

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO  
HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR  
LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO

Informe de Tesis

presentado por

MARIO ARNOLDO LOPEZ LEIVA

Para optar al título de

Ingeniero Industrial

Guatemala, mayo de 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central




09  
T. 356d  
co 4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA  
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO**

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

  
Mario Arnaldo López Leiva



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 Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO	Br. Fredy Rodríguez Quezada
VOCAL QUINTO	Br. Mario Nephtali Morales Solís
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo Urbina Contreras
EXAMINADOR	Ing. Luis Emilio Rodas Samayoa
EXAMINADOR	Ing. Isaac Kestler Flores
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López



Guatemala, 6 de febrero de 1995


Ingeniero  
Jorge Peláez Castellanos  
DIRECTOR  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted, para someter a su consideración el trabajo de tesis del estudiante MARIO ARNOLDO LOPEZ LEIVA, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

El trabajo en mención se titula: CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO. He asesorado y revisado el trabajo y considerando que llena satisfactoriamente los requisitos recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención, me suscribo

Ing. Ind.  Martha Guisela Gaitán Garavito

ASESOR







## FACULTAD DE INGENIERIA

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

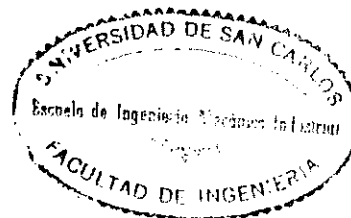
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador 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 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO, presentada por el estudiante universitario Mario Arnoldo López Leiva, recomienda la aprobación del presente trabajo.

Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Sergio Torres Méndez  
COORDINADOR

Guatemala, marzo 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 Coordinador General de Tesis 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 y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO, presentado por el estudiante universitario Mario Arnoldo López Leiva, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Fernando Alvarez Paz  
COORDINADOR GENERAL DE TESIS  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, abril de 1,995.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

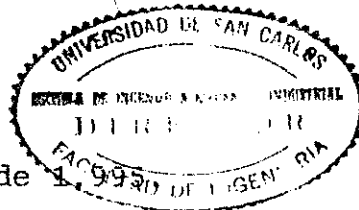
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área y del Coordinador General de Revisión de Tesis titulada CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO, presentado por el estudiante universitario Mario Arnoldo López Leiva, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Peláez Castellanos  
DIRECTOR  
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, abril de 1999

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 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO COMO HERRAMIENTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE TEJIDO PLANO., presentado por el estudiante universitario Mario Arnoldo López Leiva, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck  
DECANO



Guatemala, abril de 1,995.

ends





ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES            Rogelio Domingo López Tello  
                                 Modesta Magnolia Leiva de López

A MIS HERMANOS        Carmen Alicia, Alfonso, Adalberto,  
                                 Juan José, María Magaly e Hilda  
                                 Luisa

A MIS SOBRINOS

A MIS AMIGOS



## AGRADECIMIENTO

A:           Ing. Guisela Gaitán  
              Por su asesoría

Ing. Ivonne Noriega, Ing. Eduardo Chang por  
su apoyo y colaboración en el desarrollo de  
este trabajo.

Mi especial agradecimiento a la Universidad  
de San Carlos de Guatemala.



## INDICE

Glosario	i
Introducción	ii
Objetivos	iii
Capítulo 1. Control Estadístico de Proceso	1
- Historia de Control Estadístico de Proceso	1
- Control Estadístico de Proceso	2
- Herramientas del Control Estadístico de Proceso	4
- Control Estadístico de Proceso y la Productividad	9
Capítulo 2. Tejido Plano	11
- Qué es el tejido plano	11
- Clasificación del tejido plano	12
- Maquinaria necesaria en el proceso de tejido plano	13
- Proceso de producción de tejido plano	15
Capítulo 3. Análisis Inicial de la Planta	19
- Condiciones iniciales de la planta	19
- Rendimiento inicial de la planta	23
- Distribución en planta	25
Capítulo 4. Control Estadístico de Proceso y Calidad	26
- Puntos críticos del proceso	26
- Parámetros y atributos que se deban controlar, estándares de calidad	26
Capítulo 5. Control Estadístico de Proceso y el Mantenimiento	65
- Principales problemas mecánicos	65
- Frecuencia de fallas mecánicas	69
- Plan de mantenimiento fundamentado en el Control estadístico de proceso	76

Capítulo 6. Rendimiento de la materia prima y su efecto en los costos	80
- Sistema de costeo	80
- Características y rendimiento de la materia prima	87
- Variaciones de la materia prima y su efecto en los costos	88
Conclusiones	iv
Recomendaciones	v
Bibliografía	vi
Anexos	vii

## GLOSARIO

- ABRACION: desgaste causado por fricción.
- ARCADA: estructura que sostiene un telar.
- ASFED: devanadera de aspas, usada para enrollar y/o desenrollar conos de hilo.
- BASTIDOR: estructura metálica, rígida y sólida que sirve de apoyo a las distintas partes de una máquina.
- CAJIN: parte del telar en la que finaliza cada carrera de la lanzadera cuando va de extremo a extremo del telar incrustando la trama.
- CALADA: subida de una parte de los hilos de urdimbre y bajada de los otros, y queda entre sí un hueco por el que pasa la lanzadera con la trama.
- ENCOLANTE: sustancia amilácea que brinda protección y resistencia a los hilos de urdimbre.
- ENJULIO: tambor en el que se enrolla el hilo de urdimbre.
- FACTORIA: fábrica.
- GELIFICACION: acción de convertirse en gel o pasta.
- LIGAMENTOS: formas como puede efectuarse el entrecruzamiento de la trama y la urdimbre para formar el tejido.
- MATE: falta de brillo.
- MEZCLILLA: tejido de algodón, comúnmente conocido como lona de pantalón.
- MUESTREO: selección de muestras.
- TEMPLAZOS: parte de el telar que tracciona el tejido recién elaborado.





## INTRODUCCION

La apertura de mercados y la competitividad de las empresas extranjeras obligan a las empresas nacionales a utilizar todas las herramientas disponibles para alcanzar una mayor eficiencia y poder competir en los mercados; una herramienta útil y que no requiere una fuerte inversión es el Control Estadístico de Proceso.

El Control Estadístico del Proceso es una herramienta que se puede aplicar fácilmente y con buenos resultados en la Industria de tejido plano; sus aplicaciones pueden ser en el control de calidad en la recepción de materia prima, en el proceso y en el producto terminado; además, se puede aplicar en el análisis de fallas mecánicas; y es de gran ayuda en el control de los costos de producción. En estas aplicaciones mencionadas, es de gran utilidad ya, que en el caso del control de calidad de materia prima permite asegurar que los materiales que se usen en el proceso de manufactura cumplan con los requisitos necesarios y puedan contribuir en la optimización del proceso; en la aplicación del control de calidad en el producto terminado, da la seguridad que se está proporcionando al cliente un producto que satisface sus requerimientos; en la aplicación del control estadístico de proceso al análisis de fallas mecánicas, permite determinar cuáles son las principales causas de paros en el salón de tejeduría; esto reduce los tiempos muertos en el proceso; en los sistemas de costos, es importante darle un seguimiento adecuado a algunas variables del hilo como son su calibre y rendimiento, entre otros.



## OBJETIVOS

1. Describir el Control Estadístico del Proceso y una metodología de aplicación a la industria de tejido plano.
2. Proveer a los pequeños empresarios de la industria de tejido plano de una guía de aplicación de una herramienta para mejorar su productividad, el Control Estadístico de Proceso.
3. Brindar información general a la industria de tejido plano sobre rendimientos de materia prima, sistemas de costos de producción, control de calidad, y mantenimiento preventivo de los telares.



## CAPITULO 1

### CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO

#### 1. HISTORIA DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

El control estadístico del proceso tuvo su origen durante la primera guerra mundial; su precursor fue el físico Walter Shewhart, quien trabajaba en los laboratorios Bell. En esa época Shewhart trabajaba en el diseño de la elaboración de audífonos para pilotos aviadores. Despertó su curiosidad el hecho que el ancho de que la cabeza de las personas tenía una ligera variación, la cual presentaba una distribución regular; él imaginó que este tipo de variación podría darse en los procesos industriales, descubriendo posteriormente que todas las actividades repetitivas se ven caracterizadas por la existencia de cierta variación. Pero fue hasta el inicio de la década de los años veinte, cuando descubrió un método para el análisis de esta variación al cual llamo Gráficos de Control. Este tipo de gráficos tuvo aplicación exitosa en varios tipos de organización pero principalmente en la industria japonesa, y fue uno de los pilares para el desarrollo de este país.

En 1939, surgió la principal herramienta para el control de proceso, que fue la estadística; se logró a principios de la segunda guerra mundial, la formación de la Sociedad Americana para el Control de Calidad. En 1950 se dio la principal revolución el Control Estadístico del proceso por el doctor Edward Deming, quien se convirtió en el eslabón principal para unir las técnicas americanas con

el estilo administrativo de las industrias japonesas; Deming inició una serie de conferencias tanto para técnicos como para administradores. En 1954, surge otro gran impulsor del Control Estadístico, el profesor Joseph Jurán, quien se encargó de completar los conceptos difundidos por el doctor Deming al introducir a la industria japonesa los Principios de Administración de la calidad.

Dado el gran auge de la empresa japonesa al ofrecer al mercado productos reconocidos por su óptima calidad y debido a la forma participativa en que implementado para todo el personal, en el año 1972 las industrias norteamericanas se vieron en la necesidad de consultar a Deming y en 1981 tomaron renovado interés en el Control Estadístico, (tomando el auge que no tuvo en su origen, a pesar de ser en Estados Unidos donde se inició). Dándose cuenta que únicamente lograrían sobrevivir en el mercado mundial si mejoraban la calidad de sus productos, iniciaron la adopción de técnicas participativas a todo nivel, con la cual despierta la creatividad y responsabilidad de todo el personal en la elaboración de productos competitivos de alta calidad y manufacturados al menor costo.

## 2. CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

El Control Estadístico del Proceso es la aplicación de la Estadística y su análisis a un proceso para determinar las causas de variación que en él se den.

Se dice que un proceso está en "Control Estadístico"

cuando todas las causas especiales de variación han sido identificadas y eliminadas.

## 2.1. VARIACIONES.

Una de las características en las fabricaciones modernas, es que no es posible producir dos piezas exactamente iguales. Las variaciones existen, ya sean grandes o pequeñas, en cualquier proceso sea éste manual, automatizado o de servicios.

De los diferentes tipos de variación entre las piezas, de utilidad para propósitos analíticos, existen tres clasificaciones:

2.1.1- VARIACIONES DENTRO DE UNA PIEZA, por ejemplo, en una flecha que en uno de sus extremos se encuentra ovalada y en el otro extremo esté dentro de sus tolerancias.

2.1.2- VARIACION DE PIEZAS PRODUCIDAS DURANTE UN MISMO PERIODO DE TIEMPO, como las variaciones en las longitudes de los pasadores producidos durante un período de 5 minutos en un torno automático.

2.1.3- VARIACIONES ENTRE LAS PIEZAS PRODUCIDAS EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO, como aquellas variaciones medidas en las longitudes de los pasadores producidos al principio de un turno, comparados con los producidos al final del turno.

### 3. HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

Las herramientas usadas en el control estadístico de proceso son variadas, las cuales dependen de las necesidades de análisis. Entre las herramientas más usadas están la distribución de frecuencias, los gráficos de control y los métodos de muestreo.

#### 3.1 DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.

Es la tabulación, o el registro de marcas, del número de veces que se presenta una cierta medición de la característica de proceso, dentro de la muestra de un producto que se está examinando.

La tabulación se puede representar colocando sobre el eje vertical la frecuencia de ocurrencia de las observaciones, y sobre el eje horizontal, los valores de la característica de proceso observada (peso, longitud, resistencia, etc.). En esta forma, recibe el nombre de curva de frecuencias. El uso industrial ha designado a esta forma de tabulación, la curva de distribución de frecuencias o simplemente distribución de frecuencias.

#### 3.2 GRAFICOS DE CONTROL.

Estos son un método gráfico para evaluar si un procesos está o no en "estado de control estadístico".

Los gráficos de control son una comparación gráfica-cronológica de las características de proceso reales del producto, partes o unidades del proceso, con límites que reflejan la capacidad de producir.



El proceso de gráficas de control es el elemento que pone de manifiesto, de acuerdo con los hechos, el concepto del obrero de la separación de las variaciones de los elementos, en "normales" y "anormales". Establece la comparación de la variación de las piezas en su fabricación actual, con los límites de control que se hayan establecido para esas piezas.

Cuando hayan sido calculados los límites y se consideran aceptables para implantarse en la fabricación, las gráficas de control comienzan a desarrollar su misión principal auxiliando en el control de proceso de la materia prima, de lotes de producción, de los elementos aislados o de los ensambles durante su fabricación actual.

### 3.2.1 TIPOS DE GRAFICOS DE CONTROL.

De acuerdo con las clases de datos que se manejan en la industria, existen los modelos fundamentales para los gráficos de control:

- Gráfico de variables.
- Gráfico de atributos.
- a. GRAFICOS POR VARIABLES.

Los gráficos por variables son usados cuando la característica de proceso que se va a evaluar está sujeta a medición. Como por ejemplo, pesos, longitudes, resistencias, etc.

Los gráficos más comunes son los de

medias y rangos. Los gráficos de medias registran cronológicamente el valor de la media de una muestra en la que se evaluó una característica de proceso. Los gráficos de rangos registra cronológicamente la variación existente entre cada muestra evaluada. Esto permite estudiar y analizar el comportamiento y la variación de una característica de proceso, y cuando exista un problema (uno o más puntos fuera de control en una gráfica) determinar la causa en el proceso que la originó y corregirla para asegurar que el producto satisfaga las necesidades del consumidor.

b. GRAFICOS DE ATRIBUTOS.

Registra cronológicamente la fracción de unidades defectuosas o el número de defectos en una muestra.

Una unidad o pieza se considera defectuosa cuando no cumple con las especificaciones requeridas.

El gráfico más común de este tipo es el "p", que representa la fracción de piezas defectuosas existentes en cada muestra analizada. Además se tiene el GRAFICO POR NUMERO DE DEFECTOS: Este tipo de gráfico registra cronológicamente el número de

defectos encontrados en cada muestra analizada.

Se considera un defecto en una pieza cuando alguna de las características de proceso no cumple con las especificaciones requeridas.

Los gráficos más comunes dentro de este tipo son: Los gráficos por defectos (c o u) que representan el número de defectos encontrados en cada muestra analizada; El gráfico de defectos ponderados (D) en el cual se le asigna una ponderación a cada defecto, que depende de lo crítico que sea el defecto, el gráfico registra el total de ponderaciones o deméritos que tenga cada muestra que se ha analizado.

### 3.3 MUESTREO.

En toda planta industrial, se adquieren de fuentes externas algunas de sus materias primas, y partes componentes. Los vendedores pueden ser otras compañías u otras plantas de la misma compañía. En el caso de las empresas de gran capacidad, una división de la planta puede considerar la producción de otra división de la misma planta como un proveedor externo.

El mayor problema para una factoría ha sido la comprobación de la calidad satisfactoria de estos materiales que provienen de fuera. Algunos medios para

obtener esta seguridad han sido: la inspección 100%, el muestreo de los lotes bajo una base arbitraria, que acepta los certificados de inspección presentados por los vendedores; en algunas ocasiones, se recibe material sin inspección, hasta que las dificultades en sus líneas de producción con ese material, reclamen dicha inspección. De ahí la importancia de un buen plan de muestreo de aceptación.

### 3.3.1 MUESTREO DE ACEPTACION.

El muestreo de aceptación es la inspección por muestras en la que se toma la decisión de aceptar o no un producto o servicio; también la metodología que trata de los procedimientos por los que las decisiones de aceptar o no se basan en los resultados de la inspección de las muestras.

El muestreo se puede verificar por el procedimiento de pasa-no-pasa (o atributos), o sea, si las unidades en las muestras cumplen con los requisitos de las especificaciones. También se puede efectuar el examen de las muestras por el sistema de mediciones (por variables), es decir, midiendo las características de calidad en cada una de las unidades de la muestra.

Un plan de muestreo de aceptación se puede definir como: un plan específico que determina el tamaño o tamaños de muestra que van a ser utilizados, y el criterio asociado de aceptación y

rechazo.

PLANES DE MUESTREO: la clasificación de los planes de muestreo está en función del número de muestras que sea necesario tomar para decidir aceptar o rechazar un lote. Los principales planes son el muestreo simple y el muestreo doble.

MUESTREO SIMPLE: la aceptación o rechazo de un lote dependerá del número de unidades defectuosas encontradas en una muestra de ese lote.

MUESTREO DOBLE: es necesario seleccionar una muestra de unidades del lote, y bajo determinadas condiciones, poder seleccionar una segunda muestra, antes de aceptar o rechazar el lote.

#### 4. CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO Y LA PRODUCTIVIDAD.

El Control Estadístico de Proceso es una herramienta de trabajo, cuya aplicación produce beneficios directos a una empresa. Dichos beneficios repercutirán en un notable aumento de la eficiencia y la productividad.

Cada aplicación específica que tenga el Control Estadístico de Proceso repercutirá directamente en la Eficiencia y/o Productividad de la planta, (en este caso una fábrica de tejido plano), ya que brindará la información necesaria sobre los problemas de calidad en y con base en ellas se pueden establecer acciones que permitan resolver dichos problemas, estén estos en el proceso de producción o en el producto terminado. En el mantenimiento, se permite

conocer los principales problemas mecánicos de cada máquina con lo cual se podrá establecer programas de mantenimiento específicos.

Estas aplicaciones tienen los beneficios de reducir los tiempos muertos en la planta, para lograr un incremento en la producción; además reducirá los costos de producción al optimizar el uso de el recurso humano y la materia prima.

## CAPITULO 2

### TEJIDO PLANO

#### 1. QUE ES EL TEJIDO PLANO

Un tejido es un cuerpo flexible y elástico, formado por el cruce de hilos sometidos a cierta tensión y cuya superposición determina el espesor de la tela.

La unión de hilos en casi todos los tejidos se efectúa cruzando dos series de aquellos en sentido perpendicular. Los de la primera son longitudinales, aislados unos de otros y tendidos paralelamente en un mismo plano. Los hilos de la segunda serie entrelazan a los primeros transversalmente, y se pueden considerar como un solo hilo que, doblándose sobre si mismo, cubre los espacios vacíos que dejan en el sentido de la longitud los de la primera serie.

#### 2. CLASIFICACION DEL TEJIDO PLANO.

La forma más común de clasificar el tejido plano es por la estructura y combinaciones que se da entre la urdimbre y la trama. De esto se desprenden cuatro géneros principales:

2.1 LA TELA FORMADA POR UNA SOLA TRAMA Y UNA SOLA URDIMBRE que se enlazan regularmente formando efectos sencillos. Este género comprende dos ligamentos:  
Tafetán, Sarga.

2.1.1 TAFETAN: es el más sencillo de los ligamentos empleados para cruzar los hilos en el tejido plano; consiste en los hilos pares e impares de la urdimbre y en alternar la posición alta y

bajo de dichos hilos a cada pasada del hilo de trama, de modo que cada juego de hilos de urdimbre pase por encima y por debajo de los hilos de trama. Los tejidos hechos con ligamento de tafetán no tiene derecho ni revés, pues son iguales por sus dos caras.

- 2.1.2 SARGA: en este ligamento la urdimbre se dividen en series de 2, 3, 4, o más hilos. En primer lugar, se levanta el primer hilo de cada serie y se pasa un hilo de trama entre ellos y todos los demás; a la segunda pasada, se levanta el segundo hilo de urdimbre de cada serie; a la tercera, el tercero, y así sucesivamente. El corrimiento lateral y longitudinal de los puntos visibles de la urdimbre produce unos bordoncillos laterales, además una cara buena del tejido y un revés.
- 2.2 TELAS LABRADAS: están formadas por una sola trama y una sola urdimbre el enlace de sus hilos produce dibujos.
- 2.3 TELAS FORMADAS POR DOS URDIMBRES SOBREPUESTAS Y UNA SOLA TRAMA. Una de las urdimbres forma el fondo del tejido y la otra sobresale en la superficie formando un pelo suave, más o menos largo, como el caso del terciopelo.
- 2.4 TELAS FORMADAS POR DOS O MAS TRAMAS Y UNA SOLA URDIMBRE; una de las tramas forma el cuerpo del tejido y las otras aparecen a intervalos en la superficie de la tela para formar dibujos.



### 3. MAQUINARIA NECESARIA EN EL PROCESO DE TEJIDO PLANO.

3.1 URDIDOR: es una máquina devanadora en la cual se prepara la urdimbre arrollando los hilos de ésta en un enjulio. El urdidor es un bastidor rectangular provisto regularmente de 400 a 600 vástagos, en los cuales se ponen otras tantas bobinas y uno o varios peines en cuyos dientes pasan los hilos que se desarrollan de las bobinas, así como un tambor o enjulio en el cual se enrollan los hilos.

3.2 ENGOMADORA: máquina para engomar o encolar los hilos de urdimbre, sus principales componentes son: BATEA, en la cual se deposita el encolante y por donde pasan inmersos los hilos; CILINDROS: su función es exprimir el hilo a la salida de la batea; TAMBOR: es una cámara en la que circula aire caliente para secar el hilo.

3.3 CANILLERA: devanadora especial, que enrolla el hilo que será usado en la trama en bobinas especiales de madera o plástico llamadas canillas.

3.4 TELAR: la estructura del telar consiste en dos cuñeras o bancadas laterales (izquierda y derecha), un larguero frontal, un larguero trasero, larguero izquierdo y derecho, antepecho y arcada.

Su estructura y armazón deben estar completamente a nivel sobre el piso; los largueros y bancadas tienen perforaciones en diferentes partes para que las chumaceras, soportes y ciertas piezas o mecanismos del

telar puedan ser fijados a ellos.

El telar mecánico está compuesto de cinco movimientos, tres principales, para entrelazar los hilos de urdimbre con los de trama; éstos son:

- A) Movimiento de marcos o calada.
- B) Movimiento de picada.
- C) Movimiento de batán.

y dos secundarios que son:

- C.1 Movimiento desenrollador de urdimbre.
- C.2 Movimiento enrollador de tela.

**MOVIMIENTO DE MARCOS O CALADA:** movimiento por el cual los hilos de urdimbre son levantados unos y bajados otros por los marcos o arneses para formar un abierto, llamado calada, por el cual pasa la lanzadera para dejar insertada la trama.

**MOVIMIENTO DE PICADA O ESPADA:** es el movimiento que hace que la lanzadera vaya de lado a lado de la urdimbre a través de la calada para insertar la trama. Se dice que el telar ha hecho una pasada o picada cuando la lanzadera va de un lado a otro de la urdimbre.

**MOVIMIENTO DE BATAN:** es el movimiento que mueve la última trama insertada por la lanzadera al remate del tejido.

**MOVIMIENTO DESENROLLADOR:** movimiento que controla el desenrollamiento del plegador o enjullo de urdimbre necesaria para el tejido.

MOVIMIENTO ENROLLADOR: es el movimiento que mueve la tela adelante y la envuelve en el rodillo de la tela.

3.5 ANUDADORA: Dispositivo automático que realiza nudos entre los extremos de hilo de la urdimbre cuando se ha terminado un enjullo.

#### 4. PROCESO DE PRODUCCION DE TEJIDO PLANO

Entre las principales operaciones que requieren los tejidos se encuentran las de preparación de la urdimbre y el tejido propiamente dicho.

Las primeras comprenden el urdido y encolado; su objeto es disponer de hilos en sentido paralelo y darles la resistencia necesaria, al mismo tiempo que se les arrolla o plega de forma cómoda para el tejido.

4.1 URDIDO: Esta operación tiene por objeto reunir un cierto número de hilos con igual longitud y tensión para arrollarlos sobre un plegador o enjullo.

En esta operación se van arrollando los hilos sobre un plegador en porciones iguales, separadas por discos circulares de un diámetro mayor que el cilindro central de la urdidora. Este va provisto en su centro de un contador, que registra y deja marcadas las rotaciones llevadas a cavo. Colocados los carretes en bancos de grandes dimensiones, van desarrollándose los hilos, cuya tensión se halla sometida a dos causas que se compensan; a media que un carrete se va desarrollando, su movimiento es más ligero y se

disminuye el frotamiento; pero éste se halla equilibrado con el mayor número de vueltas que es preciso que dé, para facilitar igual longitud de hilo, por la dimensión de su diámetro.

4.2 ENCOLADO: consiste en aplicar al hilo una capa de cola o goma, con objeto de protegerlo contra los esfuerzos de tensión, flexión en diversos sentidos y abrasión. Esta capa de cola también proporciona mayor lisura al hilo y evita que las fibrillas o extremos de fibras que sobresalen del mismo se entrelacen con hilos vecinos. Las materia usadas para el encolado deben ser de tal condición que den a los hilos mayor solidez y resistencia contra el rozamiento, sin que disminuya la elasticidad y flexibilidad. Además, la cola debe poder lavarse fácilmente, pues conviene separarla del tejido para operaciones posteriores de blanqueo, teñido, estampado, corte y confección.

4.3 ENCANILLADO: consiste en devanar el hilo de trama en canillas o bobinas para darle una forma que permita llevar a la lanzadera la longitud máxima de hilo, dejando que ésta pueda desarrollarse con facilidad. Es necesario enrollar la canilla con suficiente tensión para que las espira no caigan o se deformen al ponerse bruscamente en marcha la lanzadera, o al entrar en el cajin por la reducción rápida de su velocidad, ya que produciría paros en el telar y pérdida de hilo de trama. Esta operación se lleva a cabo en la máquina

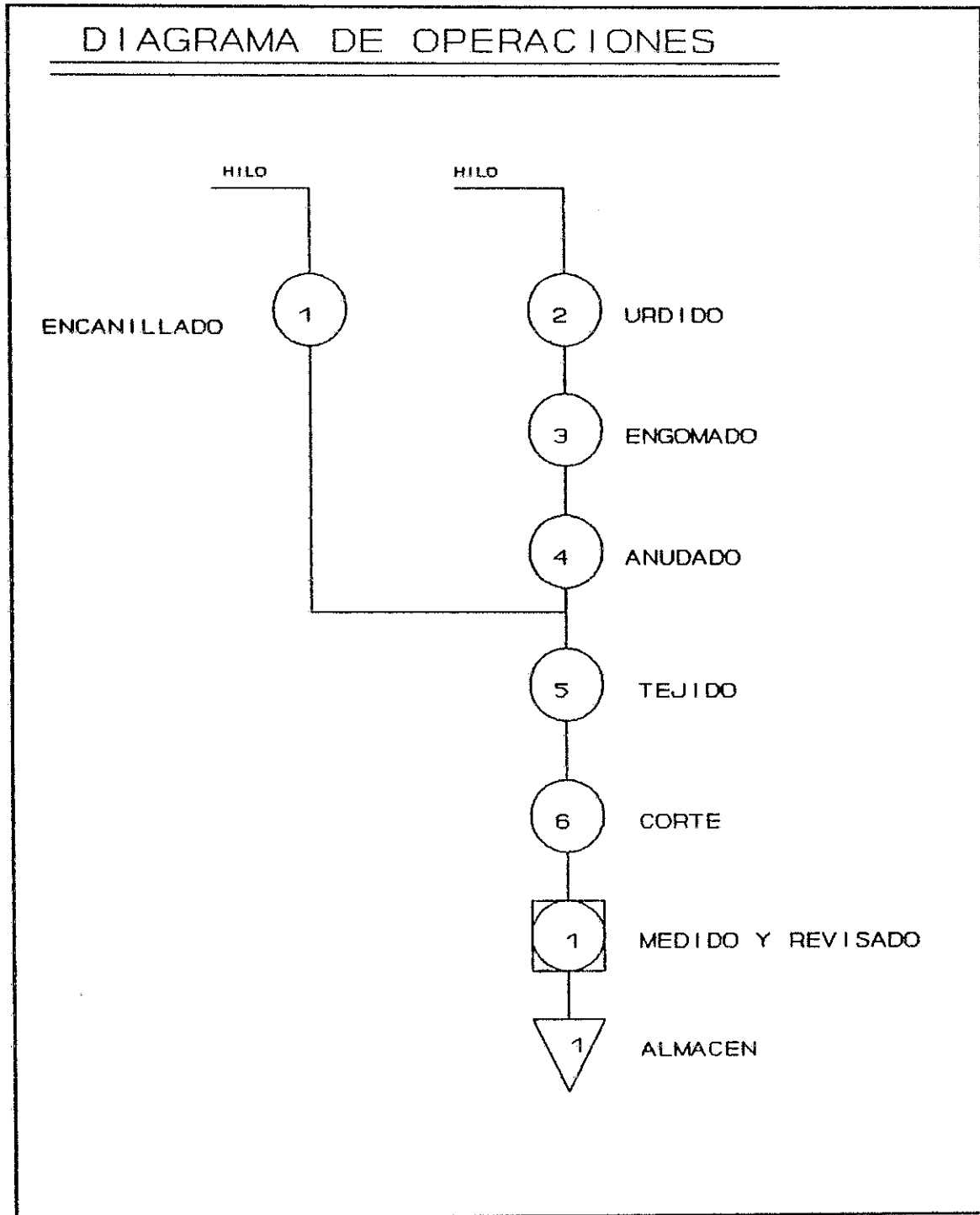
llamada canillera.

4.4 TEJIDO: consiste en el entrelazamiento de dos grupos de hilos que se cruzan generalmente en ángulo recto. Uno de estos grupos se llama "urdimbre" y sigue la dirección longitudinal del tejido; el segundo grupo se conoce como trama y sigue la dirección transversal del tejido.

4.5 REVISADO: consiste en inspeccionar los rollos de tela que han sido cortados en el salón de tejeduría y determinar la calidad de la tela.

En la Figura No. 2.1 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de tejido plano.

FIGURA 2.1



## CAPITULO 3

### ANALISIS INICIAL DE LA PLANTA

#### 1.- CONDICIONES INICIALES DE LA PLANTA.

##### 1.1.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

Los productos elaborados son mezclilla y manta mosquitero.

La mezclilla es un tejido que corresponde alligamento de sarga 3/1, el cual está elaborado a base de hilo 100% algodón en calibre 8/1.

El calibre del hilo está dado en sistema inglés y el primer número en este caso 8, indica que se necesitan 8 mts. de hilo para obtener un peso de 0.59 grs.; el segundo número en este caso el 1, que indica de cuántos cabos está compuesto el hilo.

Esta mezclilla tiene un ancho de trabajo de 63 pulgadas para que se produzca un ancho final de 60 pulgadas. La urdimbre está constituida por 72 pulgada y la trama por 43 hilos por pulgada. El hilo de la urdimbre se trabaja teñido, según el color que se quiera la mezclilla, el hilo de la trama se trabaja crudo o en su color natural.

MEZCLILLA

(PRODUCCION DE UNA YARDA)

# DE HILOS DE TRAMA/PULG	43.00
# DE HILOS DE URDIM/PULG	72.00
# DE HILOS DE ORILLA	36.00
ANCHO DEL TEJIDO (PULG)	63.00
CALIBRE DE HILO DE TRAMA	8/1
PESO DEL HILO DE TRAMA/YD (gr)	0.07
CALIBRE DE HILO DE URDIMBRE (TEJIDO)	8/1
PESO DE HILO DE URDIMBRE/YDA (grs)	0.08
CANTIDAD DE HILO DE TRAMA (YDAS)	1548
CANTIDAD DE HILO DE URDIMBRE (YDAS)	4572
PESO DE LA TRAMA (ONZ)	6.78
PESO DE LA URDIMBRE (ONZ)	15.11
PESO DE MEZCLILLA (ONZ/YDA <sup>2</sup> )	12.71

La manta mosquitero es una manta usada de fondo en la elaboración de muebles, corresponde al ligamento de tafetán y está elaborada a base de hilo 100% algodón de calibre 16/1 .

Esta manta tiene un ancho de trabajo de 61



pulgadas de ancho para obtener un ancho final de 60 pulgadas. La urdimbre está compuesta por 25 hilos por pulgada y la trama por 20 hilos por pulgada; en este producto, el hilo de trama como el de urdimbre están en crudo.

MANTA MOSQUITERO  
(PRODUCCION DE UNA YARDA)

# DE HILOS DE TRAMA/PULG	20.00
# DE HILOS DE URDIM/PULG	25.00
# DE HILOS DE ORILLA	48.00
ANCHO DEL TEJIDO (PULG)	61.00
CALIBRE DE HILO DE TRAMA	16/1
PESO DEL HILO DE TRAMA/YD (gr)	0.03
CALIBRE DE HILO DE URDIMBRE (TEJIDO)	16/1
PESO DE HILO DE URDIMBRE/YDA (grs)	0.03
CANTIDAD DE HILO DE TRAMA (YDAS)	720
CANTIDAD DE HILO DE URDIMBRE (YDAS)	1548
PESO DE LA TRAMA (LBS)	0.09
PESO DE LA URDIMBRE (LBS)	0.12
PESO DE EL MOSQUITERO/YDA. (LBS)	0.21

1.2.- EQUIPO.

- 1 Urdidora.
- 1 Engomadora.
- 50 Telares Marca Picañol.
- 1 Revisadora de tela.
- 1 Canillera.
- 1 anudadora.

1.3.- PERSONAL.

- Se cuenta con un operador y un ayudante de preparación de la urdimbre, quienes se encargan de urdir y engomar el hilo de la urdimbre.

- Un operador de telar (tejedor) está en la capacidad de operar 10 telares cada uno, por lo que se cuenta con 10 tejedores para poder cubrir 2 turnos de 12 horas.

- 2 operador de canillera.
- 1 operador de anudadora.
- 1 operador de revisadora de tela o inspector final de calidad.
- 4 mecánicos.

1.4.- PRODUCCION.

Se cuenta con 50 telares de los cuales 40 producen mezclilla y 10 manta mosquitero. La producción promedio de mezclilla es de 85100.00 yardas/mes, lo que equivale a 2127.50 yardas/mes por telar. La producción promedio de manta mosquitero es de 53000.00 yardas/mes lo que equivale a 5300.00

yardas/mes por telar.

## 2.- RENDIMIENTO INICIAL DE LA PLANTA.

La capacidad de producción de los telares está dada por el número de pasadas de trama por minuto (pics) a que está diseñado y la cantidad de hilos por pulgada en trama que posea el tejido.

La forma de calcular la producción teórica es la siguiente:

$$PT = A * (60 \text{ MIN/HRS}) * (1/B) * (1 \text{ YD}/36") * C$$

Donde:

A: es el número de pasadas de trama por minuto (pics) a las que trabaja el telar.

B: es el número de hilos o pasadas de trama por pulgada que posee el tejido.

C: es el número de horas hábiles trabajadas al día.

Todos los telares con que se cuentan están diseñados para trabajar a 180 pasadas de trama por minuto (A).

La empresa trabaja 2 turnos de 12 horas con una hora de tiempo de recesos entre almuerzo y refacciones, y quedan 11 horas disponibles de trabajo en cada turno o 22 horas al día.

En el caso de la manta mosquitero, el tejido está compuesto por 20 hilos por pulgada (B), por lo que su producción teórica por día está dada por:

$$PT = 180 \frac{\text{hilos}}{\text{min.}} * 60 \frac{\text{min.}}{\text{Hr.}} * \frac{1}{43(\text{hilos}/\text{min})} * \frac{1 \text{ yda.}}{36"} * \frac{22 \text{ hrs.}}{\text{día}}$$

$$PT = 153 \text{ Yds}/\text{día} \text{ por telar.}$$

En 40 telares 6120 Ydas/día; tomando un promedio de 22 días hábiles por mes son 134640 Ydas./mes.

El promedio de producción de mezclilla en los últimos 6 meses ha sido de 85100 ydas/mes, lo que equivale a una eficiencia del 63%. En estos meses, también se ha tenido un promedio de 7000 ydas/mes de mezclilla defectuosa, por lo que se ha obtenido un promedio de 78100 ydas de primera calidad, lo que representa una eficacia del 57%.

En el caso de la manta mosquitero, el tejido está compuesto por 20 hilos por pulgada (B), por lo que su producción teórica por día esta dada por:

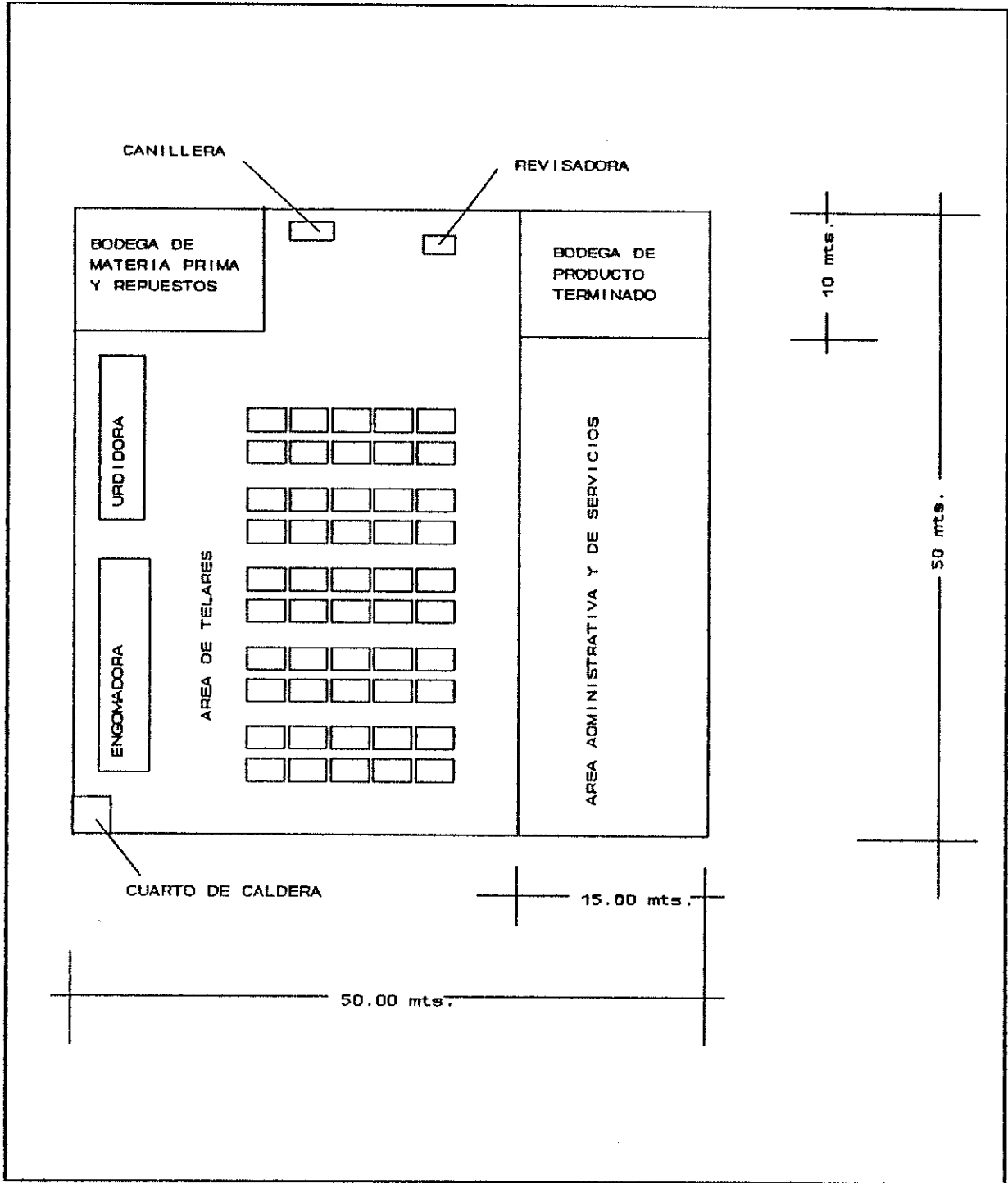
$$PT = \frac{180 \text{ hilos}}{\text{min.}} * \frac{60 \text{ min.}}{\text{Hr.}} * \frac{1}{20(\text{hilos/min})} * \frac{1 \text{ yda.}}{36"} * \frac{22 \text{ hrs.}}{\text{día}}$$

PT = 330 ydas/día por telar.

En 10 telares 3300 Ydas/día; tomando un promedio de 22 días hábiles por mes son 72600 Ydas./mes.

El promedio de producción de manta mosquitero en los últimos 6 meses ha sido de 53000 ydas/mes, lo que equivale a una eficiencia del 73%. En estos meses, también se ha tenido un promedio de 2300 ydas/mes de mezclilla defectuosa, por lo que se ha obtenido un promedio de 50700 ydas de primera calidad, que representa una eficacia del 69.83%.

# DISTRIBUCION EN PLANTA





## CAPITULO 4

### CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO Y LA CALIDAD

#### 1. PUNTOS CRITICOS DEL PROCESO

El proceso de producción de la manta mosquitero y de la mezclilla es exactamente igual para los dos productos, pero en relación con la calidad se es más exigente con la mezclilla, ya que el uso que ésta tiene es para la elaboración de Jean's, mientras que la manta mosquitero se usa en el fondo de muebles por lo que no se aprecia a simple vista en el mueble terminado, lo que permite ser menos exigentes en cuanto a la calidad del producto.

Las principales operaciones del proceso deben ser constantemente controladas y supervisadas para obtener un producto que satisfaga los requerimientos de los clientes.

Se describirá la forma en que se inspecciona cada operación, haciendo notar que los puntos más importantes en los que se aplicará el Control Estadístico del Proceso son en la recepción de hilo, en la se aplicarán sistemas de muestreo y gráficos de control, y en la operación combinada de medido y revisión que se realiza al final del proceso en la que se aplicará gráficos de control.

#### 2.- PARAMETROS Y ATRIBUTOS QUE SE VAN A CONTROLAR, ESTANDARES DE CALIDAD.

Los parámetros y atributos que se van a controlar; y los estandares de calidad dependerán de cada operación y el equipo con que se cuenta para determinarlos; a continuación se detallará el control de calidad en cada una de las

operaciones del proceso.

## 2.1 RECEPCION DE HILO

El control de calidad del hilo es importante realizarlo, ya que de ello dependerá en gran parte la facilidad de trabajar durante el proceso de producción y la calidad del producto final.

Es conveniente hacer un muestreo de aceptación para determinar si se acepta o rechaza cada lote de hilo que los proveedores envíen.

Existen varios métodos para efectuar el muestreo de aceptación; aquí utilizaremos las tablas de Dodge y Roming para muestreo doble con un porcentaje de defectuosos tolerado en el lote de 5% y un riesgo del consumidor de 0.10, y un porcentaje promedio del proceso de 1%<sup>1</sup>. (Tabla No.1 de apéndice). Se trabaja con estos sistemas porque asegura la cantidad mínima de inspección que se requiere, con el grado de protección deseado, para un material con determinada media del proceso.

El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

- Determinar el tamaño del lote (N). Será el número de conos de hilo que contenga cada envío.
- En la tabla No.1 del apéndice en la primera columna titulada tamaño del lote, hay que ubicar el rango al que corresponde el tamaño de lote a

---

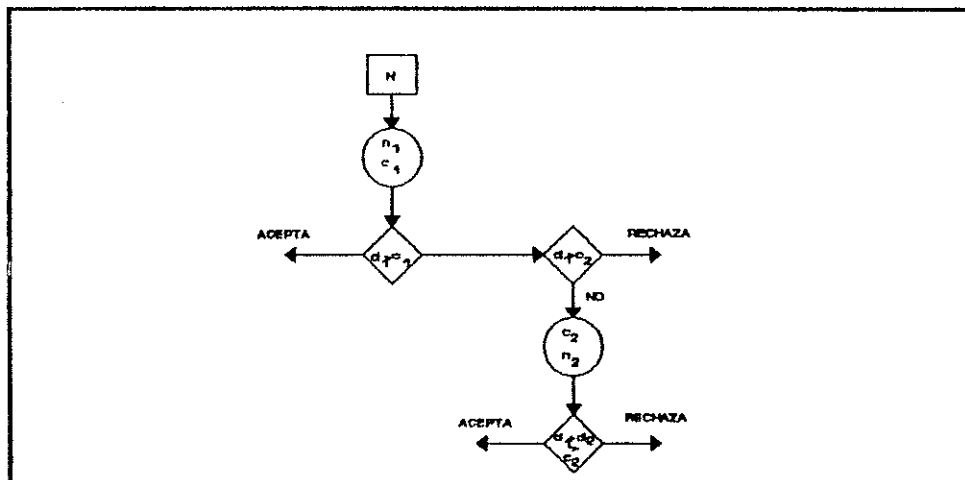
<sup>1</sup> Este dato es tomado de estudios anteriores realizados en la empresa donde se realizó este estudio.



muestrear.

- Deslizarse a la derecha en la fila que corresponde al tamaño de lote hasta la tercera columna que corresponde al porcentaje promedio de proceso de 0.51 a 1.00, anotar los valores de  $n_1$ ,  $c_1$ ,  $n_2$ ,  $c_2$ .
- Del lote de tamaño  $N$  sacar una muestra de tamaño  $n_1$ , determinar el número de artículos defectuosos ( $d_1$ ) que en ella hay.
- Si  $d_1 \leq c_1$  se acepta el lote.
- Si  $d_1 > c_2$  se rechaza el lote.
- Si  $c_1 < d_1 \leq c_2$  se procede a tomar la segunda muestra.
- Tomar  $n_2$ , determinar el número de defectuosos ( $d_2$ ).
- Si  $(d_1 + d_2) > c_2$  se rechaza el lote, caso contrario se acepta el lote.

#### DIAGRAMA DE FLUJO DEL MUESTREO DOBLE



Ejemplo: ingresa a bodega un lote de 500 conos de hilo.

- El tamaño del lote (N) es de 500.
- Se ubica el 500 en la primera columna de la izquierda y el 500 aparece en la 8a. fila.
- Sobre la 8a. fila se desliza a la derecha y se encuentran los valores de  $n_1 = 55$ ,  $c_1 = 0$ ,  $n_2 = 80$ ,  $c_2 = 2$ .
- De la primera muestra de 55 conos (cada muestra es de 100 yardas de hilo), hay que revisarlos y determinar el número de artículos defectuosos.
- Si el número de defectuosos es 0 se acepta el lote.
- Si el número de defectuosos es mayor de 2, se rechaza el lote.
- Si el número defectuosos es 1 ó 2 se procede a tomar la segunda muestra.
- Se toma la segunda muestra de 80 conos y revisa cuántos defectuosos hay.
- Si el número de defectuosos en ambas muestras es 1 ó 2 se acepta el lote; si es más de 2, se rechaza.

Un cono se considera defectuoso, si no cumple con las especificaciones en las pruebas de calibre, apariencia, torsión, que a continuación se detallan. Con una de las características que no cumpla es suficiente para considerar al cono defectuoso.

### 2.1.1 TITULO O CALIBRE.

El título es una característica importante para evaluar, porque de haber variación puede producir problemas de tonalidad en el caso del hilo teñido para mezclilla; también puede haber variación en el costo por la variación del peso del hilo.

El control del título de hilo se hace con base en el peso en grs/yma. Se sabe que en el hilo 8/1 se necesitan 8 mts. de hilo para obtener un peso de 0.59 grs. por lo que cada yarda debe pesar 0.067437 grs. y una muestra de 100 yardas pesa 6.7437 grs. El hilo 16/1 se necesitan 16 mts. de hilo para obtener un peso de 0.59 grs., por lo que cada yarda debe pesar 0.033719 grs. y una muestra de 100 yardas debe pesar 3.3719 grs. Estos serán los parámetros teóricos de comparación para la aplicación del Control Estadístico de Proceso; las tolerancias no están definidas por lo que se tomarán como tal los límites de proceso. La muestra que no cumpla con las especificaciones es considerada defectuosa. (Ver Fig 4.2. y 4.8).

Para el análisis estadístico del título de hilo, se hará por un gráfico de control por variables, específicamente gráfico de Medias y Rangos.

Para poder hacer este estudio, es necesario

contar con una balanza y un asped.

Para la recolección de datos, se utilizará una planilla de inspección (Fig. 4.1) en la que se anotará el peso del elemento de cada muestra.

Se procederá a tomar 12 muestras de 5 elementos cada una<sup>2</sup> (100 yardas cada elemento), como se muestra en la figuras No.4.2 y No.4.5. En ellas se determinan los valores de los límites para cada grupo, los cuales serán utilizados como estándares de calidad, y como se puede observar el límite central, coincide con el valor teórico predeterminado. En las figuras No.4.3 y No.4.9 se muestran las Gráficas de Control de Medias para cada título de hilo. En las figuras No.4.4 y No.4.10, se muestran las gráficas de control de rangos para cada título de hilo.

Se realizó una segunda corrida en la que se tomaron nuevamente 12 muestras de 5 elementos cada una; los datos se presentan en la Figuras No.4.5 y No 4.11; los datos de medias y rangos de estas muestras se comparan gráficamente contra los estándares obtenidos en las Figuras No.4.3, No.4.4, No.4.12, No. 4.13. Se observa para ambos títulos de hilo, tanto la media como el rango se encuentran bajo control estadístico.

---

<sup>2</sup> Se toman 12 muestras de tamaño 5 por el tiempo que esto requiere y la comodidad que representa para el supervisor de calidad.

FIGURA No. 4.1

CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION DE HILO

FECHA: \_\_\_\_\_

CALIBRE: \_\_\_\_\_

PROVEEDOR: \_\_\_\_\_

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
TOTAL												
X												
R												

INSPECCIONO: \_\_\_\_\_

Figura 4.4

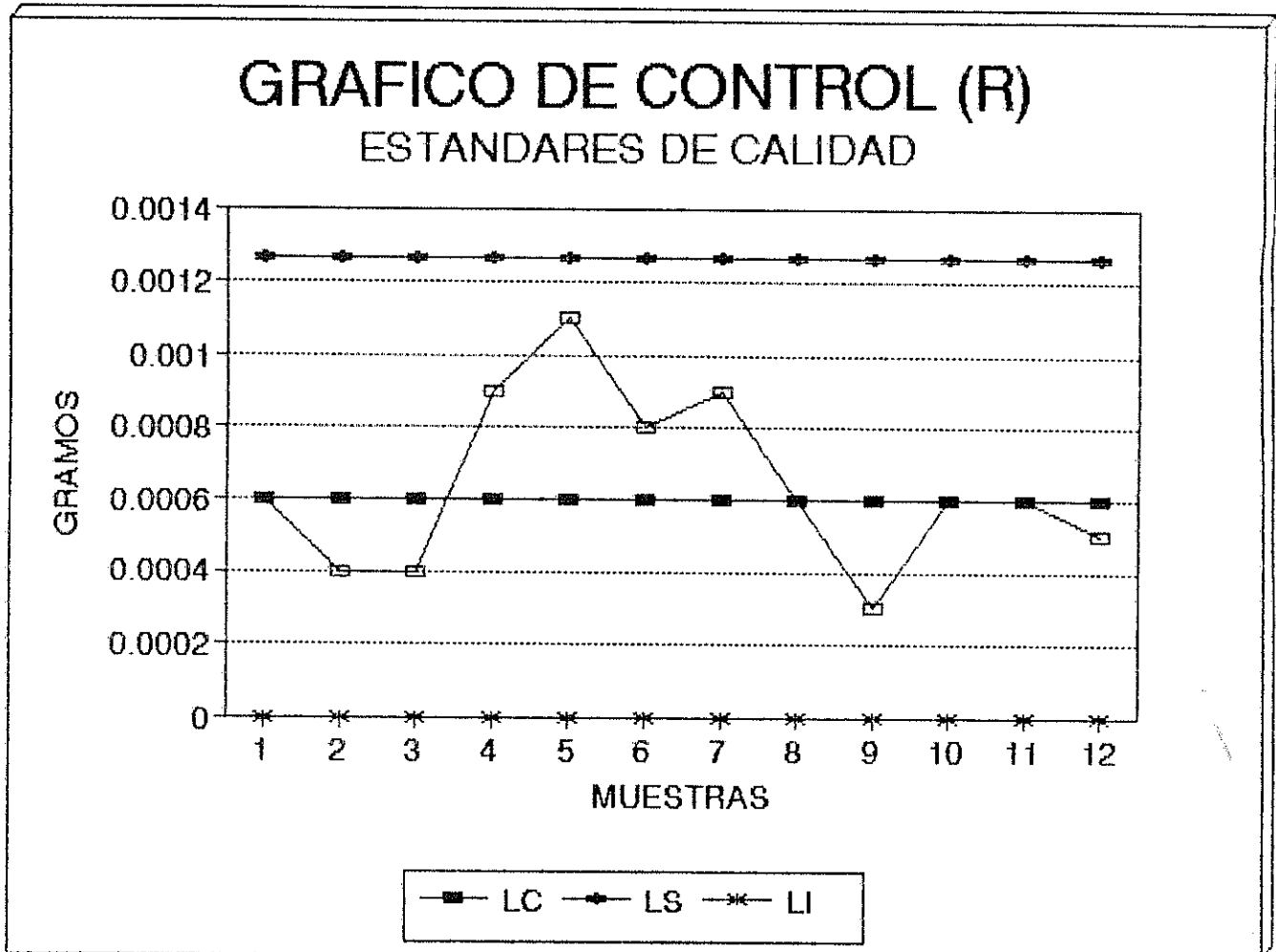


FIGURA No. 4.5

CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION DE HILO

FECHA: 12/5/83

CALIBRE 8/1

PROVEEDOR: IMPERIAL

MUESTR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	1	6.7441	6.7438	6.7435	6.7435	6.7445	6.7432	6.7437	6.7434	6.7435	6.7440	6.7438	6.7435
	2	6.7438	6.7438	6.7438	6.7438	6.7440	6.7438	6.7442	6.7438	6.7433	6.7438	6.7440	6.7442
	3	6.7440	6.7441	6.7457	6.7438	6.7437	6.7439	6.7435	6.7441	6.7438	6.7435	6.7435	6.7434
	4	6.7437	6.7438	6.7434	6.7443	6.7434	6.7435	6.7434	6.7435	6.7435	6.7437	6.7433	6.7438
	5	6.7435	6.7445	6.7438	6.7434	6.7437	6.7434	6.7439	6.7438	6.7440	6.7438	6.7435	6.7435
X	6.7438	6.7439	6.7438	6.7437	6.7439	6.7438	6.7437	6.7437	6.7438	6.7437	6.7438	6.7437	
R	0.0006	0.0008	0.0004	0.0009	0.0011	0.0007	0.0008	0.0007	0.0007	0.0005	0.0007	0.0008	

INSPECCIONO: BLANCA RUIZ

LIMITES DE CONTROL (X)

LI= 6.7434

LC= 6.7437

LS= 6.7440

LIMITES DE CONTROL (R)

LI= 0.0000

LC= 0.0008

LS= 0.0013

Figura 4.6

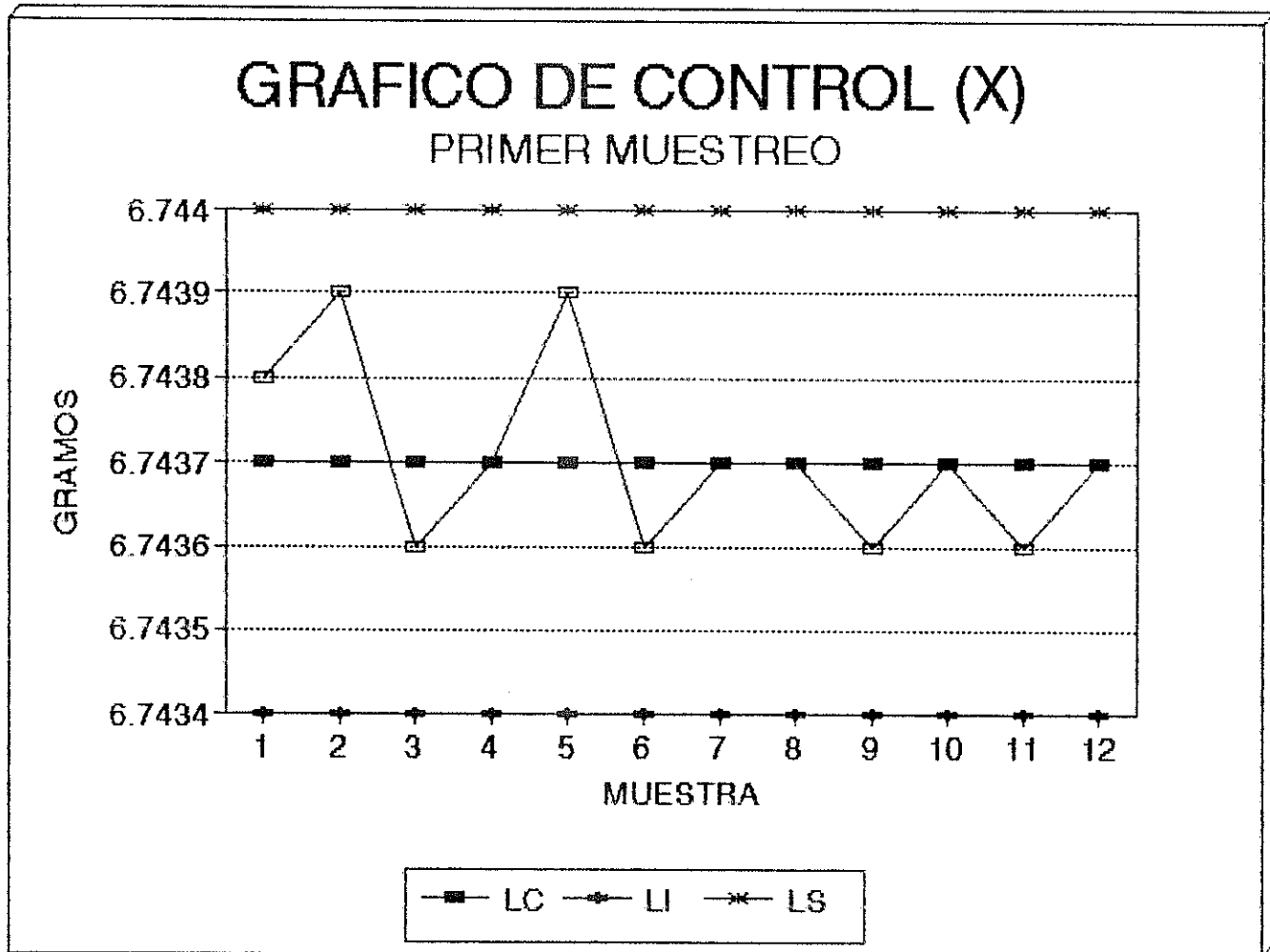




Figura 4.7

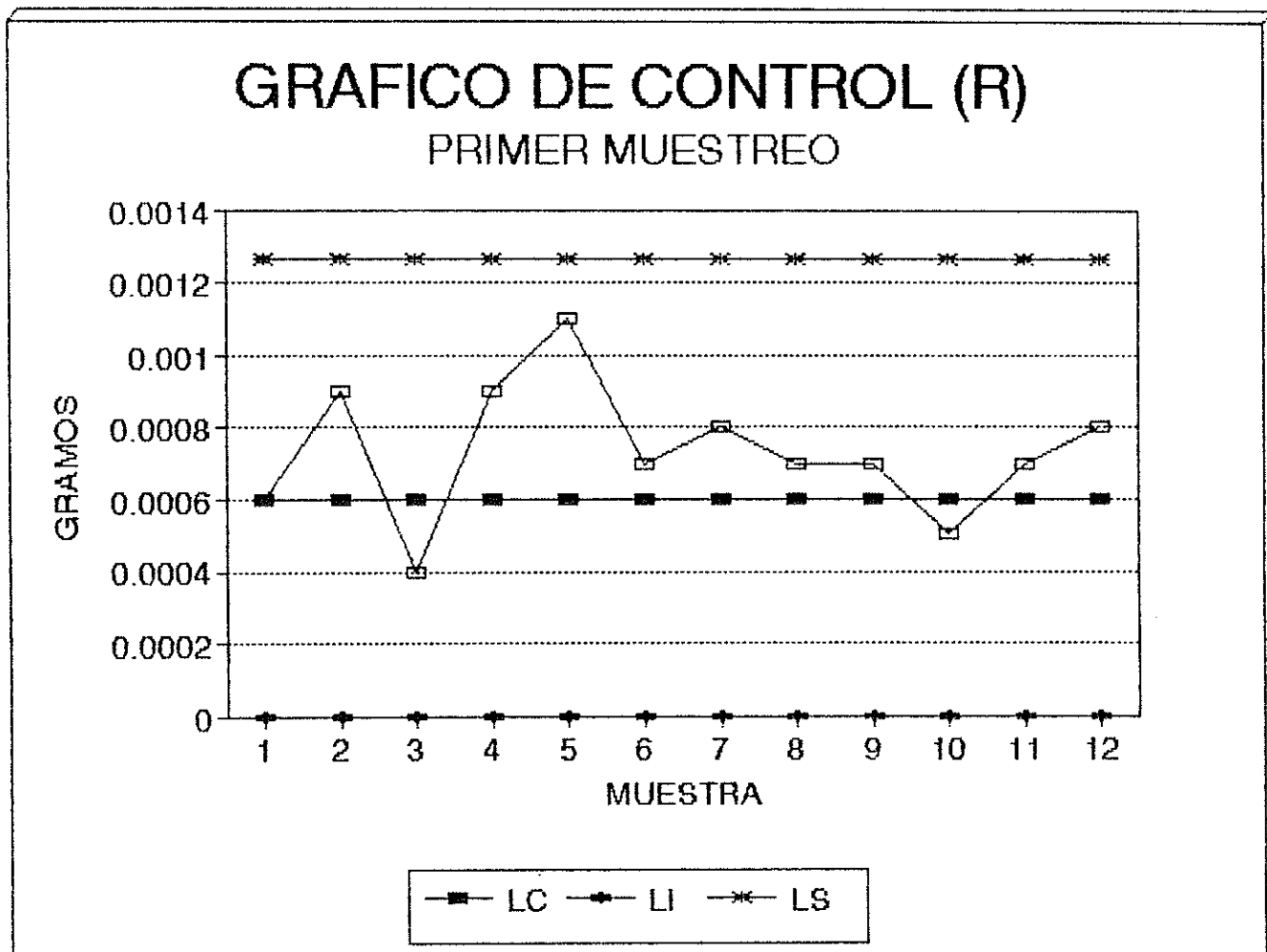


FIGURA No 4.8

CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION DE HILO

FECHA: 12/5/83 CALIBRE 16/1

PROVEEDOR: HIPERTEX

MUESTR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	1	3.3721	3.3718	3.3719	3.3718	3.3723	3.3718	3.3719	3.3717	3.3718	3.3720	3.3719	3.3718
	2	3.3720	3.3720	3.3719	3.3718	3.3720	3.3719	3.3721	3.3720	3.3717	3.3719	3.3720	3.3721
	3	3.3720	3.3721	3.3719	3.3719	3.3719	3.3720	3.3718	3.3721	3.3719	3.3718	3.3718	3.3717
	4	3.3718	3.3718	3.3717	3.3722	3.3717	3.3718	3.3717	3.3718	3.3716	3.3719	3.3717	3.3719
	5	3.3718	3.3723	3.3719	3.3717	3.3719	3.3717	3.3720	3.3719	3.3720	3.3718	3.3718	3.3718
X		3.3719	3.3720	3.3718	3.3719	3.3719	3.3718	3.3719	3.3719	3.3718	3.3719	3.3718	3.3718
R		0.0005	0.0005	0.0002	0.0005	0.0006	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0002	0.0003	0.0004

INSPECCIONO: BLANCA RUIZ

LIMITES DE CONTROL

PARA MEDIAS (X)

LI =  $3.3719 - 0.58 \cdot 0.0004$       3.3717

LC = 3.3719      3.3719

LS =  $3.3719 + 0.58 \cdot 0.0004$       3.3721

PARA RANGOS (R)

LI =  $0.0004 \cdot 0$       0.0000

LC = 0.0004      0.0004

LS =  $0.0004 \cdot 2.11$       0.0008

LIMITES DE PROCESO

LI = 3.3714

LC = 3.3719

LS = 3.3724

Figura 4.9

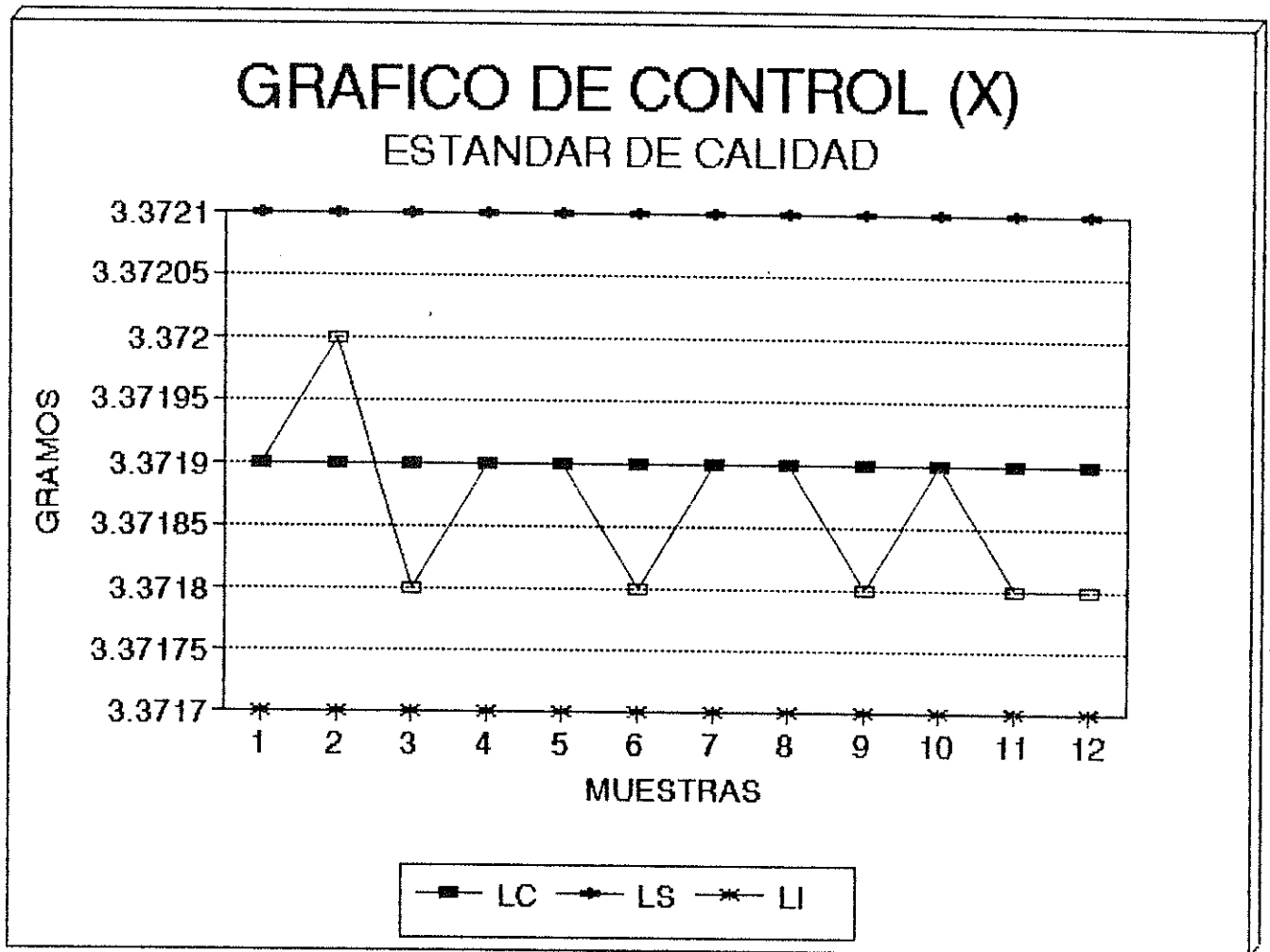


Figura 4.10

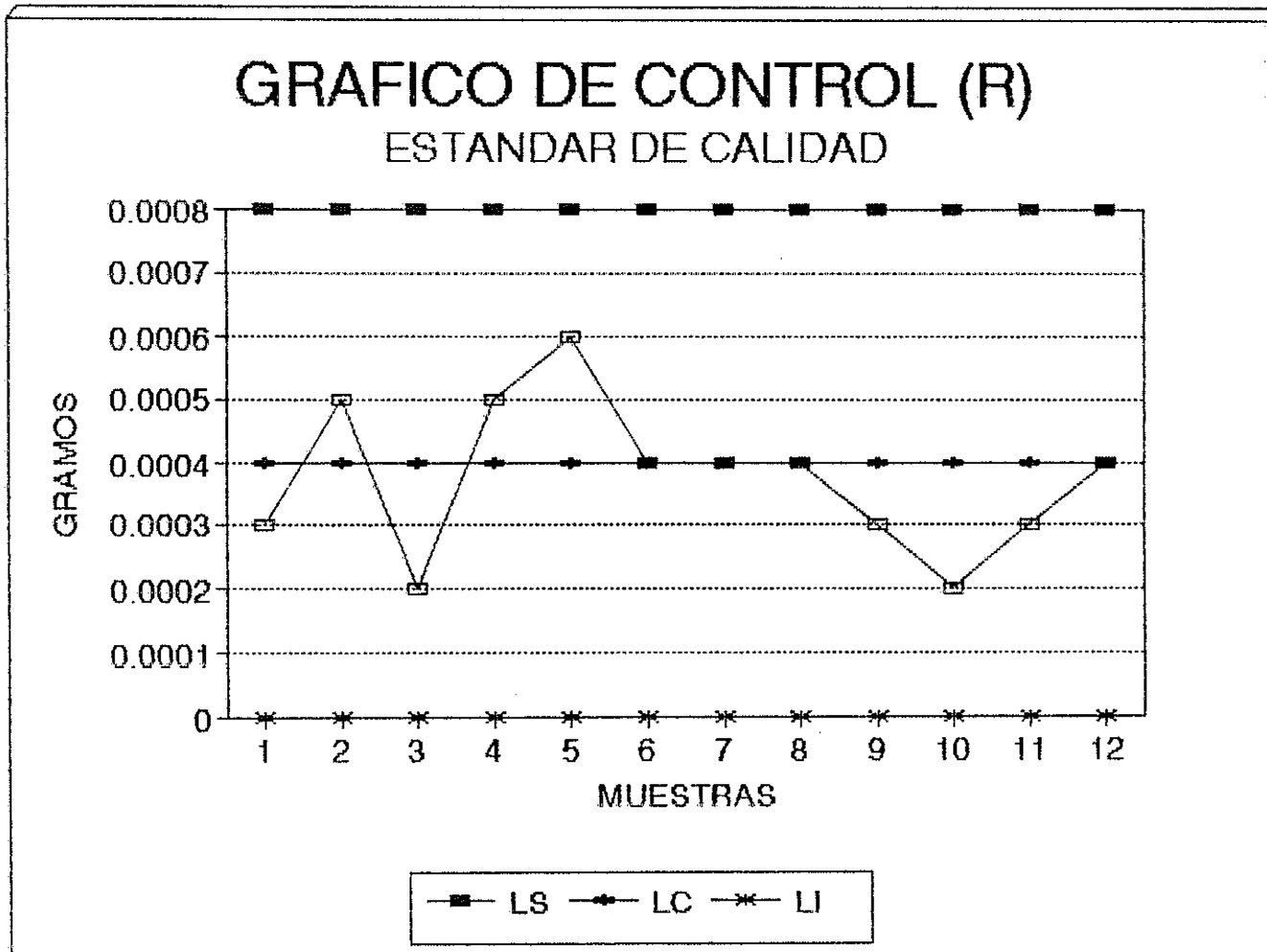


FIGURA No. 4.11

CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION DE HILO

FECHA: 12/5/93

CALIBRE 18/1

PROVEEDOR: HIPERTEX

MUESTR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
n	1	3.3721	3.3720	3.3720	3.3719	3.3718	3.3718	3.3720	3.3720	3.3718	3.3717	3.3722	3.3721
	2	3.3718	3.3720	3.3721	3.3718	3.3723	3.3719	3.3721	3.3718	3.3717	3.3720	3.3717	3.3721
	3	3.3718	3.3719	3.3719	3.3717	3.3719	3.3717	3.3720	3.3721	3.3718	3.3719	3.3718	3.3719
	4	3.3718	3.3718	3.3718	3.3722	3.3717	3.3718	3.3721	3.3719	3.3718	3.3720	3.3717	3.3720
	5	3.3723	3.3720	3.3720	3.3717	3.3719	3.3720	3.3719	3.3718	3.3719	3.3718	3.3718	3.3718
X	3.3719	3.3719	3.3720	3.3718	3.3719	3.3718	3.3720	3.3719	3.3718	3.3719	3.3719	3.3720	
R	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	0.0004	0.0002	0.0003	0.0002	0.0003	0.0005	0.0003	

INSPECCIONO: BLANCA RUIZ

PARA MEDIAS (X)

LI = 3.3717  
LC = 3.3719  
LS = 3.3721

PARA RANGOS (R)

LI = 0.0000  
LC = 0.0004  
LS = 0.0008

Figura 4.12

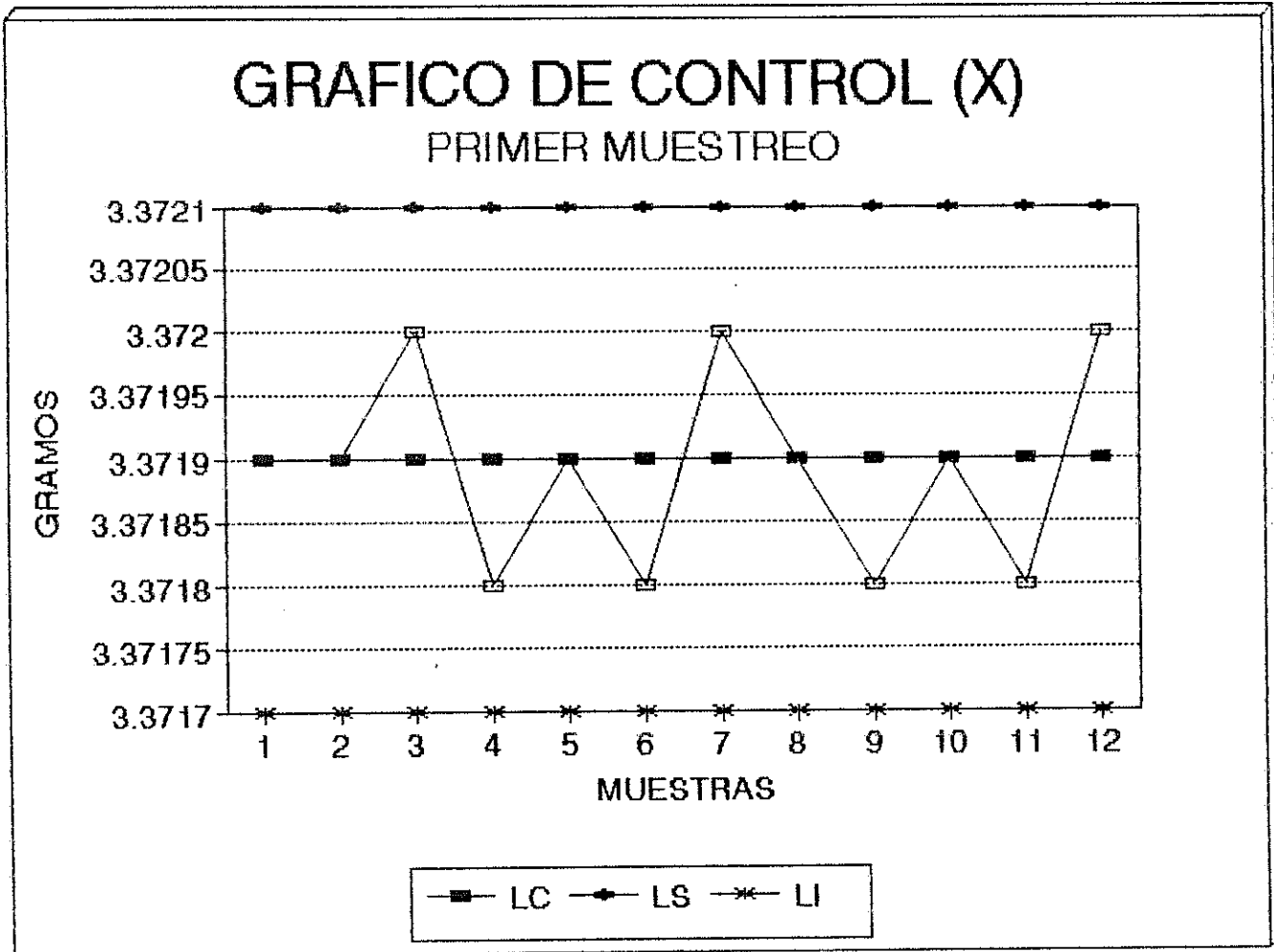
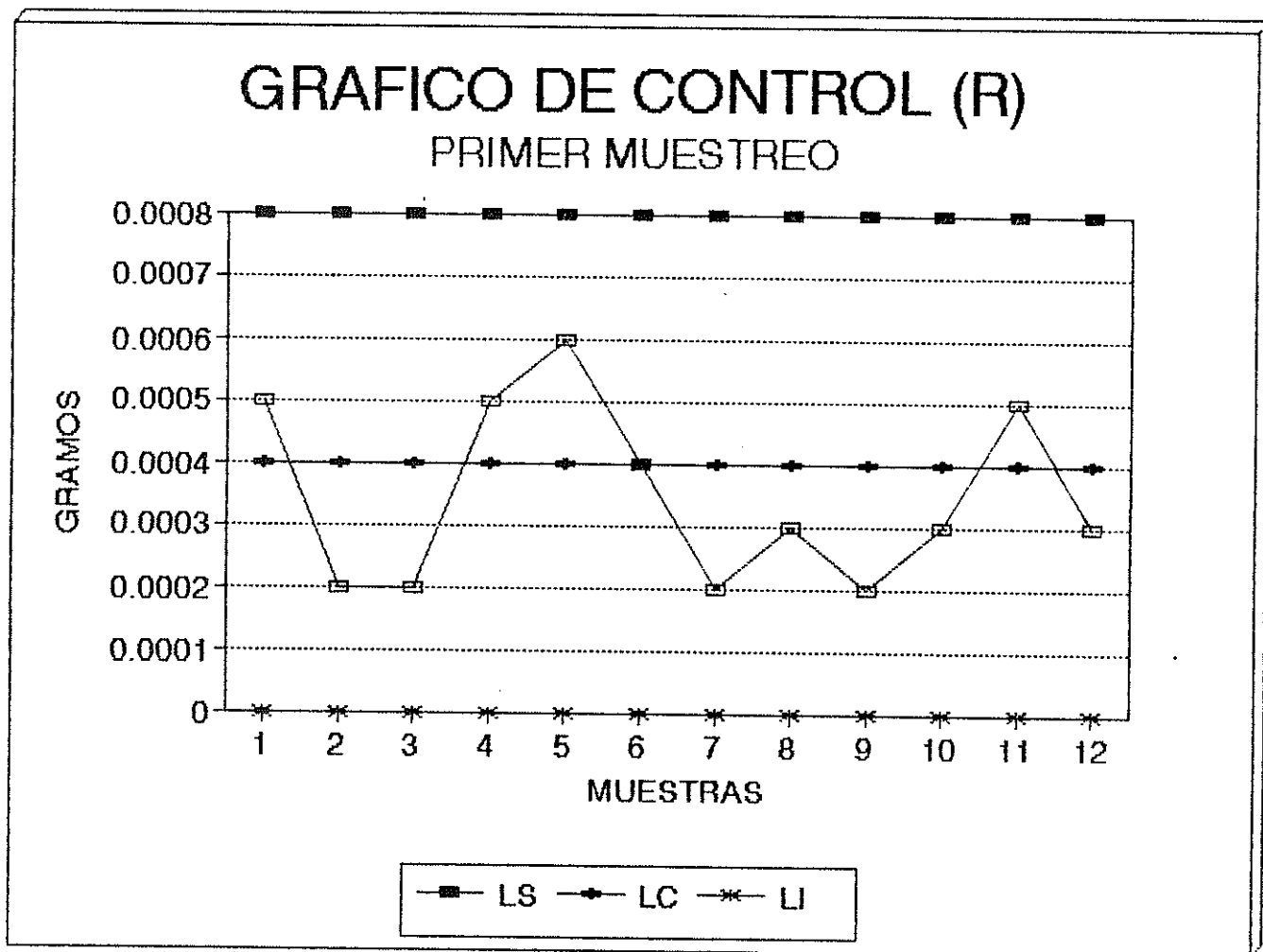


Figura 4.13



### 2.1.2 APARIENCIA DEL HILO.

Este control se lleva a cabo con ayuda de un tablero devanador de hilo; estos son tableros planos con superficie negra y mate y un grupo de normas para apariencia de hilo de algodón ASTM.

Estas normas son fotografías de títulos de hilo con las apariencias divididas en grados A, B, C, D. Es posible evaluar grados y apariencia en términos intermedios tales como B<sup>+</sup>, C<sup>-</sup>.

El análisis de la apariencia es importante, porque un hilo con muchos defectos produce problemas en el proceso de producción, además, el valor comercial del producto varía conforme la apariencia.

Es importante evaluar conjuntamente con la apariencia la tonalidad del hilo recibido, ya que si se mezclan varias tonalidades de hilo en un mismo tejido, se producen franjas claras y/o oscuras que deterioran el producto.

Para el hilo 8/1 usado en la fabricación de mezclilla, se considera como bueno trabajar con hilo clasificado A y B; con otra clasificación, será considerado como defectuosos; para el hilo 16/1 usado en la fabricación de mosquitero, no importa la apariencia del hilo.



### 2.1.3.- TORSION.

Es importante el control de la torsión del hilo, ya que ésta tiene gran injerencia en las características físicas, comportamiento y apariencia del producto final.

El método destorcer/torcer es una manera fácil y rápida de determinar la torsión en hilo sencillo. Se requiere una longitud determinada de hilo, generalmente 10 pulgadas; esta muestra debe destorcerse bajo una cantidad ligera de tensión y torcer nuevamente hasta que la longitud contractada iguale la longitud original. La torsión por pulgada es igual al número total de vueltas registradas por el contador de torsión y dividido por dos veces el largo de la muestra de hilo.

Según las características de cada producto, se especifica el número de torsiones que debe tener; en la prueba de torsión, un cono de hilo se considera defectuoso cuando no cumple con el número de torsiones especificado. Para el caso de la mezclilla (hilo 8/1), se recomiendan 10 torciones por pulgada; para el caso de el mosquitero (hilo 16/1), se recomiendan 6 torciones por pulgada.

### 2.2 URDIDO.

La velocidad a la que se trabaje el urdido influye

directamente en el número de revientes por hora y en el número de puntas que se van en el plegador sin anudar; es por esta razón, que el operador de la urdidora debe estar atento en la operación y cada vez que se produzca reventazón parar la máquina y procederá anudarlos hilos reventados. Si por descuido del operador o por la alta velocidad de urdido no se detectan los revientes, esto acarreará problemas en el salón de tejeduría, ya que al haber un hilo de urdimbre reventado se acciona el mecanismo del telar llamado Paraurdimbre, el cual detiene la máquina hasta que el hilo sea anudado; si el paraurdimbre falla y hay hilos reventados, se produce en el tejido la falla o defecto denominado urdimbre abierta.

Como un factor importante en la operación de urdido, es el registro e identificación de los enjulos, ya que en el resto del proceso de producción pueden darse problemas relacionados con el hilo y es conveniente llevar un control de datos tales como: proveedor, lote, producto que se va a trabajar, yardas urdidas, operador de turno, fecha de urdido entre otras, para lo cual es conveniente el uso de boletas para identificar cada enjulo y una hoja con la información para archivo del departamento de Control de Calidad.

En la empresa en la que se hizo el estudio, se trabaja con dos tipos de hilo que se diferencian

claramente por ser uno de color y otro hilo crudo. En las empresas en las que se manejan varios productos (telas) con hilos en calibres y tonalidades parecidos, es recomendable hacer una inspección cuando se han colocado todos los conos de hilo en la urdidora para verificar que sea el hilo que corresponde y que todos los conos sean del mismo calibre y/o tonalidad. Para realizar este control, se recomienda hacer un muestreo simple cuando los conos ya están colocados en la urdidora.

#### 2.2.1 PLAN DE MUESTREO SIMPLE.

El procedimiento para efectuar un plan de muestreo simple es el siguiente:

- a- Se designa la fracción de defectuosos " $p$ " (que es el máximo porcentaje de defectuosos aceptados en cada lote).
- b- Plantear diferentes tamaños de muestra " $n$ " que sean prácticos de manejar.
- c- Designar el criterio de aceptación " $c$ " que se tomará con cada tamaño de muestra.
- d- Calcular el riesgo de rechazo que tiene cada plan:
  - Calcular  $n \cdot p$ .
  - Encontrar la probabilidad de aceptación ( $\alpha$ ): en la tabla de Poisson (Tabla No. 3 de apéndice) en la primera fila se encuentra los valores de  $c$  y en la

primera columna los valores de  $n \cdot p$ .  
 Buscar la intersección de dichos valores  
 y el valor encontrado es de la  
 probabilidad de aceptación.

- El riesgo de rechazo:  $\alpha = 1 - P(a)$ .

e- Seleccionar el plan de muestreo con el menor  
 riesgo de rechazo.

A continuación, se presenta un ejemplo de  
 cómo aplicar el muestreo simple en la operación de  
 urdido:

- La empresa en que se hizo el estudio tiene  
 como política trabajar con una fracción  
 defectuosa de 2%.

PLAN 1	PLAN 2	PLAN 3
$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$
$c = 2$	$c = 3$	$c = 4$
$np = 0.2$	$np = 0.3$	$np = 0.4$
$p(A) = 0.999$	$p(a) = 1$	$p(a) = 1$
$\alpha = 0.001$	$\alpha = 0$	$\alpha = 0$

Cálculos:

Se recomienda el plan No.2, aunque ofrece el  
 mismo riesgo de rechazo el plan No.3, porque su  
 tamaño de muestra es menor, lo que representa  
 menor tiempo invertido en el muestreo.

Se deben tomar 15 conos de los ya colocados  
 en la urdidora y si más de 3 son diferentes en su  
 apariencia, proceder a revisar todos los conos.

## 2.3 ENCOLADO

El encolado es una operación importante ya, que de ella dependerá en gran parte la resistencia y rendimiento en los telares del hilo de urdimbre.

Llevar un estricto control en esta operación es importante; este control se realiza simplemente verificando las condiciones de operación: preparación de la cola, y su cocción, y condiciones de la batea. A continuación, se describen los factores a verificar en cada condición de trabajo.

### 2.3.1 PREPARACION DE LA COLA.

El encargado de preparar la cola debe asegurarse de que el área de trabajo este limpia para evitar contaminación de la mezcla que puedan repercutir en manchas en el hilo.

Es importante verificar que se apliquen las cantidades indicadas de agua y los materiales encolantes usados. Las cantidades dependerán del tipo de encolante y la casa comercial que los distribuya; para el caso en estudio, se utiliza 5 kilos de encolante, 25 de almidón de maíz y 40 galones de agua para encolar 2500 yardas de manta mosquitero; para la mezclilla se utiliza 8 kilos de encolante, 35 de almidón de maíz y 40 galones de agua para encolar 1200 yardas. Es importante tomar en cuenta que la diferencia en la condensación del vapor, aumenta o disminuye la

necesidad de agua. No es recomendable especialmente con fórmulas de almidón agregar agua fría después que la cola ha terminado su cocción, ya que el agua fría produce grumos y una pérdida de las propiedades formadoras de película de la cola.

### 2.3.2 COCCION DE LA COLA.

Los requisitos para la cocción de distintos materiales encolantes varían considerablemente, por ejemplo, el almidón de ebullición delgada debe ser cocido hasta un promedio de 45 a 60 minutos. Durante la cocción, el almidón debe estar en actividad con muchas corrientes de burbujas subiendo a la superficie, ya que muchos problemas del descamado de la cola pueden deberse a la cocción deficiente.

Es muy importante que el tiempo de cocción se mantenga estándar en la medida de lo posible, para que cualquier diferencia en la viscosidad no se deba a una diferencia en el tiempo de cocción. La viscosidad puede ser controlada con un cronómetro y una copa Zahn, la cual mide la viscosidad en función del tiempo requerido por el fluido para pasar por el orificio del fondo.

### 2.3.3 CONTROLES EN LA BATEA.

En la batea, es importante controlar los factores de nivel de cola y temperatura, ya que es

en este punto donde el hilo se impregna de la goma.

a.- NIVEL DE COLA.

Para que el hilo reciba la impregnación necesaria de cola, es necesario mantener el nivel de cola adecuado en la batea, de esa manera el hilo no permanece demasiado tiempo sumergido sufriendo mucha impregnación cuando el nivel es alto, o en caso contrario poca impregnación con un nivel bajo.

b.- TEMPERATURA.

La cola en la batea debe mantenerse en ebullición y la temperatura ideal es de 80° a 85°C., por lo que con ayuda de un termómetro, debe mantenerse un estricto control sobre esta temperatura para evitar que descienda y pueda llegar al punto de gelificación.

2.3.4 CAMARA DE SECADO.

En la cámara de secado, hay un constante flujo de aire caliente que seca el hilo después de haber impregnado de cola. Es importante controlar que la temperatura y la velocidad sean constantes a lo largo de todo el proceso, ya que si la temperatura es alta o la velocidad muy baja se da el problema de resecamiento del hilo alterando sus características físicas.

La cantidad de tiempo durante el cual se pueden

almacenar una cola sin que se deteriore, dependerá de los materiales empleados. Las colas a base de almidón se deteriora definitivamente en cuanto a su poder para formar películas después de estar varias horas en reposo, por lo que es conveniente tirar la cola de la batea cuando termina un encolado.

#### 2.4 TEJIDO.

En la operación de tejido, el principal responsable de inspeccionar la calidad del producto es el tejedor, con la colaboración del mecánico de línea y el supervisor de calidad. Aquí debe haber una estrecha comunicación entre los departamentos de producción, calidad y mantenimiento para detectar las fallas, buscar las causas y poder corregir los defectos.

Es conveniente identificar la tela producida por cada operario en los cambios de turno marcando con hilos de color el borde de la tela y poder hacer un análisis de la calidad de trabajo de cada uno de los operarios, en una planilla como la figura 4.15 que registra los datos de la revisión de tela.

#### 2.5 MEDIDO Y REVISADO DE TELA.

En esta operación, se hace pasar la tela sobre una pantalla iluminada que permite observar mejor si existen o no fallas en el tejido; el supervisor de calidad deberá anotar, en un formato diseñado (Fig. No 4.15) adecuadamente, todas las fallas que aparezcan en cada rollo de tela que se mida.



Este punto es la principal fuente de recolección de datos para la aplicación del Control Estadístico. En este punto, el principal control que se lleva es el de los defectos; por ello se hará una aplicación del gráfico de control de defectos ponderados. La razón de ponderar los defectos es que unos son más críticos que otros, incluso en cada producto es diferente la ponderación de cada defecto. A continuación, se presenta una tabla con las ponderaciones correspondientes a cada defecto y a cada producto. Se utilizará una ponderación en escala de 1 a 10; tomando el patrón de que cuanto más crítico sea el defecto, mayor será su ponderación.

#### 2.5.1 DESCRIPCIÓN DE DEFECTOS Y PONDERACIONES

**TRAMA ABIERTA:** este defecto se da cuando hace falta uno o más hilos en la trama. Es un defecto grave, ya que en la mezclilla produce una banda horizontal con diferente tonalidad de color; en el mosquitero al hacer falta hilos, se reduce la resistencia del tejido. Estas son las razones por las que este defecto se pondera con 8 puntos en cada producto.

**TRAMA DENSA:** este defecto se da cuando hay uno o más hilos excedentes en la trama. En la mezclilla, es un defecto grave ya que produce una banda con diferente tonalidad de color, por lo que se pondera con 8 puntos; en el mosquitero, no se

tiene ningún efecto en la resistencia y la apariencia no es un factor importante en este producto se pondera con 2 puntos.

**HILO MAL PASADO:** este defecto se produce cuando un hilo es pasado por una malla o ranura de peine, que es la que no corresponde; en la mezclilla, se produce una pequeña banda vertical con diferente tonalidad de color, por lo que se pondera con 5 puntos; en el caso de el mosquitero, no tiene ningún efecto por lo que se pondera con 2 puntos.

**AGUJEROS:** los agujeros reflejan descuidos, dan mala apariencia y reducen la resistencia del producto por lo que se pondera con 10 puntos.

**MANCHAS:** por el uso que tiene cada producto; en el caso de la mezclilla por ser usadas en prendas de vestir deteriora su calidad, refleja mala imagen de la empresa, por lo que se le da una ponderación de 10 puntos; el mosquitero por ser usado en áreas que no están a la vista, las manchas no están a la vista, por lo el problema es menor y se le asigna una ponderación de 6 puntos.

**URDIMBRE ABIERTA:** este defecto se da cuando hace falta uno o más hilos de urdimbre. En la mezclilla, produce una barra vertical con cambio de tonalidad en el color; en el mosquitero produce una disminución en la resistencia del producto, por lo que se le asigna una ponderación

de 8 puntos en cada uno de los productos.

HILO FLOJO: este defecto se da cuando la tensión en uno o mas hilos -ya sea de trama o urdimbre- no tienen la tensión debida. En la mezclilla, se producen alteraciones en la textura del producto, por lo que se le asigna una ponderación de 7 puntos; en el caso del mosquitero, se da una disminución en la resistencia del producto, por lo cual se le da una ponderación de 5 puntos.

ORILLA MALA: se da cuando no ha sido debidamente pasados los hilos de orilla. En el caso de la mezclilla, se da un problema de mala apariencia, por lo se le asigna una ponderación de 7 puntos; en el caso del mosquitero, deteriora sus condiciones de trabajo (la orilla es usada para fijar el producto en los extremos de los muebles), por lo que se le asigna una ponderación de 5 puntos.

TEMPLAZOS: este defecto se da cuando los templazos del telar no giran adecuadamente, y produce una distribución no uniforme de los hilos de urdimbre en las orillas del producto. En el caso de la mezclilla, su efecto es en la apariencia del producto, por lo que se le asigna una ponderación de 8 puntos; en el mosquitero, deteriora sus condiciones de trabajo, aunque no es tan grave como la orilla mala, por lo que se

pondera con 4 puntos.

NUDOS: este defecto se da por irregularidades en el hilo. En el caso de la mezclilla, produce problemas de apariencia, por lo que se pondera con 7 puntos; en el mosquitero, no tiene ningún efecto, por lo que se pondera con 2 puntos.

(FIGURA 4.14)

#### PROCEDIMIENTO DE REVISION DE TELA.

El procedimiento que se debe seguir en la revisión de cada rollo de tela proveniente del salón de tejeduría es el siguiente:

- Cada vez que se corte un rollo de tela en un telar, éste se llevará a la revisadora.
- El supervisor de calidad deberá medir y revisar cada rollo anotando en la planilla (Fig No.4.15) los defectos encontrados.
- El supervisor deberá realizar los cálculos que requiere la planilla.
- En caso de que el rollo tenga una puntuación arriba del límite de especificación (el límite de especificación de la mezclilla es de 146 puntos, el de el mosquitero es de 105 puntos) se reportará inmediatamente a quien corresponda, que en función del reporte analizará la situación para determinar las causas de los defectos, y de inmediato corregirlos. El rollo de tela será clasificado como de segunda, identificado y registrado para

ser ingresado a bodega. Toda la información obtenida debe ser analizada para mantener un constante proceso de retroalimentación y reducir al máximo el número de defectos en el producto.

- Si el rollo de tela es clasificado como de primera, se identifica y se registra para ser ingresado a bodega.

FIGURA 4.14

CLASIFICACION DE DEFECTOS Y PONDERACIONES

FALLAS	PONDERACION	
	MEZCLILLA	MOSQUITERO
TRAMA ABIERTA	8	8
TRAMA DENSA	8	2
HILO MAL PASADO	5	2
AGUJEROS	10	10
MANCHAS	10	6
URDIMBRE ABIERTA	8	8
HILO FLOJO	7	5
ORILLA MALA	7	5
TEMPLAZOS	8	4
NUDOS	7	2

CALCULO DE LIMITES DE CONTROL.

- Se toman 8 muestra (rollos) de tela, de los cuales se registran los defectos de cada una.
- En cada una se calcula la puntuación total.
- Se calculan los límites de control con las siguientes fórmulas:

$$D = \Sigma \text{PUNTEOS} / \# \text{ DE MUESTRAS.}$$

$$C_i = \Sigma (d_i) / \# \text{ DE MUESTRAS.}$$

d = # de defectos    W = Ponderación por defecto.

$$\sigma_D = \sqrt{(\Sigma W_i^2 * C_i)}$$

$$\text{Límites de Control} = D \pm 3\sigma_D$$

En la Figura No.4.15, se muestra una planilla que con los valores registrados por el supervisor de calidad al revisar una muestra.

En la Figura No. 4.16 Y 4.18, se muestra un resumen de las 8 muestras tomadas y los cálculos de los límites de del gráfico de control, para cada producto.

En la Figura No. 4.17 Y 4.19, se muestran las gráficas de control en la que se ilustran los límites de control y el comportamiento de las 8 primeras muestras obtenidas en cada producto. Se observa en ambas que se encuentran bajo control estadístico.

Cada vez que se corte un rollo de tela y el supervisor de calidad debe evaluar los defectos y deméritos que posee. En beneficio de ofrecerle siempre un mejor producto a nuestros clientes, se deben analizar cuáles son los defectos más comunes y, en función de ello, corregirlos; después de cierto tiempo volver a calcular los límites de control, siendo cada vez más estrictos con la calidad del producto.

**CONTROL DE CALIDAD  
MEDIDO Y REVISADO**

MAQUINA: # 21

TEJEDOR: ALBERTO ISPACHE

FECHA: 17/05/93

PRODUCTO: MOSQUITERO

No. DE ROLLO: 360

FALLA	MARCAS	# DE DEFC.	PONDE- RACION	TOTAL
TRAMA ABIERTA	!!!	3	8	24.0
TRAMA DENSA	!!!!	4	2	8.00
HILO MAL PASADO	!!	2	2	4.00
AGUJEROS	!!	2	10	20.0
MANCHAS	!	1	6	6.00
URDIMBRE ABIERTA		0	8	0.00
HILO FLOJO		0	5	0.00
DRILLA MALA	!	1	5	5.00
TEMPLAZO	!	1	4	4.00
NUDOS		0	2	0.00
OTROS				
TOTAL		14.00		71.0

YARDAS MEDIDAS: 97.8

FALLAS/YD: \_\_\_\_\_

REVISADO POR: BLANCA RUIZ

AUTORIZADO: \_\_\_\_\_

FIGURA No. 4.18

ESTANDARES DE CALIDAD  
MEZCLILLA

TRAMA ABIERTA	1			2			3			4			5			6			7			8			SUMA
	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	
TRAMA ABIERTA	3	8	24	1	8	8	1	8	8	2	8	18	2	8	18	3	8	24	3	8	24	1	8	8	16
TRAMA DENSA	2	8	18	2	8	18	1	8	8	0	8	0	0	8	0	1	8	8	1	8	8	1	8	8	8
HILO MAL PASADO	4	5	20	3	5	15	2	5	10	3	5	15	1	5	5	0	5	0	0	5	0	0	5	0	13
AGUJEROS	0	10	0	0	10	0	1	10	10	0	10	0	1	10	10	0	10	0	0	10	0	0	10	0	2
MANCHAS	1	10	10	2	10	20	0	10	0	2	10	20	0	10	0	1	10	10	1	10	10	1	10	10	8
URDIMBRE ABIERTA	1	8	8	2	8	18	2	8	18	0	8	0	1	8	8	2	8	18	3	8	24	0	8	0	11
HILO FLOJO	2	7	14	3	7	21	1	7	7	2	7	14	2	7	14	1	7	7	2	7	14	3	7	21	18
ORILLA MALA	0	7	0	0	7	0	0	7	0	1	7	7	0	7	0	0	7	0	0	7	0	1	7	7	2
TEMPLAZO	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	1	8	8	1
NUDOS	0	7	0	0	7	0	1	7	7	0	7	0	0	7	0	0	7	0	1	7	7	0	7	0	2
	92			95			55			72			53			65			87			62			

$D = 593/8 = 74.13$

$C1 = 16/8 = 2.0$        $C2 = 8/8 = 1.0$        $C3 = 13/8 = 1.63$   
 $C4 = 2/8 = 0.25$        $C5 = 8/8 = 1.0$        $C6 = 11/8 = 1.38$   
 $C7 = 16/8 = 2.0$        $C8 = 2/8 = 0.25$        $C9 = 1/8 = 0.13$   
 $C10 = 2/8 = 0.25$

DESVIACION =  $(8^2 \cdot 2 + 8^2 \cdot 1 + 5^2 \cdot 1.63 + 10^2 \cdot 0.25 + 10^2 \cdot 1 + 8^2 \cdot 1.38 + 7^2 \cdot 2 + 7^2 \cdot 0.25 + 8^2 \cdot 0.13 + 7^2 \cdot 0.25)^{(1/2)}$

DESVIACION = 24.02

LI =  $74.13 - 3 \cdot 24.02 = 2.07$

LC = 74.13

LS =  $74.13 + 3 \cdot 24.02 = 146.19$

D = NUMERO DE DEFECTOS REGISTRADOS

W = PONDERACION DEL DEFECTO

T = DEMERITOS POR EL NUMERO DE DEFECTOS



Figura 4.17

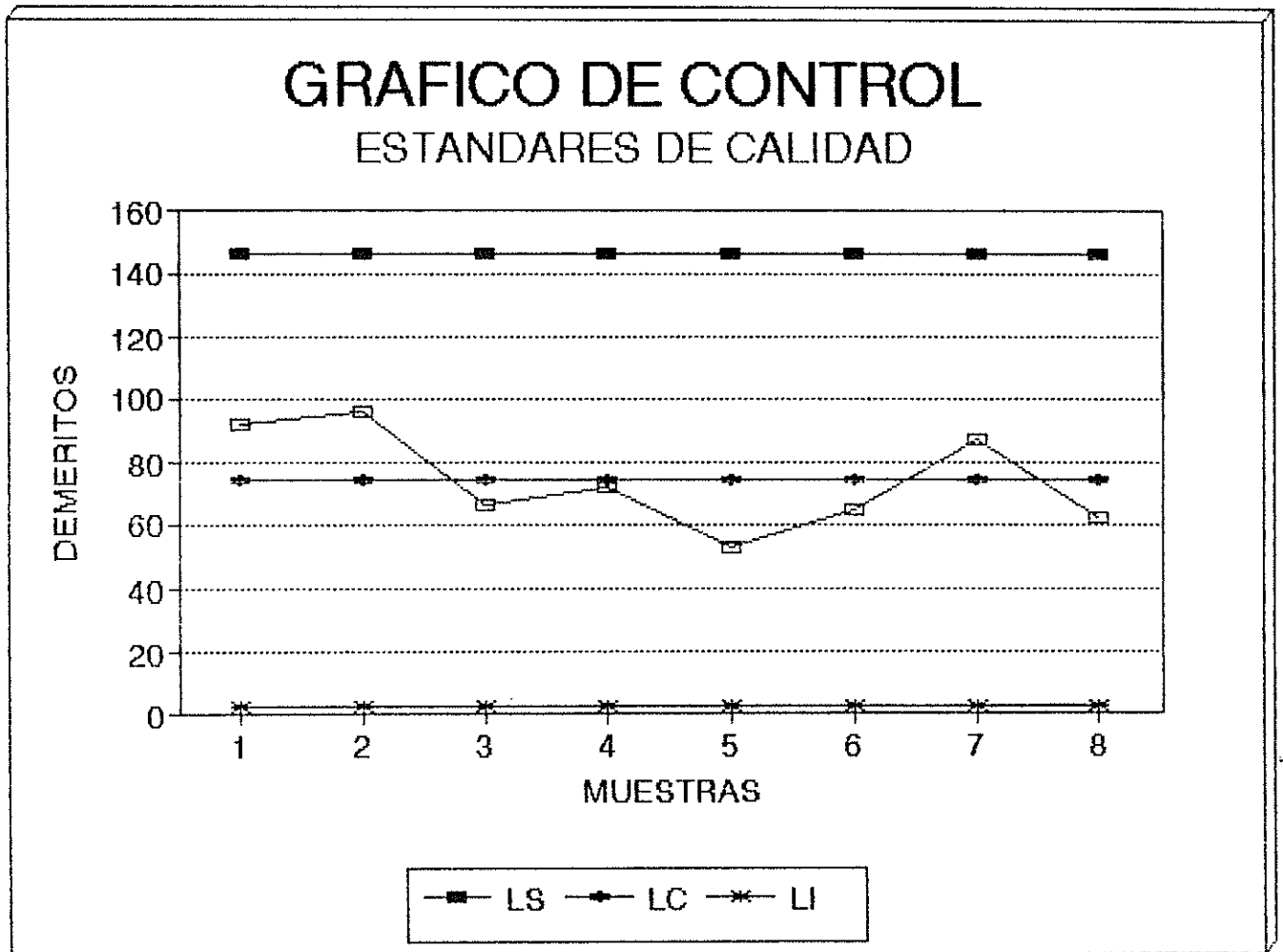


FIGURA No. 4.18

**ESTANDARES DE CALIDAD  
MOSQUITERO**

TRAMA ABIERTA	1			2			3			4			5			6			7			8			SUMA			
	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T	D	W	T				
TRAMA ABIERTA	3	8	24	2	8	18	1	8	8	1	8	8	2	8	18	1	8	8	2	8	18	2	8	18	2	8	18	14
TRAMA DENSA	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	2	0	2	2	4	2	2	4	2	2	4	0	2	0	8
HILO MAL PASADO	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	2	4	1	2	2	3	2	6	4	2	8	3	2	6	3	2	6	13
AGUJEROS	0	10	0	0	10	0	0	10	0	1	10	10	1	10	10	0	10	0	0	10	0	0	10	0	0	10	0	2
MANCHAS	1	8	8	1	8	8	1	8	8	0	8	0	0	8	0	2	8	12	1	8	8	2	8	12	2	8	12	8
URDIMBRE ABIERTA	2	8	18	3	8	24	0	8	0	2	8	18	1	8	8	2	8	18	1	8	8	0	8	0	0	8	0	11
HILO FLOJO	1	5	5	2	5	10	3	5	15	1	5	5	2	5	10	3	5	15	2	5	10	2	5	10	2	5	10	18
ORILLA MALA	0	5	0	0	5	0	1	5	5	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	1	5	5	2
TEMPLAZO	0	4	0	0	4	0	1	4	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	1
NUDOS	0	2	0	1	2	2	0	2	0	1	2	2	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2
	53			60			40			47			48			61			52			49						

$$D = 408/8 = 51.0$$

$$\text{DESVIACION} = 18.19$$

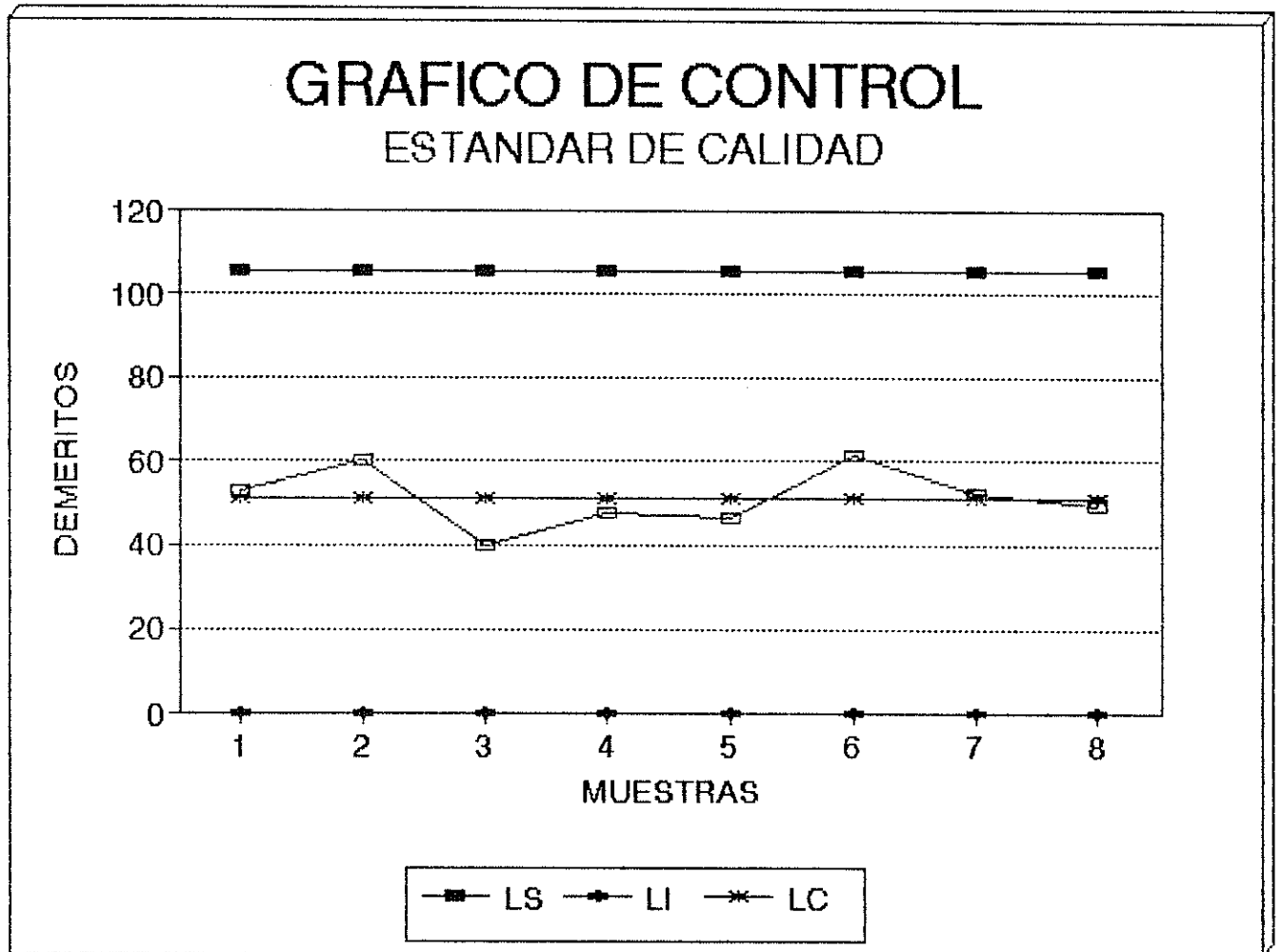
$$U = 51 - 3 \cdot 18.19 = -3.57 = 0 (*)$$

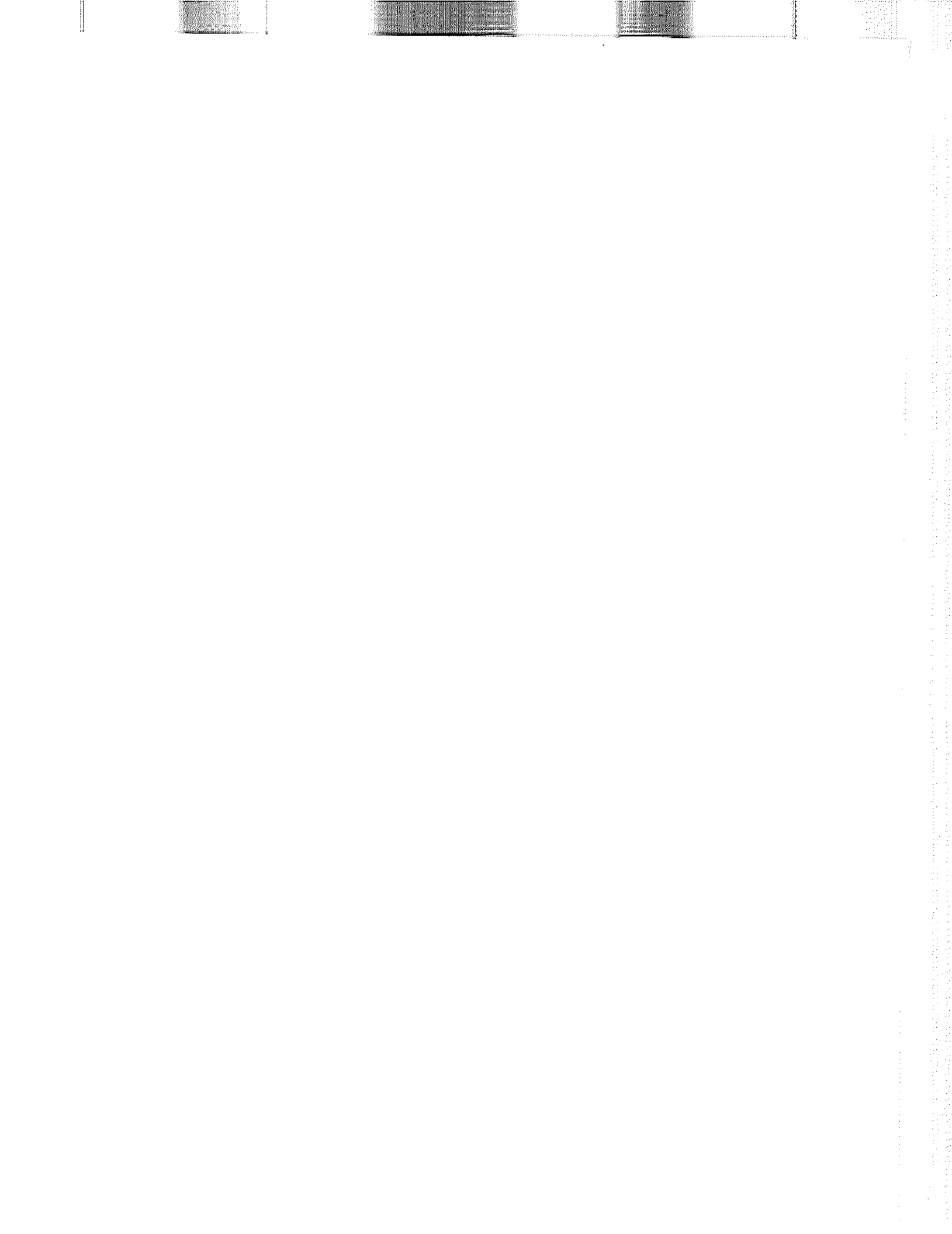
$$LC = 51 = 51.00$$

$$LS = 51 + 3 \cdot 18.19 = 105.57$$

(\*) POR SER UN VALOR NEGATIVO, EL LIMITE SE TOMA COMO CERO

Figura 4.19





## CAPITULO 5

### CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO Y EL MANTENIMIENTO

#### 1. PRINCIPALES PROBLEMAS MECANICOS.

En el proceso de producción de tejido plano, las fallas mecánicas que más afectan en la calidad del tejido y en la eficiencia son las que se producen en el salón de tejeduría, específicamente en los telares; es por ello que en este capítulo se hace énfasis en este punto del proceso.

Para entender mejor el funcionamiento de un telar y sus principales componentes, los que al fallar pueden producir paros o defectos en la calidad del tejido; se detallan los mecanismos siguientes: (Figura 5.1)

- 1.1 EL MOTOR: es la fuente de potencia que se distribuye a todos los demás mecanismos del telar.
- 1.2 EL EMBRAGUE O CLUTCH: es el encargado de transmitir la fuerza del motor al eje cigüeñal.
- 1.3 EL EJE DE CIGÜEÑAL: es el responsable de transmitir fuerza y movimiento del embrague al eje central, batán, eje volante y vibrador.
- 1.4 EL EJE CENTRAL: es el encargado de transmitir fuerza y movimiento al mecanismo de picada, eje de levas, para-urdimbres, para-trama y al mecanismo enrollador.
- 1.5 EL EJE DE LEVAS: también llamado eje de excéntricas, es encargado de transmitirle fuerza y movimiento del eje central al mecanismo de marcos.
- 1.6 MECANISMO DE DESEENROLLADOR: permite el movimiento que desenrolla el enjullo.

- 1.7 MECANISMO DE MARCOS O LISOS: permite el movimiento de los marcos produciendo la calada. (Calada: abertura entre los hilos de urdimbre a través de la cual pasan los hilos de trama).
- 1.8 MECANISMO VIBRADOR: produce una vibración que mueve los hilos de urdimbre para evitar que se peguen entre sí, además regula la tensión de los hilos de urdimbre.
- 1.9 MECANISMO DE FICADA: permite el movimiento de picada. (Ficada: movimiento que impulsa a la lanzadera de extremo a extremo del tejido para dejar insertada la trama).
- 1.10 MECANISMO TOMADOR: hace posible el movimiento del enrollador de tela.
- 1.11 PARA-URDIMBRE: para automáticamente el telar cuando algún hilo de urdimbre se revienta.
- 1.12 PARA-TRAMA: para automáticamente el telar cuando la trama se revienta.
- 1.13 MECANISMO DE TRANSFERENCIA: alimenta automáticamente de canillas a la lanzadera.

Los paros que se pueden dar en los telares no necesariamente son atribuidos a fallas mecánicas del telar; pueden darse paros por problemas en el urdido y/o engomado del hilo de urdimbre; poca resistencia, exceso de torsión en el hilo de trama,

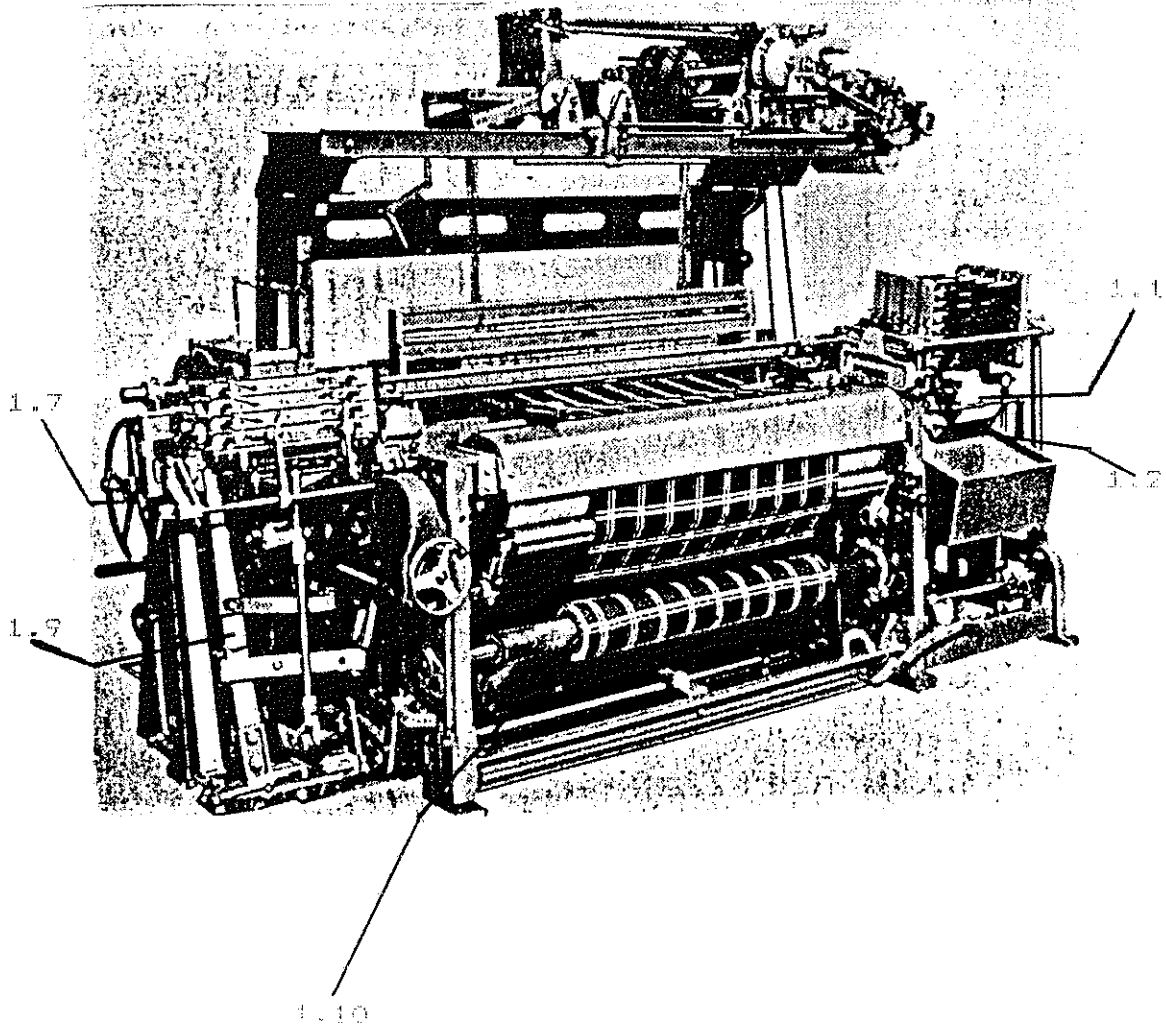
Para un mejor control, se debe llevar un registro de cada uno de los telares en el que se indique cuales han sido la causa de los paros y el tiempo que ha estado sin

funcionar el telar. Este reporte debe ser diario; además es necesario llevar otro registro en el que se acumula el tiempo de paro por cada defecto; esto es con el propósito de analizar en un tiempo determinado -que puede ser una semana- cuáles han sido las principales causas de tiempo perdido en cada telar y proceder a corregirlos.

Para llevar el control de paros en cada telar, se sugiere la forma que se muestra en la Figura No. 5.2 en la que aparecen los mecanismos en los que se dio el paro o las causas que lo originaron; en las casillas de la derecha se deben anotar cuántos minutos duró dicho paro.

FIGURE 5.1

TELGRAPH





## 2. FRECUENCIA DE FALLAS MECANICAS.

Para hacer una aplicación estadísticas a las fallas y el efecto que tiene en la producción por el tiempo perdido, se toman como base los datos obtenidos con los Reportes Diarios de Telares; (Figura 5.2). Este reporte cuenta con columnas que indican la hora del día, y en las filas se menciona las más comunes causas de paro en los telares, cuando ocurre una falla debe anotarse en el cuadro que representa la intersección entre fila y columna de la causa y la hora el tiempo en minutos que estuvo parado el telar. Este reporte también permite registrar todos los servicios de mantenimiento tanto correctivos como preventivos que se efectúen en cada telar.

El análisis debe hacerse por cada telar para poder tener un control del estado de funcionamiento de cada uno. Para dicho control, se toman los datos del número de veces que se ha producido la falla y el tiempo acumulado que el telar ha permanecido parado.

Para una ilustración de la aplicación estadística a estos valores, se tomará como ejemplo el telar No. 43 en el que se elabora manta mosquitero. Se tomó como período de estudio una semana en la que se registraron el número de fallas ocurridas y el tiempo acumulado que cada una de ellas representó en la productividad de la planta.

En la figura 5.3, se muestra un reporte diario de telares con la información que éste proporciona.

En la figura 5.4, se muestra el resumen de una semana de trabajo del telar No. 43 en el que se reporta el número y tiempo acumulado de fallas.

En la figura 5.5, se muestra el comportamiento gráfico a través de un diagrama de barras y la ocurrencia de fallas en el telar No.43; estas fallas son las reportadas en la figura 5.4.

Figura 5.2

REPORTE DIARIO DE TELARES

FECHA: \_\_\_\_\_

TELAR # \_\_\_\_\_

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

TURNO		OPERADOR																LECTURA INICIA					LECTURA FINAL				
1																											
2																											
		06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05		
		07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05	06		
TIEMPOS PLANIFICADOS																											
1	TIEMPO DE COMIDA																										
2	LUBRICACION																										
3	LIMPIEZA																										
4	REUNION GENERAL																										
5	REUNION DE SUPERVISION																										
6	MANTENIMIENTO PREVENTIVO																										
TIEMPOS NO PLANIFICADOS																											
1	CAMBIO DE ENJULIO																										
2	VISITA AL IGSS																										
3	FALTA ENERGIA ELECTRICA																										
4	FALTA ASISTENCIA MECANICA																										
5	FALTA REPUESTOS																										
6	PROBLEMA MECANICO																										
7	PROBLEMA ELECTRICO																										
8	REVENTAZON																										
9	LANZADERA																										
10	ATRANCAMIENTO																										
11	CANILLA MALA																										
12	COLA DURA																										
13	FALLA DE MOTOR																										
14	FALLA DE CLUTCH																										
15	EXCENTRICAS																										
16	PICADA																										
17	MARCOS																										
18	VIBRADOR																										
19	PARA URDIMBRE																										
20	PARATRAMA																										
21	FRENO																										
22	TRANSFERENCIA																										
23	TEMPLAZO																										
24	OTROS																										

	PRODUCCION (YDS)	TPO PLANEADO	TIEMPO NO PLANEADO	TOTAL
PRIMER TURNO				
SEGUNDO TURNO				
TOTAL				

Figura 5.3

FECHA: \_\_\_\_\_

TELAR # 43

PRODUCTO: \_\_\_\_\_

TURNO		OPERADOR																LECTURA INICIAL				LECTURA FINAL			
1		CARLOS PEREZ																621				653			
2		JOSE HIDALGO																653				685			
		08	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05
		07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	01	02	03	04	05	06
TIEMPOS PLANIFICADOS																									
1	TIEMPO DE COMIDA																								
2	LUBRICACION																								
3	LIMPIEZA	15																							
4	REUNION GENERAL																								
5	REUNION DE SUPERVISION																								
6	MANTENIMIENTO PREVENTIVO																								
TIEMPOS NO PLANIFICADOS																									
1	CAMBIO DE ENJULIO							25																	
2	VISITA AL IGSS																								
3	FALTA ENERGIA ELECTRICA																								
4	FALTA ASISTENCIA MECANICA											35													
5	FALTA REPUESTOS																								
6	PROBLEMA MECANICO																								
7	PROBLEMA ELECTRICO																								
8	REVENTAZON															20									
9	LANZADERA																								
10	ATRANCAMIENTO																								
11	CANILLA MALA																								
12	COLA DURA																10								
13	FALLA DE MOTOR																								
14	FALLA DE CLUTCH																								
15	EXCENTRICAS																								
16	PICADA					60																			
17	MARCOS																								
18	VIBRADOR																								
19	PARA URDIMBRE								35						20						30				
20	PARATRAMA									15								25							
21	FRENO																								
22	TRANSFERENCIA						45																		
23	TEMPLAZO																								
24	OTROS																								

	PRODUCCION (YDS)	TPO PLANEADO	TIEMPO NO PLANEADO	TOTAL
PRIMER TURNO	63	15	215	230
SEGUNDO TURNO	48	0	105	105
TOTAL	111	15	310	335

Figura 5.4

## RESUMEN SEMANAL DE PAROS EN TELARES

FECHA: 13/05/93

PRODUCTO: MOSQUITERO

	TURNO	OPERADOR	
	1		
	2		TPO. ACUMULADO
	TIEMPOS PLANIFICADOS	# DE PAROS	MIN
1	LUBRICACION		
2	LIMPIEZA	1	15
3	REUNION GENERAL		
4	REUNION DE SUPERVISION		
5	MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	TIEMPOS NO PLANIFICADOS		
1	CAMBIO DE ENJULIO	2	60
2	VISITA AL IGSS	1	300
3	FALTA ENERGIA ELECTRICA	1	45
4	FALTA ASISTENCIA MECANICA	3	70
5	FALTA REPUESTOS		
6	PROBLEMA MECANICO		
7	PROBLEMA ELECTRICO	4	100
8	REVENTAZON		
9	LANZADERA		
10	ATRANCAMIENTO		
11	CANILLA MALA		
12	COLA DURA	3	45
13	FALLA DE MOTOR		
14	FALLA DE CLUTCH		
15	EXCENTRICAS		
16	PICADA	1	60
17	MARCOS		
18	VIBRADOR		
19	PARA URDIMBRE	11	725
20	PARATRAMA	8	375
21	FRENO		
22	TRANSFERENCIA	3	125
23	TEMPLAZO		
24	OTROS		
	TOTAL	37	1905

	PRODUCCION (YDS)
PRIMER TURNO	333
SEGUNDO TURNO	402
TOTAL	735

Figura 5.5

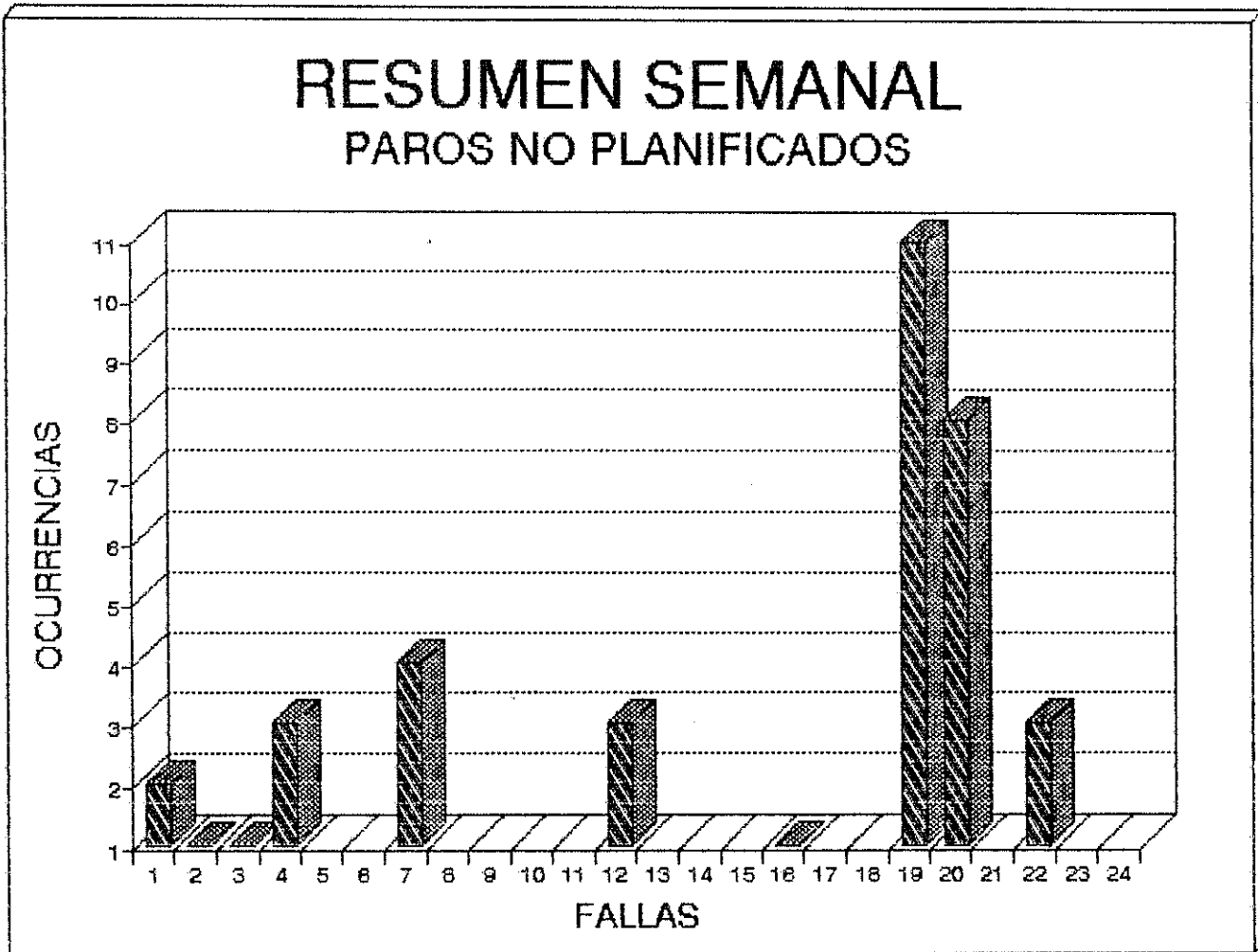
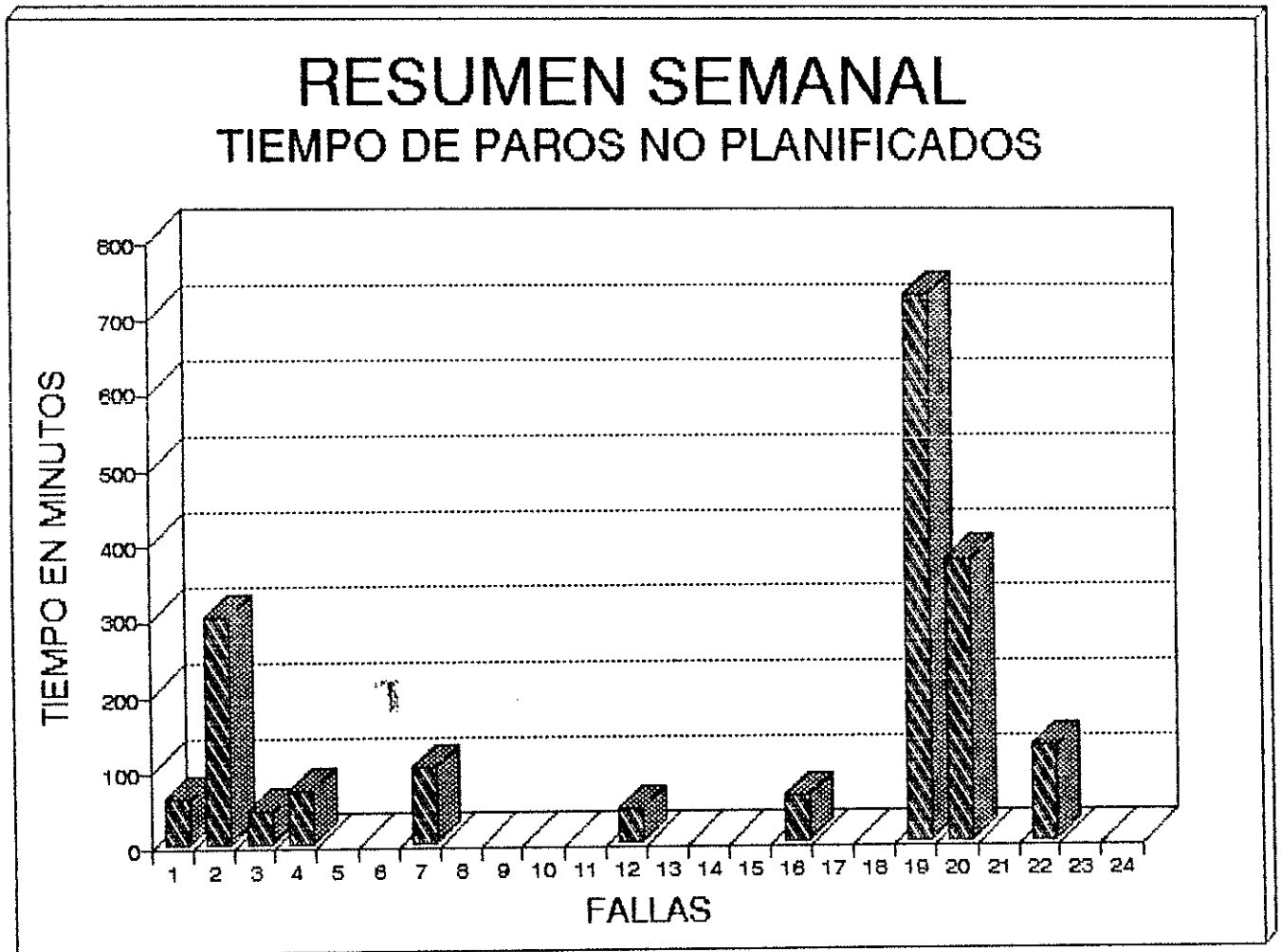


Figura 5.6



### 3. PLAN DE MANTENIMIENTO FUNDAMENTADO EN EL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO.

En la figura 5.4, se puede observar que son 1920 minutos los que el telar estuvo parado en una semana, lo que equivale a 32 horas de trabajo que a un ritmo de producción de 10.9 ydas/hr (con una eficiencia del 73%) representa un total de 348.8 ydas. en una semana que se dejaron de producir; al hacer un análisis de las causas de estos paros, se observa que los mecanismos de para-trama y para-urdimbre son los principales responsables, por lo que es necesario revisarlos y corregir los defectos que presenten para evitar que se den paros que afecten la producción.

Un análisis como éste es necesario hacer a cada uno de los telares de la planta para que en función de las principales fallas que presenten, se planifique el mantenimiento correctivo de cada uno de los telares.

Este método de análisis es útil para poder llevar los telares a condiciones óptimas de funcionamiento, pero es necesario atacar a fondo todos los problemas que se reportan semanalmente, esto permitirá reducir paulatinamente las averías de cada telar.

Para el buen funcionamiento de los telares, es importante, un programa de limpieza y lubricación. La limpieza es necesaria por el hecho de trabajar en un ambiente cargado de mota de algodón y que al ponerse en contacto con las grasas usadas en la lubricación de los telares produce una masa que al solidificarse produce una



mayor fricción y desgaste de piezas importantes del telar. La lubricación es importante, ya que reduce la fricción entre las partes mecánicas en movimiento. La lubricación lleva consigo los siguientes beneficios:

- Prolongación de la vida útil de las piezas.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Reducción de los paros no previstos.
- Incremento de la producción y de la eficiencia.

El Control Estadístico de Proceso es una herramienta útil como fuente de información de las causas de fallo las máquinas, el número de veces que ocurre cada falla en particular y los tiempos muertos que se producen por problemas mecánicos. El Control Estadístico de Proceso no tiene aplicación en el mantenimiento preventivo de las máquinas, ya que éste dependerá de las condiciones de trabajo y las especificaciones de los fabricantes.

Para un buen funcionamiento de telares, los fabricantes recomiendan un plan de mantenimiento preventivo basado en: el cambio periódico de las partes que por su uso sufren mayor desgaste; en el ajuste y calibración de los principales mecanismos que hacen funcionar el telar. En la figura 5.7, se presenta un plan en el que se indican las tareas que se van a realizar, la frecuencia con que deben realizarse las tareas, el tiempo aproximado de duración y el grado de complejidad de cada tarea.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Ref. SENNA. *Adiestramiento del mecánico de telares.*

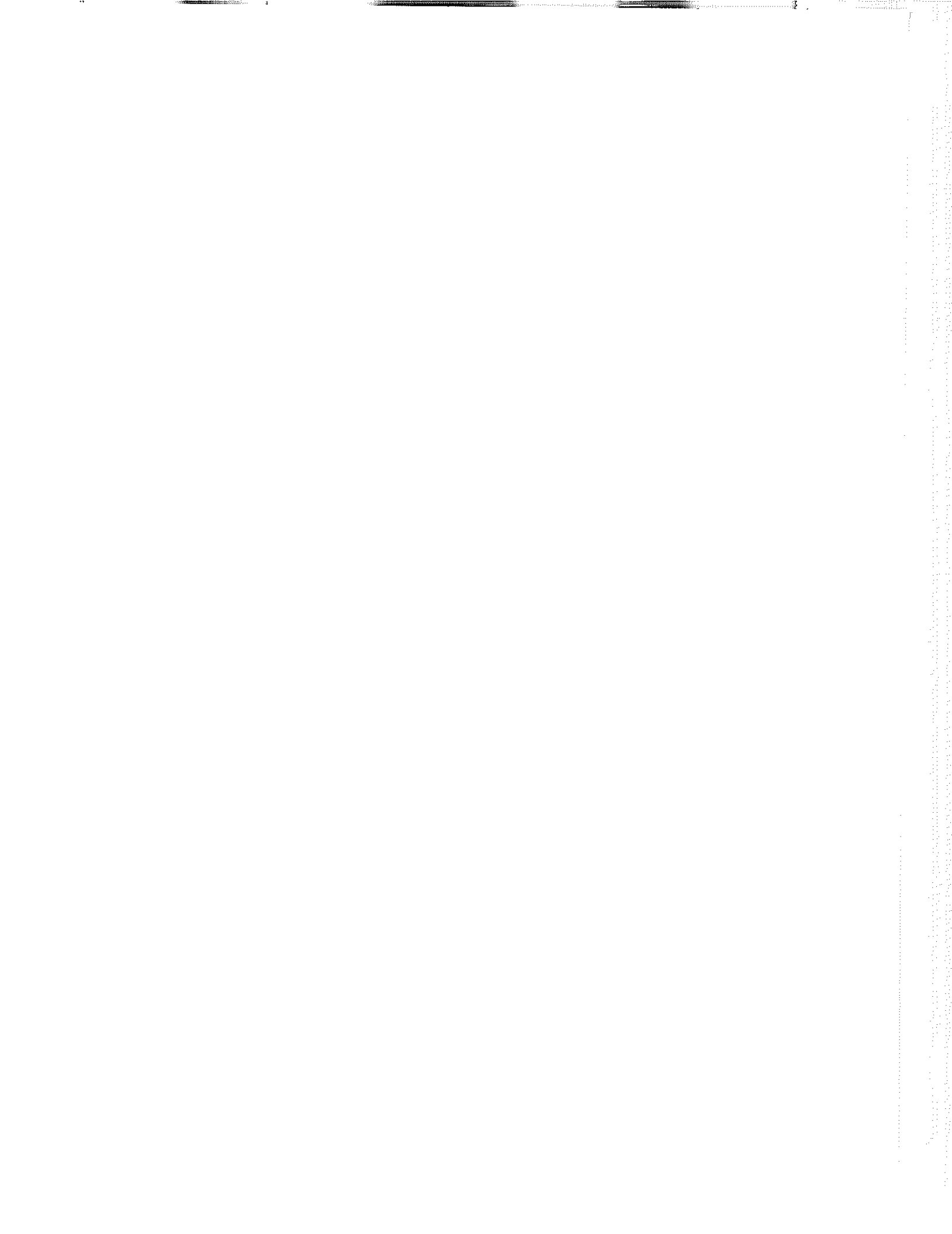
Figura 5.7

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TAREA	FRECUENCIA	TIEMPO	GRADO DE COMPLEJIDAD
Alinear peine y espejo	1500 hrs. de funcionamiento	3 a 4 hrs	Normal
Alinear cajas y plancha	Cada 4 ó 5 años	8 a 9 hrs	Alto
Calibrar cajas	500 hrs.	15 min	Normal
Cambiar taco	1500 hrs	10 min	Normal
Calibrar sistema de expulsión	1500 hrs	15 min	Normal
Calibrar calada	500 hrs	20 a 30 min	Alto
Poner a tiempo la calada	240 a 400 hrs. o cuando se cambie de producto.	30 min	Alto
Calibrar sistema de transferencia	360 a 400 hrs	30 min	Alto
Poner a tiempo sistema de paratrama	400 Hrs.	15 a 20 min	Normal
Calibrar sistema de para-urdimbre	150 a 200 hrs	10 a 15 min	Alto
Calibrar sistema de desenrollador	350 a 400 hrs	20 a 25 min	Alto
Calibrar sistema de enrollador	350 a 400 hrs	20 a 25 min	Alto
Ajustar bielas del batán	150 hrs	10 a 15 min	Alto
Ajustar juego horizontal y vertical del batán	1000 hrs	30 a 40 min	Alto

...continua

Ajustar templazos	200 a 300 hrs	5 a 10 min	Normal
Ajustar amortiguadores de choque de expulsión	150 a 200 hrs	10 a 15 min	Normal
Ajustar bridas amortiguadoras	150 a 200 hrs	30 min	Alto
Calibrar protecciones	150 a 200 hrs	30 min	Alto
Rectificar lanzadera	6 meses	15 min	Normal
Calibrar protecciones de sobre batán	300 a 400 hrs	5 min	Normal
Calibrar el batán	800 a 1000 hrs	20 min	Normal
Centrar forro de cilindro de arrastre	500 a 600 hrs	30 a 40 min	Alto



CAPITULO 6  
RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA Y SU  
EFECTO EN LOS COSTOS.

1. SISTEMA DE COSTEO.

La determinación de los costos de producción es un factor muy importante en la planificación y administración de una empresa; en Guatemala, la pequeña industria de tejido plano no cuenta con un adecuado sistema de costeo y determina sus precios de venta en función de los precios de la competencia y no evalúan si estos precios recuperan su inversión, o qué porcentaje de utilidad obtienen. Aquí se presenta una guía con ejemplo del cálculo de costos de mano de obra, materia prima e insumos.

1.1 COSTO DE MANO DE OBRA.

La mano de obra de producción incluye el urdidor-engomador y su ayudante, el canillero, el anudador, los mecánicos, el supervisor de calidad. En estas operaciones, no se puede determinar cuánto tiempo le dedican a cada uno de los productos trabajados en la fábrica; los tejedores, algunas veces manejan dentro de sus líneas de producción los dos productos, por lo que una manera práctica de obtener el costo de mano de obra es cargar los sueldos y las prestaciones de todos estos trabajadores entre las yardas producidas en el mes. Contamos con 40 telares que producen mezclilla y que están en capacidad de producir 134640 Ydas/mes, y telares que producen mosquitero y están en la capacidad de producir 72600 Ydas/mes, lo que representa un total

de 207240 Ydas/mes de tela.

En la Figura 6.1, se muestran los valores de sueldo de los trabajadores de la planta en un mes.

Para los cálculos del turno diurno, se divide el sueldo base del trabajador dentro de 240 horas laborales normales que el código de trabajo indica para este turno; este resultado indica el valor de la hora de trabajo; el tiempo normal se obtiene multiplicando el valor de la hora normal de trabajo por el número de horas normales trabajadas; cada empleado de planta trabaja 44 horas normales a la semana en turno normal y 36 horas en turno nocturno. El valor de las horas extras es 1.5 veces el valor de la hora normal de trabajo, por lo que el ingreso de un trabajador por concepto de horas extras en un período de tiempo es el número de horas extras trabajadas multiplicado por el valor de la hora extra de trabajo; el número de horas extras trabajadas en cada empleado son 16 en turno diurno y 24 en turno nocturno a la semana.

En el turno nocturno, el procedimiento es el mismo la diferencia es el número de horas laborales normales, que según el código de trabajo son de 180.

La columna de Total Devengado indica lo que le tocaría percibir a cada empleado en un mes de trabajo; este valor es la suma de los tiempos normales y extras en el turno diurno y nocturno.

FIGURA NO. 6.1

PUESTO	# DE TRABAJAD	SUELDO		TURNO DIURNO		TURNO NOCTURNO		TOTAL DEVENGAD	PRESTACIONES	TOTAL/ TRABAJAD	GASTO TOTAL
		BASE		TPO.NORM	HRS. EXT	TPO.NORM	HRS. EXT				
CANILLERO	2	360.00	132.00	72.00	144.00	144.00	0.00	492.00	302.70	794.70	1589.41
ANUDADOR	1	360.00	264.00	144.00	0.00	0.00	0.00	408.00	268.10	676.10	676.10
INSPECTOR	1	500.00	366.67	200.00	0.00	0.00	0.00	566.67	333.47	900.13	900.13
MECANICOS	4	650.00	238.33	130.00	260.00	260.00	260.00	888.33	465.99	1354.33	5417.31
URDIDOR	1	500.00	366.67	200.00	0.00	0.00	0.00	566.67	333.47	900.13	900.13
AYUDANTE	1	360.00	264.00	144.00	0.00	0.00	0.00	408.00	268.10	676.10	676.10
TEJEDORES	10	575.00	210.83	115.00	230.00	230.00	230.00	785.83	423.76	1209.60	12095.97
GASTO TOTAL DE MANO DE OBRA AL MES											22255.14

Los canilleros, mecanicos y tejedores trabajan una quincena en turno diurno y otra en turno nocturno.

Las prestaciones indican cuánto representa de gasto a la empresa cada empleado por concepto de las mismas. Estas prestaciones incluyen:

CONCEPTO	PROPORCION
Aguinaldo	1/12
Bono 14	1/12
Indemnización	1/12
Vacaciones	1/24
Cuota patronal del IGSS, IRTRA, INTECAP	0.12

lo que representa un 41.17% del total devengado por cada trabajador de la empresa.

En la Figura 6.1, se muestra que el total de gasto por la empresa por concepto de mano de obra en un mes trabajo es de Q 22255.14. La producción estimada de yardas/mes es de 207240, lo que representa un Costo por yarda de:

$$\text{Costo de mano de obra} = \frac{Q\ 22255.14}{207240\ \text{ydas}} = Q\ 0.11/\text{Yda.}$$

## 1.2 COSTO DE MATERIA PRIMA.

El costo de materia prima es el costo de mayor proporción dentro de los costos de producción. La materia prima en la industria de tejido plano es el hilo.

En la determinación del costo de materia prima, es importante conocer todas las especificaciones del tejido, tales como número de hilos por pulgada tanto de trama como de urdimbre, ancho de trabajo del tejido, calibres de hilo usados en trama y urdimbre, número de



hilos en orilla.

Es importante en este punto contar con los registros de peso del hilo hecho en el Control de Calidad de la recepción de materia prima, ya que el peso del hilo influye directamente en el costo del tejido.

Con los datos anteriormente mencionados, se procede a calcular el peso del hilo en trama y urdimbre necesarios para producir una yarda de tejido.

PESO DE LA TRAMA (PT):

$$PT = \frac{\# \text{ DE HILOS}}{\text{PULG}} * \frac{\text{ANCHO DE TEJIDO}}{\text{REND. DE TRAMA}} * \text{PESO DE YDA/HILO}$$

PESO DE LA URDIMBRE (FU):

$$NU = \frac{\# \text{ DE HILOS}}{\text{PULG}} * \text{ANCHO DE TEJIDO} + \# \text{ DE HILOS ORILLA}$$

NU = NUMERO DE HILOS USADOS EN LA URDIMBRE.

$$PU = NU * \frac{\text{PESO DE YDA/HILO}}{\text{RENDIMIENTO}}$$

Teniendo el peso del hilo de la urdimbre y la trama, se multiplica su valor por el precio del hilo y se obtiene el costo de la materia prima sumando el costo de la trama y la urdimbre.

COSTO DE MATERIA PRIMA DE LA MEZCLILLA.

COSTO DE LA TRAMA (CT)

$$PT = \frac{43 \text{ HILOS}}{\text{PULG}} * \frac{63 \text{ PULG}}{0.95} * \frac{0.0674 \text{ GRS}}{\text{YDA}} * \frac{1 \text{ LIB.}}{454 \text{ GRS}} =$$

$$PT = 0.4233 \text{ LBS/YDS}$$

El precio de hilo 8/1 crudo es de Q 6.20/Lb. El costo de la trama es de:

$$CT = \frac{0.4233 \text{ LBS}}{\text{YD}} * \frac{Q 6.60}{\text{LB}} = Q 2.80$$

COSTO DE LA URDIMBRE (CU)

$$NU = \frac{72 \text{ HILOS}}{\text{PULG}} * 63 \text{ PULG} + 36 \text{ HILOS} = 4572 \text{ HILOS}$$

$$FU = \frac{4572 \text{ HILOS}}{0.9} * \frac{0.0754 \text{ GRS}}{\text{YD}} * \frac{1 \text{ LB}}{454 \text{ GRS}} = 0.8437 \text{ LBS/YD}$$

El precio del hilo 8/1 teñido es de Q 8.20/Lb. El costo de la urdimbre es de:

$$CU = \frac{0.8437 \text{ LBS}}{\text{YD}} * \frac{Q 8.20}{\text{LB}} = Q 6.92$$

COSTO MATERIA PRIMA (CMP)

$$CMP = CT + CU$$

$$CMP = Q 6.92 + Q 2.80 = Q 9.72/\text{YD}$$

COSTO DE MATERIA PRIMA DEL MOSQUITERO.

COSTO DE LA TRAMA (CT)

$$PT = \frac{20 \text{ HILOS}}{\text{PULG}} * \frac{61 \text{ PULG}}{1.00} * \frac{0.0337 \text{ GRS}}{\text{YDA}} * \frac{1 \text{ LIB.}}{454 \text{ GRS}} =$$

$$PT = 0.0906 \text{ LBS/YDS}$$

El precio de hilo 16/1 crudo es de Q 5.70/Lb. El costo de la trama es de:

$$CT = \frac{0.0906 \text{ LBS}}{\text{YD}} * \frac{Q 5.70}{\text{LB}} = Q 0.52$$

COSTO DE LA URDIMBRE (CU)

$$NU = \frac{25 \text{ HILOS}}{\text{PULG}} * 61 \text{ PULG} + 36 \text{ HILOS} = 1561 \text{ HILOS}$$

$$FU = \frac{1561 \text{ HILOS}}{1.0} * \frac{0.0337 \text{ GRS}}{\text{YD}} * \frac{1 \text{ LB}}{454 \text{ GRS}} = 0.1159 \text{ LBS/YD}$$

El costo de la urdimbre es de:

$$CU = \frac{0.1159 \text{ LBS}}{\text{YD}} * \frac{Q 5.70}{\text{LB}} = Q 0.66$$

COSTO TOTAL (CTT)

$$CTT = CT + CU$$

$$CTT = Q 0.52 + Q 0.66 = Q 1.18/YD$$

### 1.3 COSTOS DE LOS INSUMOS.

Los insumos utilizados en el proceso de producción del tejido plano son los materiales usados en la operación de encolado. El precio, características, rendimiento de cada producto, cantidades que se van a utilizar, dependen de las casas comerciales que distribuyen los productos.

El costo de los insumos se obtiene sumando el precio equivalente a las cantidades utilizadas de material en la mezcla de cola; este valor se divide dentro de las yardas encoladas con la cantidad de mezcla preparadas y el resultado es el costo por yarda de insumos. Para el mosquitero se tiene un costo de Q 0.04/Yd, y para la Mezclilla Q 0.09/Yd.

En las Figuras 6.2 y 6.3 se muestra la ficha técnica de cada uno de los productos; la ficha contiene las especificaciones y costos de cada producto.

COSTOS TOTALES (CTT)

$$CTT = \text{COSTO MANO DE OBRA} + \text{COSTO DE MATERIA PRIMA} + \\ \text{COSTO DE INSUMOS}$$

COSTO TOTAL DE MEZCLILLA

$$CTT = 0.11 + 9.72 + 0.09 = Q 9.92/YD$$

COSTO TOTAL DE MOSQUITERO

$$CTT = 0.11 + 1.18 + 0.04 = Q 1.33/YD$$

## 2. CARACTERISTICAS Y RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.

Las características importantes de la materia prima y que es necesario verificarlas se mencionan, junto con su forma de examinar, en el capítulo 4 en el inciso de control de calidad en la recepción de materia prima.

El rendimiento de la materia prima es una característica que depende del tipo de tejido que se trabaje, ya que el rendimiento se refiere al porcentaje de encogimiento que sufre el hilo por el entrecruzamiento de la trama y la urdimbre. Este encogimiento afecta directamente al costo (Rendimiento que se menciona en las fórmulas de calculo de costo de materia prima), ya que no necesariamente una yarda de hilo producirá una yarda de tela.

En el caso de la manta mosquitero, se tiene un rendimiento de una, ya que por el calibre del hilo, que es un hilo delgado, y a la baja densidad de hilos por pulgada de trama y urdimbre, no se registra ningún encogimiento de hilo, y una yarda de hilo representa una yarda de tela tanto en trama como en urdimbre.

En el caso de la mezclilla, el rendimiento de hilo de trama varía respecto al de urdimbre; se tiene un hilo más grueso y la densidad de hilos por pulgada es alta, lo que produce un encogimiento. En el caso de la trama, se da un encogimiento de 5%, o sea que de 1 yarda de hilo produce una tela de ancho de 0.95 yardas. En el caso de la urdimbre, se produce un encogimiento del 10%, o sea que una yarda de hilo

produce tela con largo de 0.90 yardas.

Este efecto de encogimiento puede observarse al tomar un retazo de tela y deshilarlo; se observara que los hilos presentan una forma ondulada; este ondulado es producto del entrecruzamiento de trama y urdimbre. Al haber mayor ondulaciones, se tiene una menor cantidad de yardas de tejido por yarda de hilo.

### 3. VARIACIONES EN LA MATERIA PRIMA Y SU EFECTO EN LOS COSTOS.

Las variaciones en la materia prima afectan los costos, por ejemplo, un hilo con mala apariencia producirá una tela con mala apariencia, lo cual representa un costo de calidad.

La característica que produce más variación en el costo y que se cuantifica directamente es el Calibre. El hilo algunas veces presenta variaciones en calibre que no se pueden detectar al ojo, razón por la cual es importante el control del calibre en la recepción de materia prima. Una baja en el calibre representa un aumento en el grosor y peso del hilo, por lo que se obtendría un menor yardaje de hilo por unidad de peso; al observar la fórmula de cálculo de costos de materia prima, se nota que al incrementar el peso del hilo se incrementa directamente el costo.

Al aumentar el grosor del hilo, el encogimiento que se da por entrecruzamiento de la trama y urdimbre es mayor, debido a que las ondulaciones son mayores porque dependen del grosor del hilo. Al disminuir el rendimiento del hilo se da un incremento en el costo de materia prima, ya que se necesita más hilo para producir una yarda de tela.

FIGURA No. 6.2

FICHA TECNICA DE LA MEZCLILLA	
# DE HILOS DE TRAMA/PULG	43,00
# DE HILOS DE URDIMBRE/PULG	72,00
# DE HILOS DE ORILLA	36,00
ANCHO DEL TEJIDO (PULG)	63,00
PESO DE HILO DE TRAMA/YARDA	0,0674
PESO DE HILO DE URDIMBRE/YARDA	0,0754
PRECIO/LB HILO DE TRAMA	6,60
PRECIO/LB HILO DE URDIMBRE	8,20
CANTIDAD DE HILO EN TRAMA	1548,00
CANTIDAD DE HILO EN URDIMBRE	4572,00
RENDIMIENTO DE TRAMA	0,95
RENDIMIENTO DE URDIMBRE	0,90
PESO DE LA TRAMA (LBS)	0,42
PESO DEL URDIMBRE (LBS)	0,84
COSTO DE LA TRAMA/YDA	2,80
COSTO MANO DE OBRA/YDA	0,11
COSTO DE LA URDIMBRE/YDA	6,92
COSTO DE ENCOLADO/YDA	0,09
COSTO DE YARDA	9,92

Datos para una yarda de tejido.

FIGURA No.6.3

FICHA TECNICA DE EL MOSQUITERO	
# DE HILOS DE TRAMA/PULG	20,00
# DE HILOS DE URDIMBRE/PULG	25,00
# DE HILOS DE ORILLA	36,00
ANCHO DEL TEJIDO (PULG)	61,00
PESO DE HILO DE TRAMA/YARDA	0,0337
PESO DE HILO DE URDIMBRE/YARDA	0,0337
PRECIO/LB HILO DE TRAMA	5,70
PRECIO/LB HILO DE URDIMBRE	5,70
CANTIDAD DE HILO EN TRAMA	720,00
CANTIDAD DE HILO EN URDIMBRE	1561,00
RENDIMIENTO DE TRAMA	1,00
RENDIMIENTO DE URDIMBRE	1,00
PESO DE LA TRAMA (LBS)	0,09
PESO DEL URDIMBRE (LBS)	0,12
COSTO DE LA TRAMA/YDA	0,52
COSTO MANO DE OBRA/YDA	0,11
COSTO DE LA URDIMBRE/YDA	0,66
COSTO DE ENCOLADO/YDA	0,04
COSTO DE YARDA	1,33

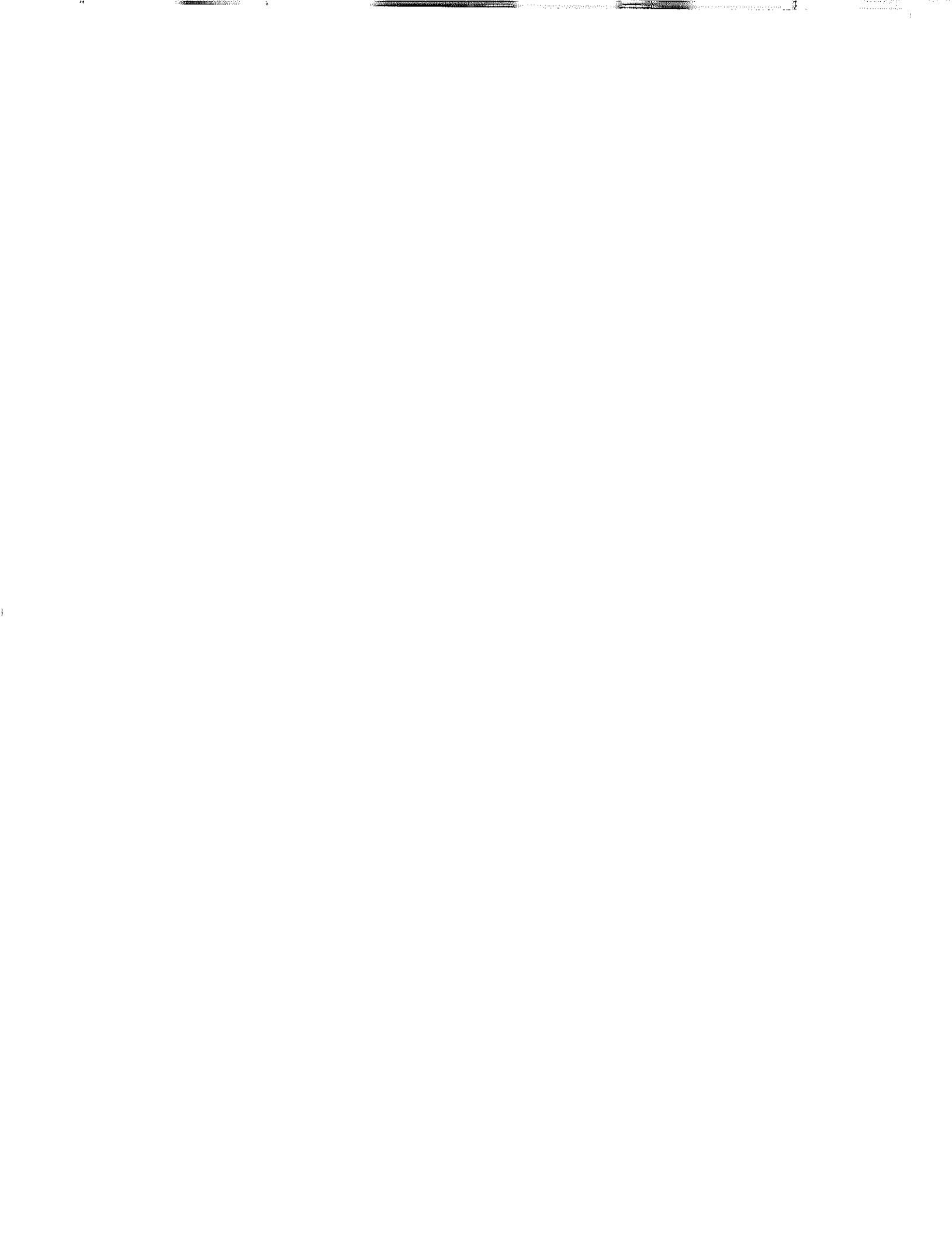
Datos para una yarda de tejido.





## CONCLUSIONES

1. El Control Estadístico de Proceso detecta los problemas que tiene la materia prima, y garantiza que los materiales usados en el proceso cumplan con los requerimientos necesarios, lo que elimina los tiempos muertos en el proceso causados por problemas o defectos de la materia prima.
2. El Control Estadístico del Proceso evalúa la calidad del producto terminado, y garantiza la satisfacción del consumidor; si la calidad no es la adecuada, es fuente de información para la retroalimentación del proceso, para poder corregir los problemas que en él se den, y mejorar así la calidad del producto.
3. El Control Estadístico del Proceso es una herramienta útil en el análisis de frecuencias de las fallas mecánicas; detecta las causa más frecuentes de paros y el tiempo muerto que ellos involucran. En función de esta información, se pueden generar planes de mantenimiento para cada telar y llevarlos a un estado óptimo de funcionamiento.
4. Los costos de producción son un factor indispensable en la administración de una empresa manufacturera. En la industria de tejido plano, es importante conocer factores como el del rendimiento de materia prima, y la determinación de la capacidad de la planta, que repercuten en el costo del producto.



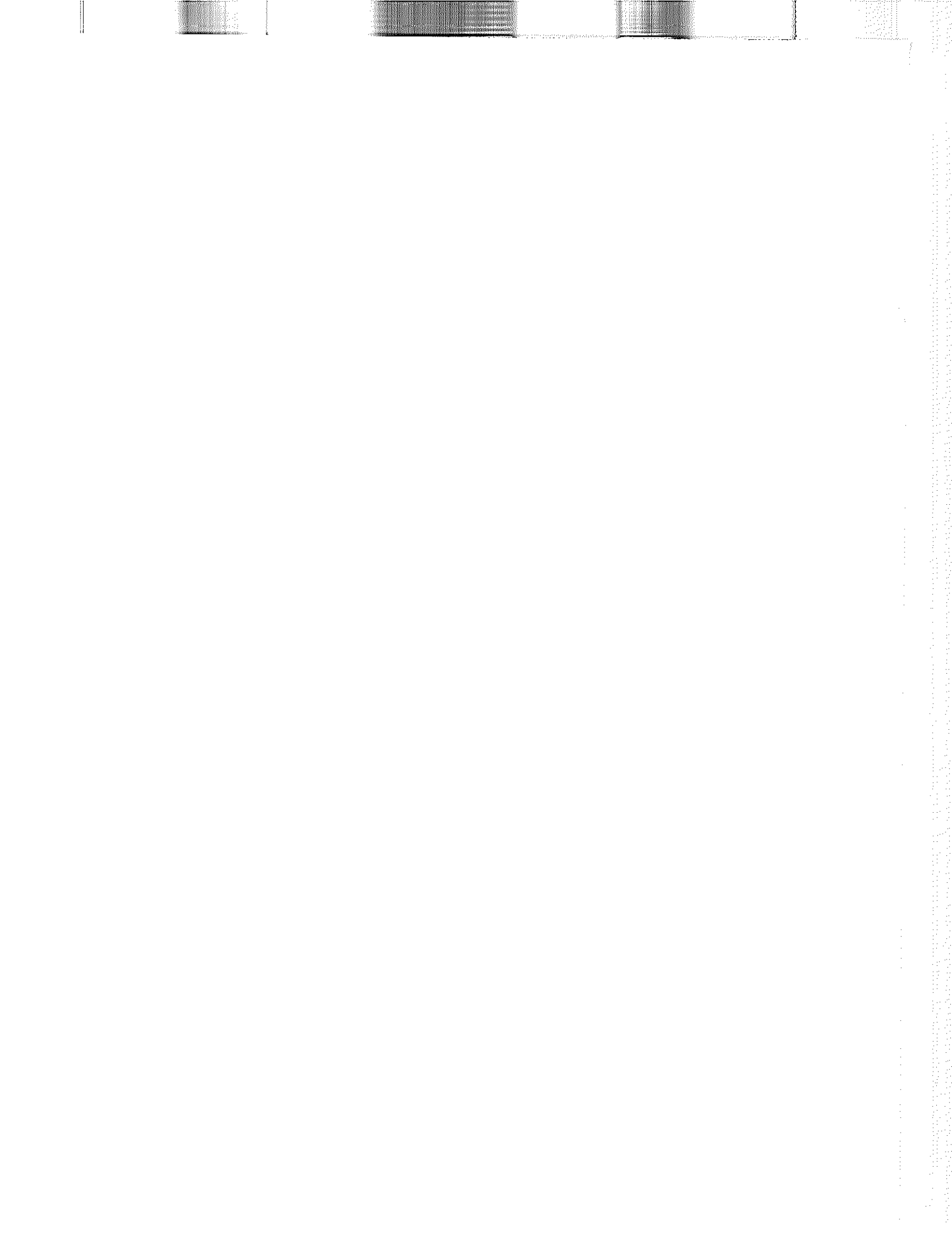
## RECOMENDACIONES

1. Para las empresas de tejido plano, es necesario implementar y equiparles adecuadamente un laboratorio de control de calidad que les permita evaluar la calidad de la materia prima, las características y condiciones adecuadas del proceso, y la calidad del producto terminado.
2. Es conveniente llevar a un estado óptimo de funcionamiento a cada telar, detectando a través del Control Estadístico de proceso los principales problemas que tiene cada telar, y en función de los principales problemas que reporte el telar, es necesario generar un adecuado plan de mantenimiento.
3. Hay que implementar un adecuado sistema de costeo que les permita determinar sus costos totales y así poder evaluar el rendimiento financiero que ésta tiene.
4. Utilizar el Control Estadístico de Proceso como herramienta para el mejoramiento continuo del proceso de producción de tejido plano, y poder asegurar la productividad de la empresa y la satisfacción de las necesidades de los clientes.



## BIBLIOGRAFIA

1. CHARBONEAU, Harvey C. Control de calidad. México: Nueva Editorial Interamericana, 1984. 800 pp.
2. FEINGENBAUM, Armand. Control total de la calidad. México: Editorial Cccsa, 1989. 1400 pp.
- 3.- RODRIGUEZ, Manuel. Diccionario textil panamericano español. 2a. Edición. España: s.p.i. 1971. 650 pp.
4. SENA. Adiestramiento del mecánico de telares. Colombia: s.p.i. 1960. 320 pp.



# ANEXOS

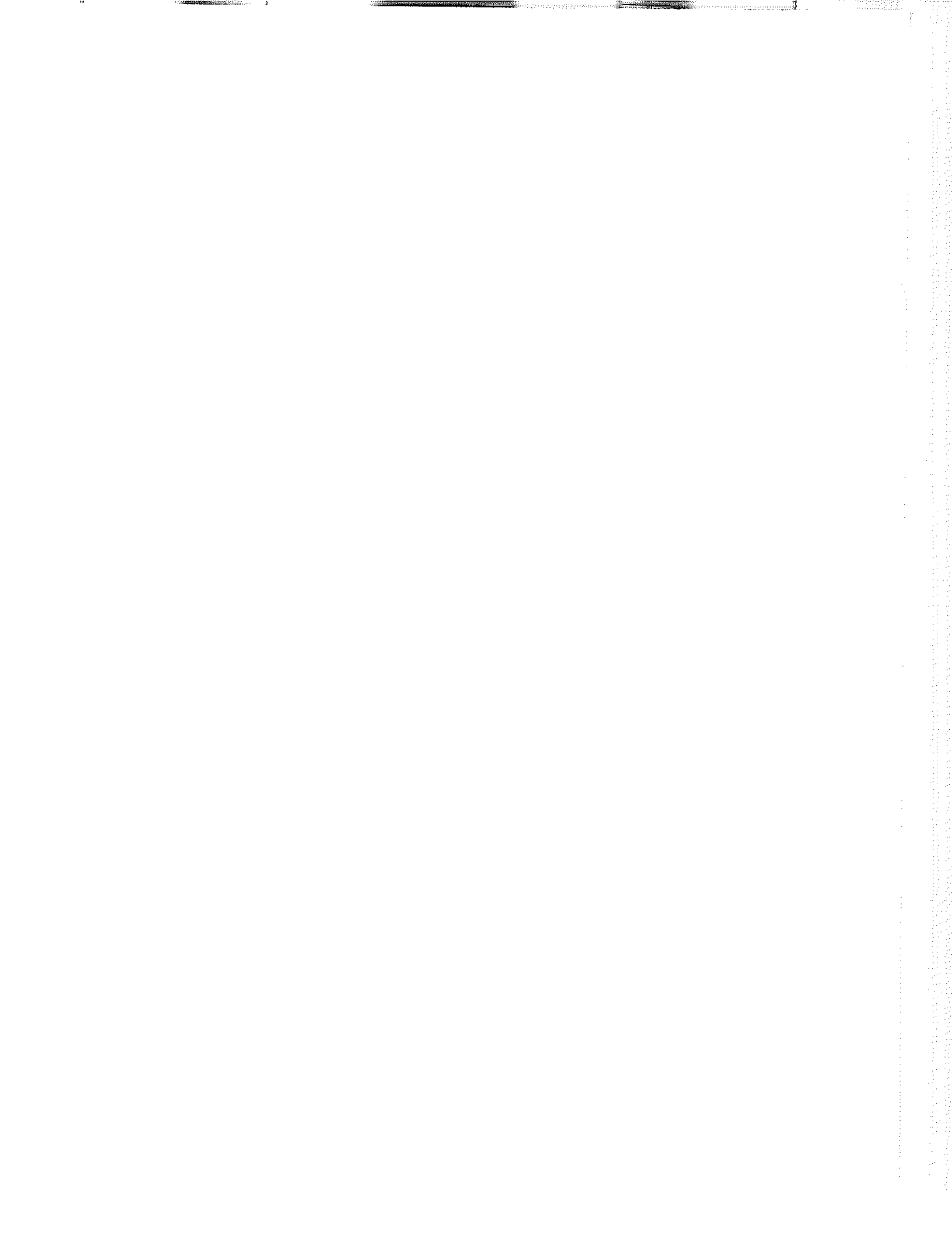




TABLA No. 1

TABLAS DE MUESTREO DOBLE DE DODGE - ROUTINE

% Promedio del proceso	0-0.05			0.06-0.5			0.51-1.0			1.01-1.5			1.51-2.0			2.01-2.5		
	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %	1 <sup>a</sup> muestra	2 <sup>a</sup> muestra	AOQL en %
	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$	$D_1$	$D_2$	$D_1 + D_2$
1-50	All 0	---	0	All 0	---	0	All 0	---	0	All 0	---	0	All 0	---	0	All 0	---	0
21-50	30 0	---	.49	30 0	---	.49	30 0	---	.49	30 0	---	.49	30 0	---	.49	30 0	---	.49
81-75	38 0	---	.59	38 0	---	.59	38 0	---	.59	38 0	---	.59	38 0	---	.59	38 0	---	.59
75-100	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64	44 0	21 65 1	.64
101-200	49 0	26 75 1	.84	49 0	26 75 1	.84	49 0	26 75 1	.84	49 0	51 100 2	.91	49 0	51 100 2	.91	49 0	51 100 2	.91
201-300	50 0	30 80 1	.91	50 0	30 80 1	.91	50 0	55 105 2	1 0	50 0	55 105 2	1 0	50 0	80 130 3	1.1	50 0	100 150 4	1.1
301-400	55 0	30 85 1	.92	55 0	55 110 2	1 1	55 0	66 110 2	1 1	55 0	80 135 3	1 1	55 0	100 155 4	1.2	55 0	110 190 6	1 3
401-500	55 0	30 85 1	.93	55 0	55 110 2	1 1	55 0	80 135 3	1 2	55 0	105 160 4	1 3	55 1	120 205 6	1.4	55 1	160 225 7	1.4
501-600	55 0	30 85 1	.94	55 0	60 115 2	1 1	55 0	85 140 3	1 2	55 0	110 165 4	1 3	55 1	145 230 7	1.4	55 1	165 250 8	1 5
601-800	55 0	35 90 1	.95	55 0	65 120 2	1 1	55 0	85 140 3	1 3	55 0	125 215 6	1 5	55 1	170 290 8	1 6	55 1	185 305 10	1 6
801-1000	55 0	35 90 1	.95	55 0	65 120 2	1 1	55 0	115 170 4	1 4	55 0	150 240 7	1 6	55 1	200 290 9	1 6	55 1	270 330 11	1 7
1001-2000	55 0	35 90 1	.98	55 0	95 150 3	1 3	55 0	120 175 4	1 4	55 0	185 275 6	1 7	55 1	225 345 11	1 9	55 1	280 415 15	2 0
2001-3000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1 3	55 0	130 205 6	1 6	55 0	180 300 9	1 9	55 1	270 420 14	2 1	55 1	375 540 21	2 3
3001-4000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1 3	55 0	140 230 6	1 6	55 0	210 330 10	2 0	55 1	295 445 13	2 3	55 1	420 630 24	2 4
4001-5000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1 4	55 0	165 255 7	1 8	55 0	235 375 12	2 1	55 1	345 495 17	2 3	55 1	445 700 26	2 5
5001-7000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	95 150 3	1 4	55 0	165 255 7	1 8	55 0	260 380 12	2 1	55 1	370 520 18	2 3	55 1	455 750 28	2 6
7001-10,000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	120 175 4	1 5	55 0	190 290 8	1 9	55 0	285 405 13	2 1	55 1	370 545 19	2 4	55 1	540 820 31	2 7
10,001-20,000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	120 175 4	1 5	55 0	190 290 8	1 9	55 0	310 430 14	2 2	55 1	420 595 21	2 4	55 1	600 940 36	2 8
20,001-50,000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	150 205 6	1 7	55 0	215 305 9	2 0	55 0	335 455 15	2 2	55 1	485 690 25	2 5	55 1	745 1150 41	2 9
50,001-100,000	55 0	45 120 2	1.2	55 0	150 205 6	1 7	55 0	240 330 10	2 1	55 0	360 480 16	2 3	55 1	555 760 28	2 6	55 1	810 1140 45	3 0

FACTORES PARA CALCULAR, LINEAS CENTRALES GRAFICAS Y LIMITES DE CONTROL 3-SIGMA PARA  $\bar{X}$ , s, y R

Observaciones en la muestra, n	Gráfica para medias						Gráfica para desviaciones estándar						Gráfica de rangos					
	Factores para los límites de control			Factores para la línea central			Factores para los límites de control			Factores para la línea central			Factores para los límites de control			Factores para la línea central		
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	c <sub>4</sub>	1/c <sub>4</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>8</sub>	d <sub>2</sub>	1/d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2593	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548	0.451	1.548
25	0.600	0.155	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541	0.459	1.541

Reproducida de ASTM-515D con el amable permiso de la American Society for Testing and Materials.

TABLA No. 3

Términos acumulativos, límite binomial exponencial de Poisson.

c	c' o np'									c	c' o np'										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		0	1	2	3	4	5	6	7	8		
0.02	980	1000								0.02	5.00	007	010	125	265	440	616	762	867	930	5.00
0.04	961	999	1000							0.04	5.10	006	037	116	251	423	598	747	856	925	5.10
0.06	942	995	1000							0.06	5.20	006	034	109	238	406	581	732	845	918	5.20
0.08	923	992	1000							0.08	5.30	005	031	102	225	390	563	717	833	911	5.30
0.10	905	995	1000							0.10	5.40	004	029	095	215	373	546	702	822	903	5.40
0.15	861	996	999	1000						0.15	5.50	004	027	088	202	358	529	686	809	894	5.50
0.20	819	982	995	1000						0.20	5.60	004	024	082	191	342	512	670	797	896	5.60
0.25	779	970	993	1000						0.25	5.70	003	022	077	180	335	495	654	784	877	5.70
0.30	741	963	994	1000						0.30	5.80	003	031	072	170	313	478	638	771	867	5.80
0.35	705	951	994	1000						0.35	5.90	003	019	067	160	299	462	622	758	857	5.90
0.40	670	938	992	995	1000					0.40	6.00	002	017	062	151	285	446	606	744	847	6.00
0.45	638	925	985	999	1000					0.45	6.10	002	016	058	143	272	430	590	730	837	6.10
0.50	607	910	986	998	1000					0.50	6.20	002	015	054	134	259	414	574	716	826	6.20
0.55	577	894	982	998	1000					0.55	6.30	002	013	050	126	247	399	558	702	815	6.30
0.60	549	878	977	997	1000					0.60	6.40	002	012	046	119	235	384	529	687	803	6.40
0.65	522	861	972	996	999	1000				0.65	6.50	002	011	043	112	224	369	527	673	792	6.50
0.70	497	844	966	994	999	1000				0.70	6.60	001	010	040	105	213	355	511	658	780	6.60
0.75	472	827	959	993	999	1000				0.75	6.70	001	009	037	099	202	341	495	643	767	6.70
0.80	449	809	953	991	999	1000				0.80	6.80	001	009	034	093	192	327	480	628	755	6.80
0.90	407	772	937	987	998	1000				0.90	6.90	001	008	032	087	182	314	465	614	742	6.90
1.00	368	736	920	981	996	999	1000			1.00	7.00	001	007	030	082	173	301	450	599	729	7.00
1.10	333	699	900	974	995	999	1000			1.10	7.20	001	006	025	072	156	276	420	569	703	7.20
1.20	301	663	879	966	992	998	1000			1.20	7.40	001	005	022	063	140	253	392	539	676	7.40
1.30	273	627	857	957	989	998	1000			1.30	7.60	000	004	019	055	125	231	365	510	648	7.60
1.40	247	592	833	946	986	997	999	1000		1.40	7.80	...	004	016	048	112	210	338	481	620	7.80
1.50	223	558	809	934	981	996	999	1000		1.50	8.00	...	003	014	042	100	191	313	453	593	8.00
1.60	202	525	783	921	976	994	999	1000		1.60	8.20	...	003	012	037	089	174	290	425	565	8.20
1.70	183	493	757	907	970	992	998	1000		1.70	8.40	...	002	010	032	079	157	267	399	537	8.40
1.80	165	463	731	891	964	990	997	999	1000	1.80	8.60	...	002	009	028	070	142	246	375	509	8.60
1.90	150	434	704	875	956	987	997	999	1000	1.90	8.80	...	001	007	024	062	128	226	348	482	8.80
2.00	135	406	677	857	947	983	995	999	1000	2.00	9.00	...	001	006	021	055	116	207	324	456	9.00
2.10	122	380	650	839	938	980	994	999	1000	2.10	9.20	...	001	005	018	049	104	189	301	436	9.20
2.20	110	354	622	819	927	974	993	998	1000	2.20	9.40	...	001	005	016	043	093	173	279	404	9.40
2.30	100	331	596	799	916	970	991	997	999	2.30	9.60	...	001	004	014	038	084	157	258	380	9.60
2.40	091	308	570	779	904	964	988	997	999	2.40	9.80	...	001	003	012	033	075	143	239	356	9.80
2.50	082	287	544	758	891	958	986	996	999	2.50	10.00	...	001	003	010	029	067	130	220	333	10.00
2.60	074	267	518	736	877	951	983	995	999	2.60	10.20	...	000	002	009	026	060	118	203	311	10.20
2.70	067	249	494	714	863	943	979	993	998	2.70	10.40	...	...	002	008	023	053	107	186	290	10.40
2.80	...	231	469	692	848	935	976	992	998	2.80	10.60	...	...	002	007	020	048	097	171	269	10.60
2.90	...	214	446	670	832	926	971	990	997	2.90	10.80	...	...	001	006	017	042	087	157	256	10.80
3.00	050	199	423	647	815	916	966	988	996	3.00	11.00	...	...	001	005	015	037	079	143	232	11.00
3.10	045	185	401	625	798	906	961	986	995	3.10	11.20	...	...	001	004	013	033	071	131	215	11.20
3.20	041	171	380	603	781	895	955	983	994	3.20	11.40	...	...	001	004	012	029	064	119	198	11.40
3.30	037	159	359	580	763	883	949	980	993	3.30	11.60	...	...	001	003	010	026	057	108	183	11.60
3.40	033	147	340	558	744	871	942	977	992	3.40	11.80	...	...	001	003	009	023	051	099	169	11.80
3.50	030	136	321	537	725	858	935	973	991	3.50	12.00	...	...	001	002	008	020	046	089	155	12.00
3.60	027	126	303	515	706	844	927	969	988	3.60	12.20	...	...	000	002	007	018	041	081	143	12.20
3.70	025	116	285	494	687	830	918	965	986	3.70	12.40	...	...	...	002	006	016	037	073	131	12.40
3.80	022	107	269	473	668	816	909	960	984	3.80	12.60	...	...	...	001	005	014	033	066	120	12.60
3.90	020	099	253	453	648	801	899	955	981	3.90	12.80	...	...	...	001	004	012	029	060	109	12.80
4.00	018	092	238	433	629	785	889	949	979	4.00	13.00	...	...	...	001	004	011	026	054	100	13.00
4.10	017	085	224	414	609	769	879	943	976	4.10	13.20	...	...	...	001	003	009	023	049	091	13.20
4.20	015	078	210	395	590	753	867	936	972	4.20	13.40	...	...	...	001	003	008	020	044	082	13.40
4.30	014	072	197	377	570	737	856	929	964	4.30	13.60	...	...	...	001	002	007	017	039	075	13.60
4.40	012	066	185	359	551	720	844	921	964	4.40	13.80	...	...	...	001	002	006	016	035	068	13.80
4.50	011	061	174	342	532	703	831	918	960	4.50	14.00	...	...	...	000	002	006	014	032	062	14.00
4.60	010	056	163	326	513	686	818	905	955	4.60	14.20	...	...	...	...	002	005	013	029	056	14.20
4.70	009	052	152	310	495	668	805	896	950	4.70	14.40	...	...	...	...	001	004	011	025	051	14.40
4.80	008	048	143	294	476	631	791	887	944	4.80	14.60	...	...	...	...	001	004	010	023	046	14.60
4.90	007	044	133	279	458	634	777	877	938	4.90	14.80	...	...	...	...	001	003	009	020	042	14.80
5.00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5.00	...	...	...	...	...	001	003	008	018	037	15.00

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or date, which is mostly illegible due to blurring and low contrast.