es bastante simple: sin embargo, echar a perder producto resulta bastante oneroso, razón por la cual es mejor tener unos límites de control estrechos donde los ajustes sean frecuentes.

En un taller de serigrafía, los gráficos de control deben ser por atributos, ya que sólo se pueden clasificar en dos categorías al inspeccionar el producto, bueno o malo.

Se procederá, a continuación, a realizar un ejemplo en el cual se ve la aplicabilidad que los gráficos de control por atributos tienen dentro del proceso serigráfico. Los patrones de distribución normal para establecer límites de control se señalan en el Anexo 17.

Ejemplo:

Una inspección visual de los defectos (cada unidad se juzgaba como buena o mala) en la operación de impresión de diseños sobre playeras de algodón produjo, durante la semana anterior, los datos siguientes:

Día	Unidades examinadas	Unidades con defecto
Lunes	50	5
Martes	50	17
Miércoles	50	10
Jueves	50	3
Viernes	50	5

En la presente semana, se ha trabajado durante dos días (lunes y martes) y se tomó una muestra de 50 piezas en cada uno de ellos. El lunes y el martes se encontraron 10 y 8 unidades defectuosas respectivamente. El encargado de taller desea saber durante la semana, si el proceso está bajo control. ¿Es el número de unidades defectuosas del lunes y el martes sorpresivamente, alto o bajo, comparado con el desempeño típico del proceso, durante la semana inmediatamente anterior?

Solución:

Para encontrar la solución, se construye un gráfico de control de la fracción de unidades defectuosas basándose para ello en el desempeño típico del proceso durante la semana anterior. Los datos de la última semana se emplean para calcular la fracción del promedio de unidades defectuosas (\bar{p}), la desviación estándar de la fracción promedio de unidades defectuosas (σ_p) y los límites de control (LSC y LIC). Se puede luego dibujar el porcentaje de unidades defectuosas

para el lunes (p_l) y para el martes (p_m) de la presente semana, en relación con el gráfico de control de la semana inmediatamente anterior. Los cálculos que es necesario hacer aparecen en seguida.

$$\bar{p} \text{ (última semana)} = \frac{\sum x}{\sum n} = \frac{40}{250} = 0.16$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \sqrt{\frac{0.16(1-0.16)}{50}} = 0.052$$

$$LSC = \bar{p} + 1 \sigma_p = 0.16 + 1(0.052) = + 0.212$$

$$LIC = \bar{p} - 1 \sigma_p = 0.16 - 1(0.052) = + 0.106$$

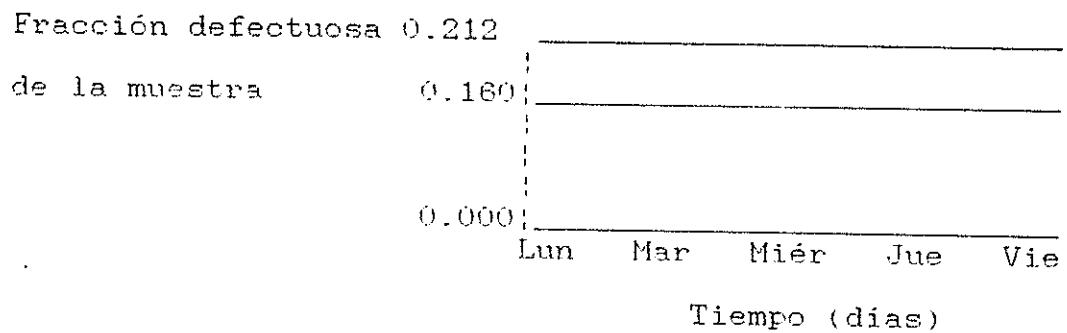
En este ejemplo, lo que interesa es que la fracción defectuosa no sea mayor que el LSC, no importando si esta fracción es menor que el LIC, por lo tanto, a éste se le da un valor igual a cero.

$$\text{Lunes } p_l = \frac{10}{50} = 0.20;$$

$$\text{Martes } p_m = \frac{9}{50} = 0.18$$

Usted puede construir ahora el gráfico de control

resultante:



La fracción defectuosa del martes está muy cercana al promedio histórico del proceso. La muestra del lunes indica que el proceso está aún bajo control. Si una muestra futura quedara en el gráfico por fuera de los límites de control, el encargado de calidad podría estar seguro en un 68.3% que se debe buscar una causa identificable para ello. Pero como se indicó anteriormente, en un taller de serigrafía más vale corregir de antemano que echar a perder el producto.

6.3 CONTROLES A LA SALIDA DEL PROCESO

Los controles a la salida del proceso en un taller de serigrafía son los mismos que se aplican a la entrada del proceso, y son los planes de muestreo. La diferencia sustancial es que, por ejemplo, al inspeccionar un lote de playeras, éste resultase "defectuoso": se inspecciona al 100% para retirar todas las unidades que estén mal serigrafiadas.

No realizará ningún ejemplo. ya que aquí se hace, prácticamente. lo mismo que en el inciso 5.1 de este capítulo. lo único que varía es que en vez de inspeccionar materia prima se inspecciona producto terminado.

CONCLUSIONES

1. La industria de la serigrafía se encuentra actualmente en un estado poco tecnificado. La mayoría de los talleres trabajan artesanalmente.
2. Por la forma en que operan los talleres de serigrafía en la actualidad, la eficiencia es bastante baja.
3. La serigrafía es un campo que no ha sido tratado anteriormente desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial.
4. La industria de la serigrafía es un área en la cual se pueden aplicar todas las herramientas que proporciona la Ingeniería Industrial.
5. La utilización de la Ingeniería Industrial en un taller de serigrafía ayudará a que éste sea más competitivo en el mercado, ya que mejorará la calidad del producto y reducirá los costos de operación sustancialmente.

RECOMENDACIONES

1. Debe tratarse por todos los medios de tecnificar la industria de la serigrafía, lo cual se logrará través de la modernización de la maquinaria y la capacitación del personal.
2. La eficiencia de los talleres de serigrafía mejorará sustancialmente, si los métodos anticuados utilizados en la actualidad, se orientan más a la productividad.
3. La Facultad de Ingeniería debe incentivar, tanto a los estudiantes como a los Ingenieros graduados, a investigar sobre esta pequeña pero prometedora industria.
4. Antes de aplicar las herramientas que proporciona la Ingeniería Industrial en el taller de serigrafía, se debe hacer un estudio cuidadoso de las necesidades que éste tenga.
5. Lo primero que debe hacerse en un taller de serigrafía cuando se empiecen a utilizar técnicas de la Ingeniería en la producción, es concientizar a las personas directamente involucradas en el proceso, cuyos beneficios

obtendrán todos, si se logra una excelente calidad, un buen nivel de producción, y se utilizan los recursos de la empresa lo mejor posible.

BIBLIOGRAFIA

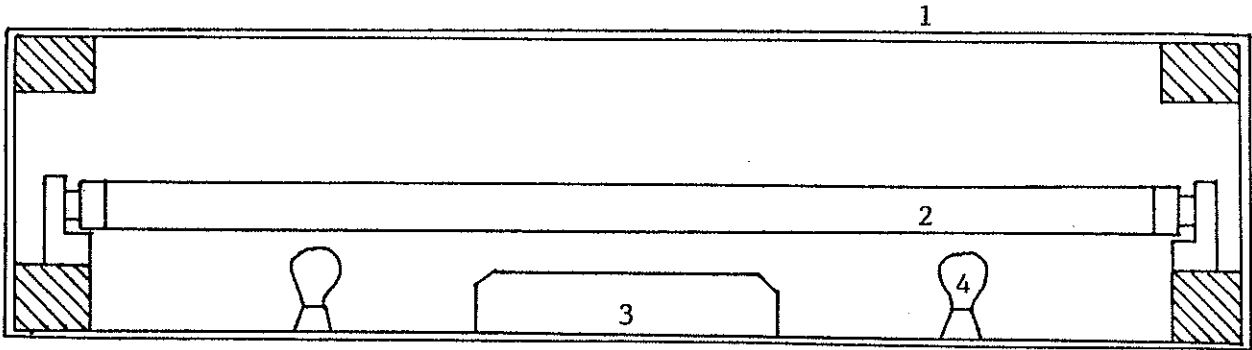
1. ADAN, Everett E. & EBERT, Ronald J. Administración de la producción y las operaciones. Primera edición México. Prentice Hall, 1981, 790 pags.
2. CAMARENA M., Pedro Instalaciones eléctricas industriales. Segunda edición, México, Editorial Continental, 1979, 350 pags.
3. CHARBONNEAU, Harvey C. & WEBSTER, Gordon L. Control de calidad. Primera edición, México, Nueva Editorial Interamericana, 1984. 480 pags.
4. GRANT, Eugene Lodewick Control de calidad estadístico. Primera edición. México, Editorial Continental, 1966, 430 pags.
5. HANDLEY, William Manual de seguridad industrial. Segunda edic., México, McGraw-Hill, 1980, 350 pags.
6. HOPEMAN, Richard J. Administración de producción y operaciones: planeación, análisis y control. Tercera edición. México. Editorial Continental.

1987, 650 pags.

7. KOENIGSBERGER, Rodolfo Ingeniería eléctrica 2.
Primera edición, Guatemala, 1988, 140 pags.
8. PELAEZ GRAMAJO, Edgar Rodolfo Diseño de edificios industriales para plantas tipo taller. Tesis, Usac Ingeniería Industrial, Guatemala, 1972, 150 pags.
9. SANCHEZ, Serigrafía Tintas y productos para artes gráficas. Folletos, México, 1986, 20 pags.
10. STEVENSON, George A. Graphic arts encyclopedia. Tercera edic., USA, McGraw-Hill, 1983, 580 pags.
11. TAWFICK, Louis & CHAUVEL, Alain M. Administración de la producción. Segunda edición, México, Nueva Editorial Interamericana, 1984, 410 pags.
12. VAUGHN, Richard C. Control de calidad. Cuarta edición, México, Limusa, 1987, 480 pags.
13. VELASQUEZ MASTRELLA, Gustavo Administración de los sistemas de producción. Quinta edición, México, Limusa, 1983, 520 pags.

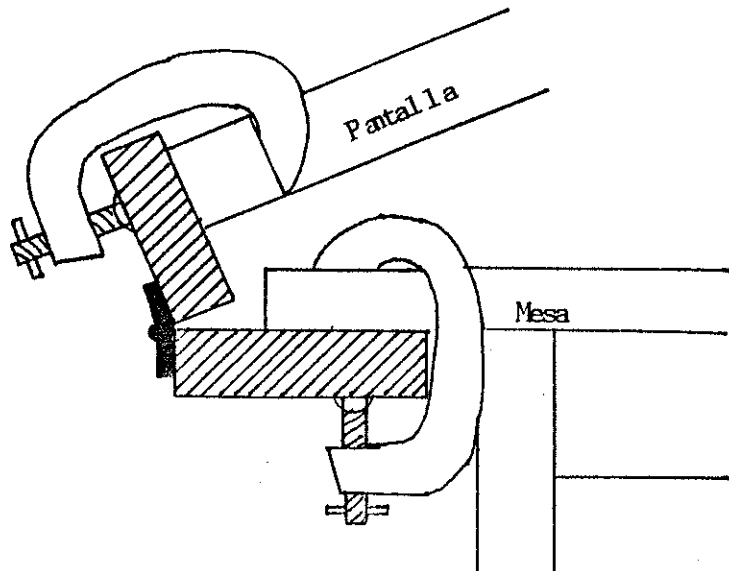
A N E X O S

ANEXO 1



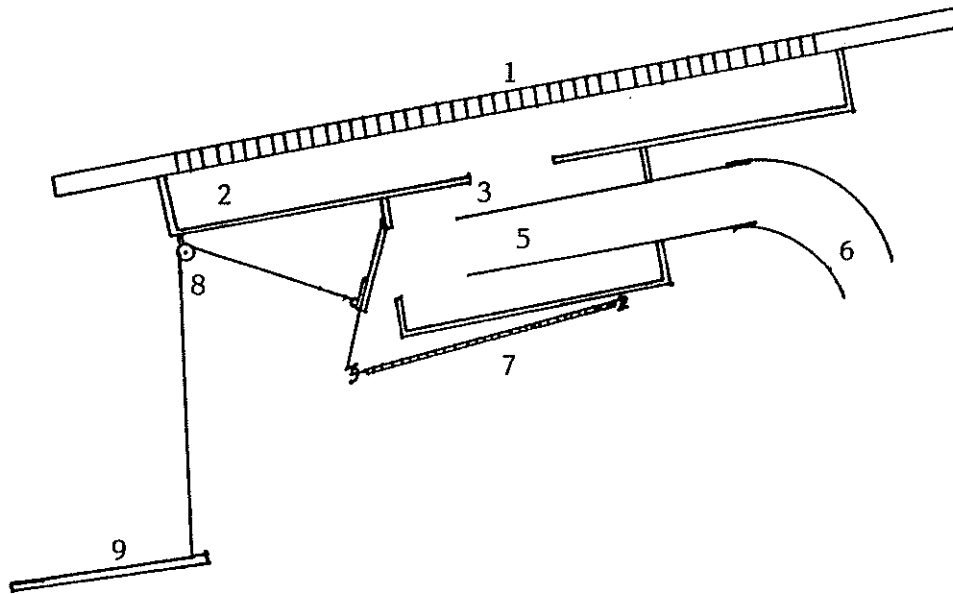
Esquema de la mesa de luz: lámina de vidrio (1); tubo fluorescente (2); reactancia (3); lámpara inactiva (4).

ANEXO 2



Esquema del dispositivo con bisagra.

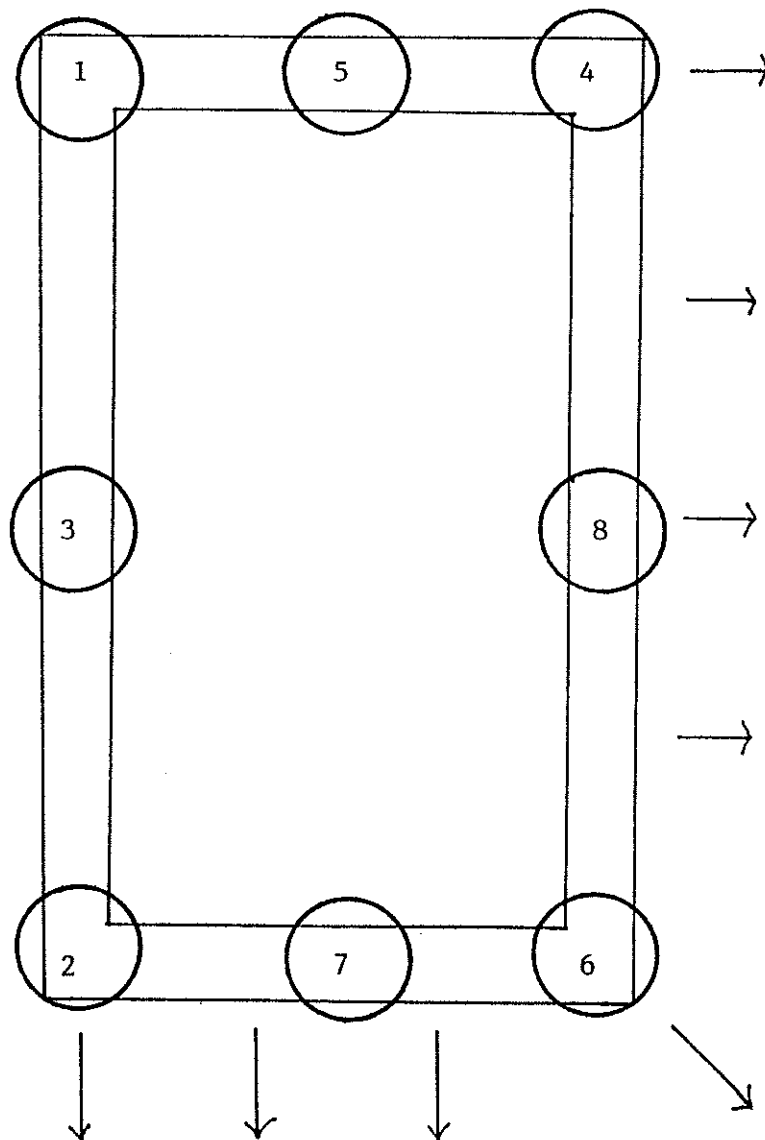
ANEXO 3



Base aspirante:

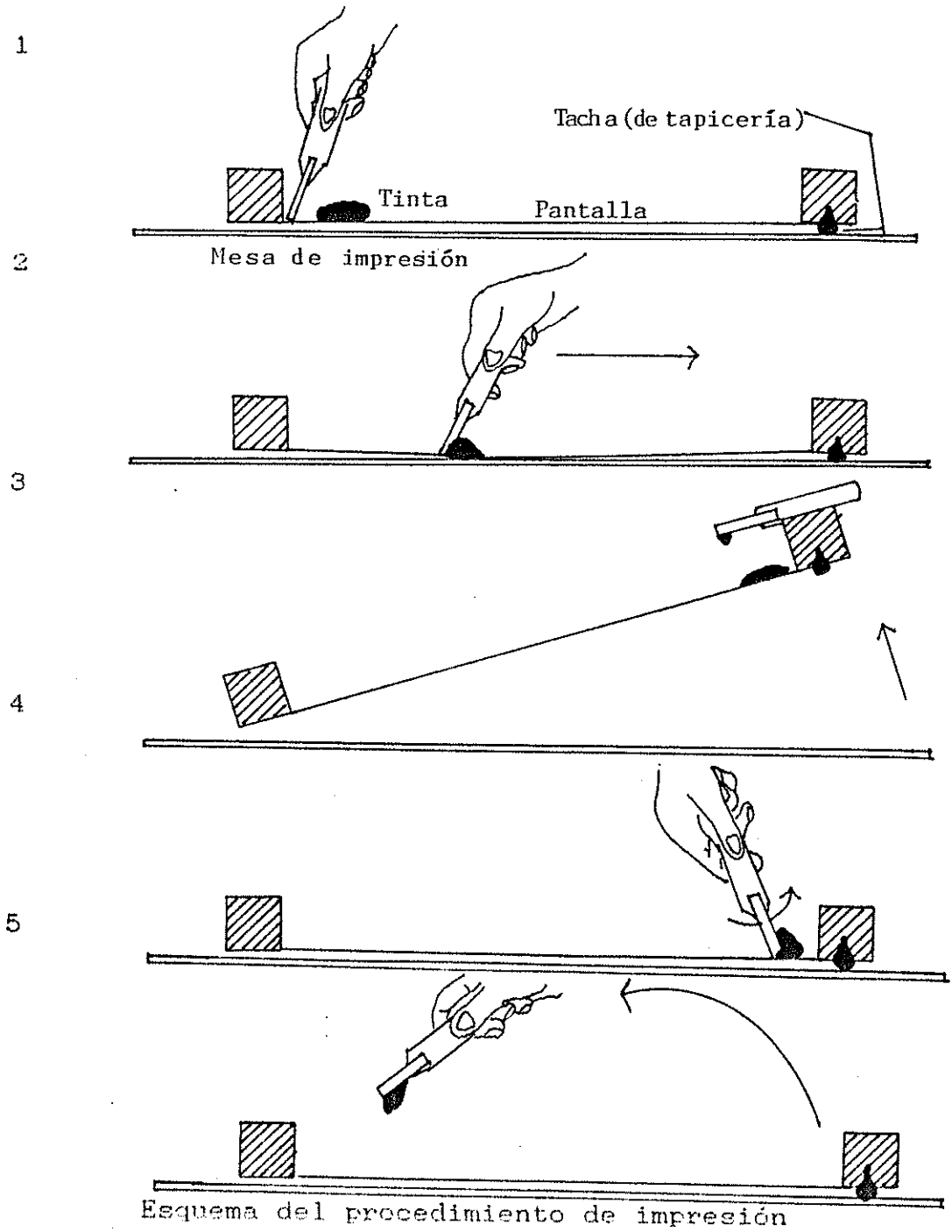
1. Mesa perforada
2. Caja de vacío
3. Caja intermedia
4. Trampa (válvula)
5. Tubo rígido
6. Hacia la turbina de aspiración
7. Tensor de Caucho
8. Roldana
9. Pedal de comando de la válvula

ANEXO 4



Esquema demostrativo del procedimiento correcto para tensar la tela. Los números indican el orden del abrochamiento; las flechas señalan el sentido de la tensión.

ANEXO 5



ANEXO 6

CATEGORIAS DE EDIFICIOS INDUSTRIALES

Primera Categoría:

- Hormigón armado
- Ventanas metálicas
- Paredes recubiertas
- Piso de cemento

Segunda Categoría

- Acero
- Techo de lámina
- Entrepisos
- Paredes de mampostería

Tercera Categoría:

- Cimientos de hormigón
- Estructura de madera
- Techo de lámina
- Muros y tabiques de madera

ANEXO 7

INTENSIDAD DE ILUMINACION GENERALMENTE RECOMENDADA

	Nivel generalmente recomendado en pies-bujías en servicio (10.674 lux) (sobre la tarea o a 0.75 mts del suelo)
Tareas que exigen máximo esfuerzo visual	200-1000
Trabajos de precisión máxima	
Que requieren: finísima distinción de detalles	
condiciones de contraste malas	
largos espacios de tiempo	
Tales como: montajes extrafinos, clasificación de precisión, acabado extra fino.	
Tareas que exigen gran esfuerzo visual	50-100
Trabajos de precisión	
Que requieren: fina distinción de detalles	
grado mediano de contraste	
largos espacios de tiempo	
Tales como: montaje fino, trabajo a gran velocidad, acabado fino	
Tareas que exigen bastante esfuerzo visual	30-50
Trabajos prolongados	
Que requieren: fina distinción de detalles	
grado moderado de contraste	
largos espacios de tiempo	
Tales como: trabajo corriente de banco de taller y de montaje, trabajo en maquinaria de taller, acabado de piezas de finura media o grande, trabajo de oficina	
Tareas que exigen un esfuerzo visual corriente	10-30
Que requieren: distinción moderada de detalles	
grado normal de contraste	
espacios de tiempo intermitentes	
Tales como: trabajo en máquinas automáticas, esmerilado tosco, trabajos de mecánica, tablero de distribución, procesos continuos, salas de archivos y conferencias, embalaje y expedición	
Tareas que exigen poco esfuerzo visual	5-10
Como en: escaleras, recibidores, cuartos de aseo y lugares de servicio, almacenamiento	
Tareas que no exigen esfuerzo visual	1-5
Como en: vestíbulos, pasillos, pasadizos, almacenes	

ANEXO 8

INTENSIDAD DE REFLEXION RECOMENDADA

Superficie	Factor de reflexión (Porcentaje)
Techo	80
Paredes	60
Superficie de mesas y bancos de trabajo .	35
Máquinas y equipo	25 a 30
Suelos	No inferior a 15

ANEXO 9

MODELOS BASICOS DE PROMEDIOS

a) Promedio simple

$$PS = \frac{\text{Suma de las demandas de todos los periodos pasados}}{\text{Número de periodos}}$$

$$PS = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_n}{n}$$

en donde:

D1 = demanda del período más reciente

D2 = demanda que se presentó hace dos periodos

Dn = demanda que se presentó hace n periodos

b) Promedio simple móvil

$$PM = \frac{\text{Suma de las demandas de los últimos n periodos}}{\text{Número de periodos empleados en el promedio móvil}}$$

$$PM = \frac{\sum_{t=1}^n D_t}{n} = \frac{1}{n}D_1 + \frac{1}{n}D_2 + \dots + \frac{1}{n}D_n$$

en donde:

t = 1 es el periodo más lejano para el promedio de n periodos

t = 2 n es el periodo de tiempo más reciente

c) Promedio móvil ponderado

PMP = Demanda de cada período multiplicada por un factor de ponderación, sumados todos durante los periodos del promedio móvil.

$$PMP = \sum_{t=1}^n (C_t * D_t)$$

en donde:

$$0 \leq C_t \leq 1.0 \quad \text{y} \quad \sum_{t=1}^n C_t = 1.0$$

ANEXO 10

FORMULAS DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

a) Línea Teórica de Consumo:

$$LT = \frac{\text{Existencias}}{\text{Pronóstico}} * \text{No. de ciclos (meses)}$$

b) Nivel de Reorden:

$$NR = \frac{\text{Pronóstico}}{\text{No. ciclos}} * \text{Política 1}$$

c) Política 1:

P1 = Promedio de la duración en la entrega de pedidos

d) Pedido óptimo (cantidad):

$$Qop = NR + 2 SMin$$

e) Política 2:

P2 = Diferencia entre el dato más distante y el promedio en el tiempo que se tardan en entregar los pedidos

f) Stock mínimo:

$$SMin = \frac{\text{Pronóstico}}{\text{No. ciclos}} * \text{Política 2}$$

g) Stock máximo:

$$SMax = Qop + SMin$$

ANEXO 11

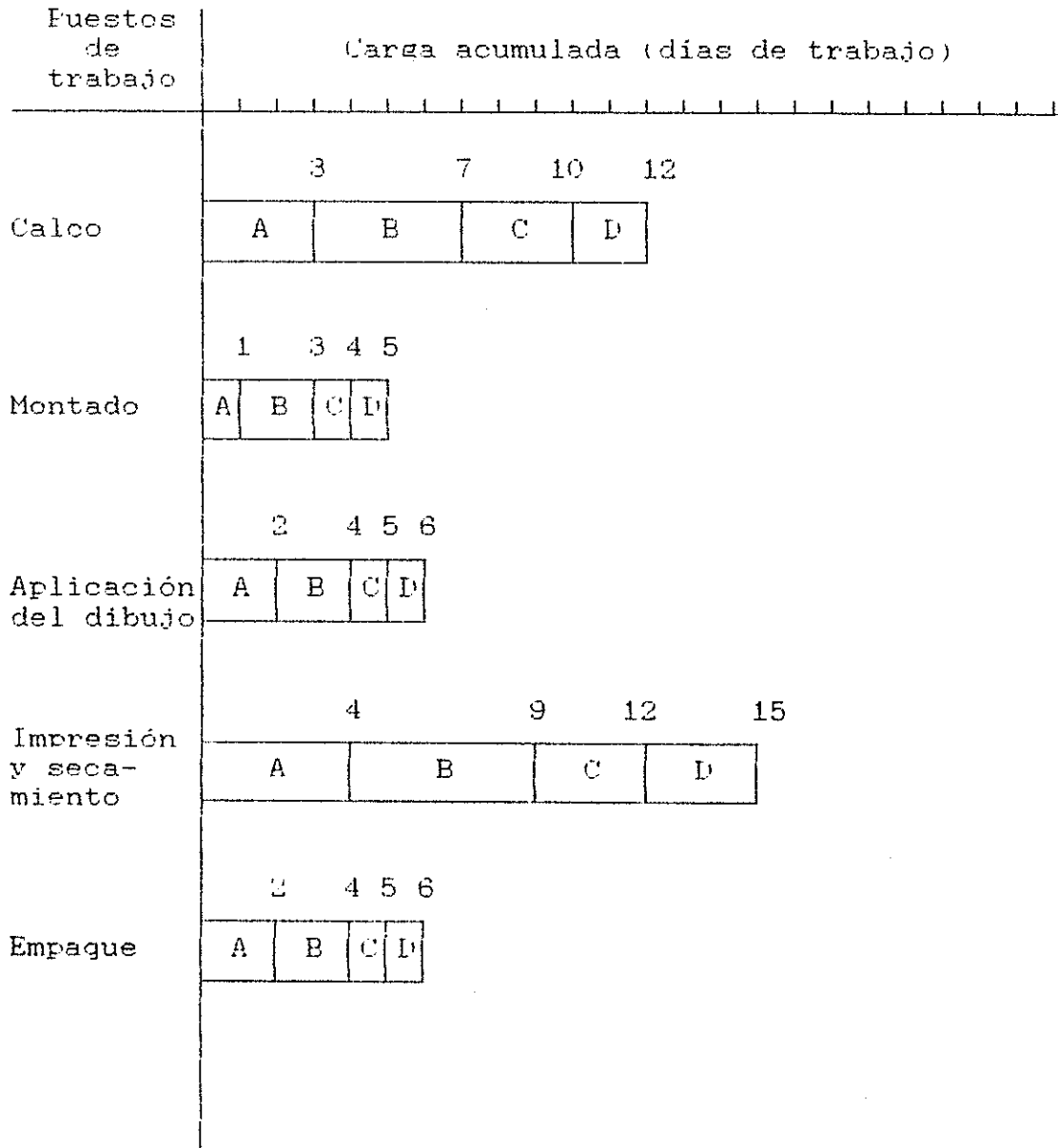
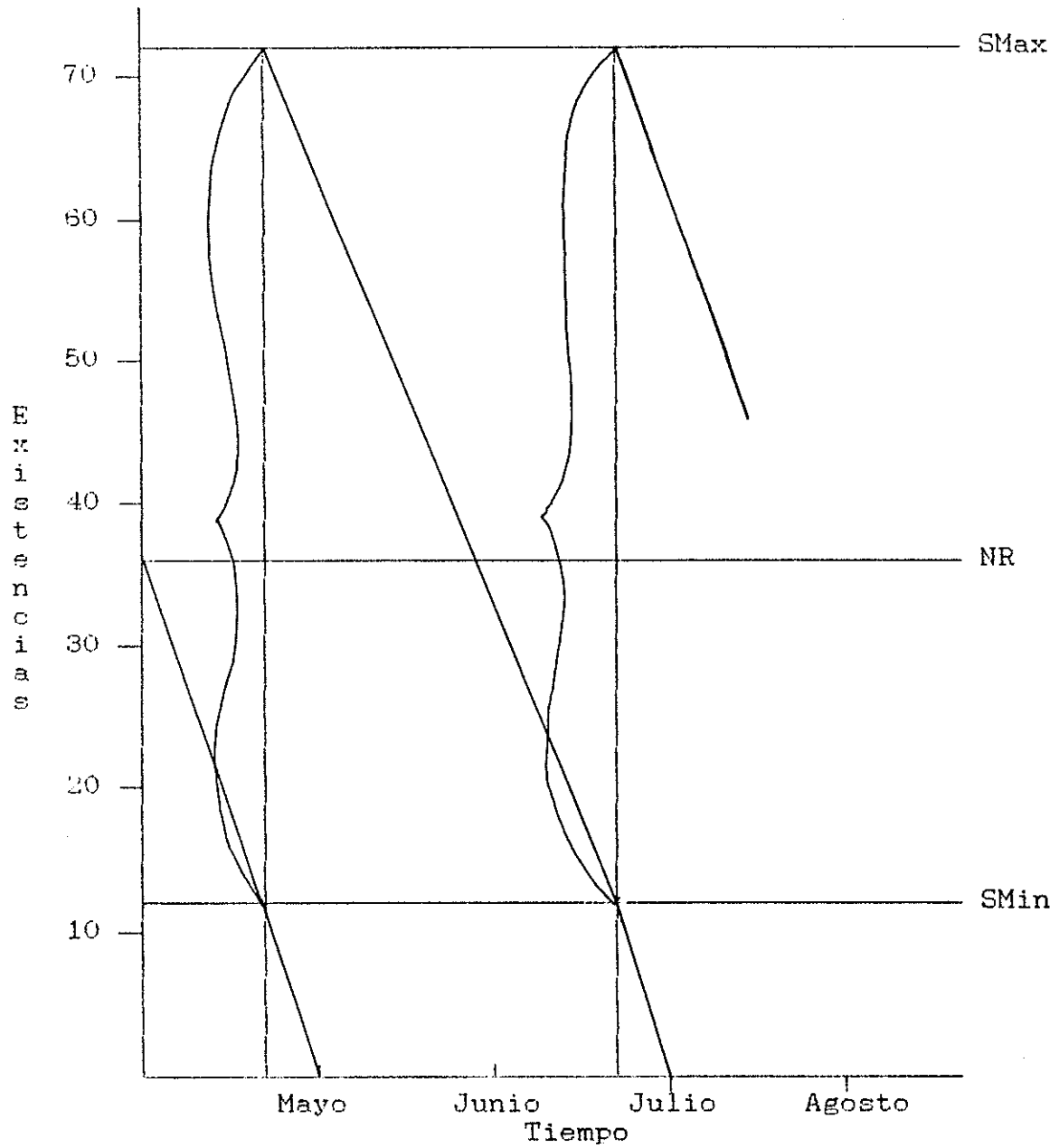


Gráfico de cargas de trabajo Gantt para un taller de serigrafía.

ANEXO 12



Sistema de requerimientos de materiales

ANEXO 13

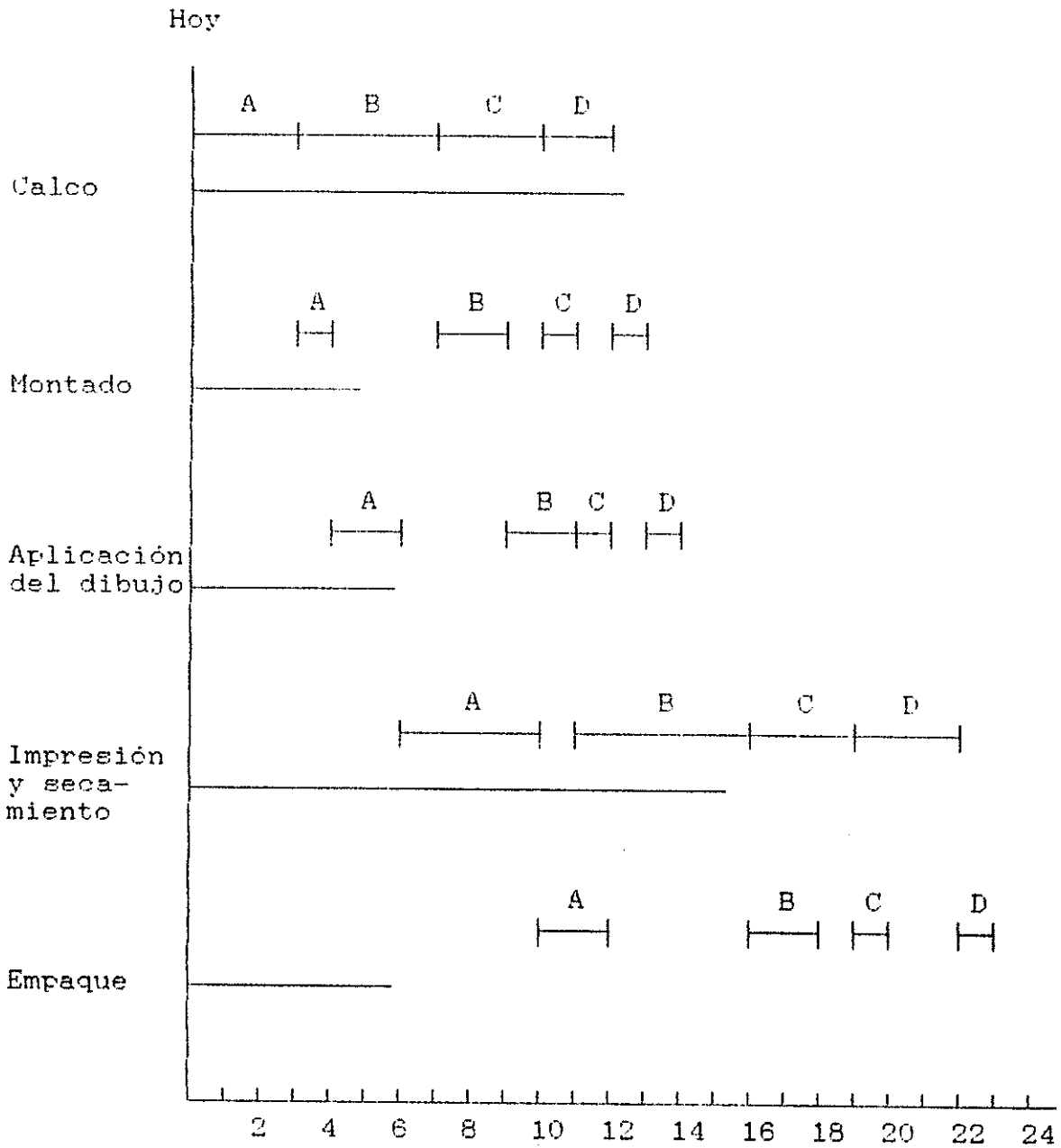


Gráfico de Gantt para la programación de las órdenes (secuencia: A-B-C-D).

ANEXO 14

CONTROL DE CALIDAD SIMBOLOGIA, ABREVIATURAS Y FORMULAS

- α : Primera clase de riesgo; se le denomina "riesgo del productor", que se rechace un lote de buena calidad.
 β : Segunda clase de riesgo; se le denomina "riesgo del consumidor", que se acepte un lote de mala calidad.
 n : Tamaño de la muestra.
 p' : Fracción defectuosa de la población

$$p' = \frac{\sum_{i=1}^m p}{m}$$

- p : Fracción defectuosa de la muestra.

$$p = \frac{x}{n} \quad \text{donde } x = \text{No. de unidades defectuosas}$$

- c : Número máximo permitido de unidades defectuosas de la muestra
 NAC : Nivel aceptable de calidad o buena calidad
 PTDL: Porcentaje tolerable de defectos en el lote o nivel pobre de calidad
 σ : Desviación estándar poblacional

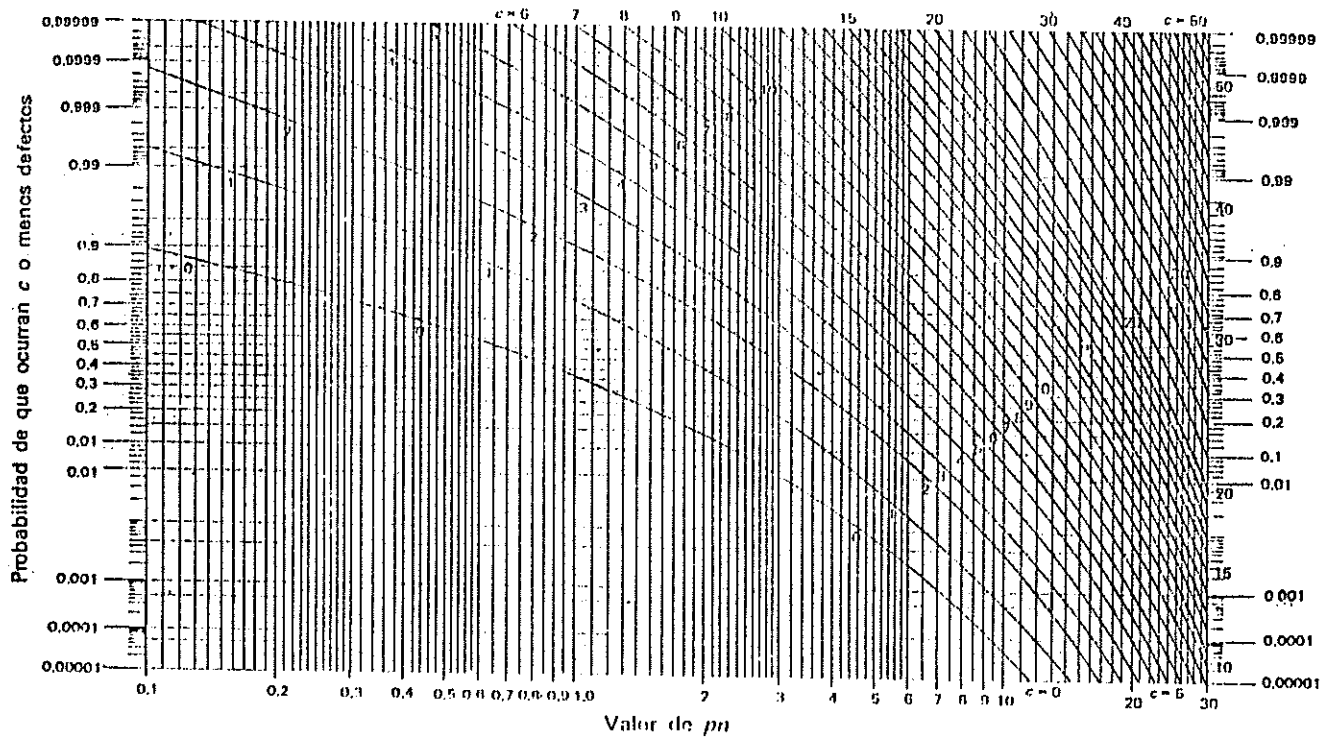
$$\sigma_{p'} = \sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$$

- Límites de Control: LSC (Límite Superior de Control)
 LIC (Límite Inferior de Control)

$$\text{Límites de control estrechos} = p' + 1 \sigma_{p'}$$

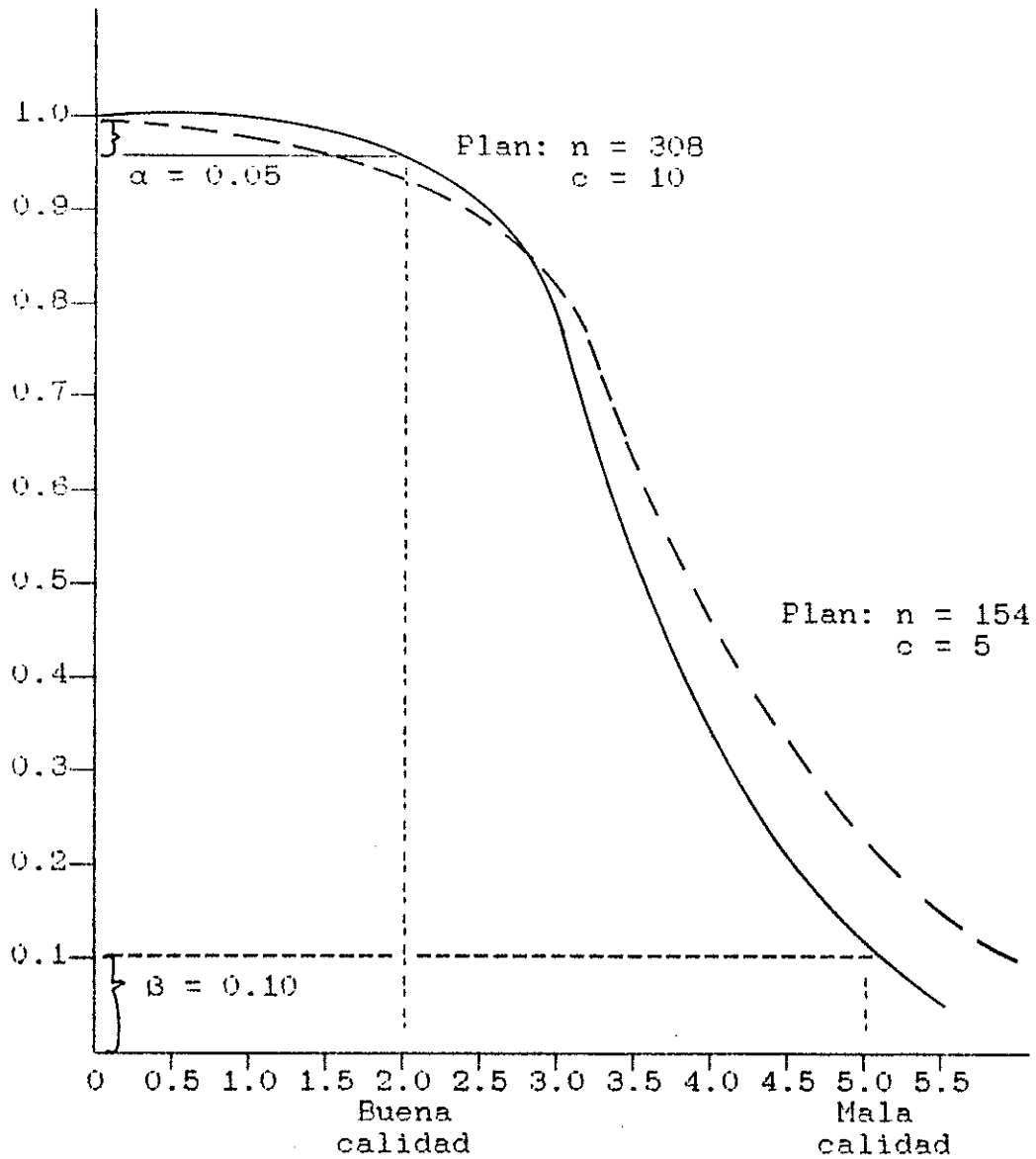
$$\text{Límites de control amplios} = p' + 3 \sigma_{p'}$$

ANEXO 15



Curvas de probabilidades para una distribución Poisson

ANEXO 16



FD (Porcentaje de unidades defectuosas en el despacho)

Probabilidades de aceptar un despacho de pintura polikat (curva C0).