

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD EN EL  
PRODUCTO TERMINADO EN UNA PLANTA TEXTIL DE TEJIDO DE  
PUNTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JUAN GABRIEL CASTILLO MORALES**

ASESORADO POR INGA. ROSSANA M. CASTILLO R.

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

# INDICE GENERAL

<b>INDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1. GENERALIDADES</b>	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. A qué se dedica la empresa	2
1.1.2. Organización de la empresa	3
1.1.3. Descripción de puestos	3
1.1.4. Visión de la empresa	5
1.1.5. Misión de la empresa	5
1.2. Definición de Control estadístico de Calidad	6
1.3. Definición de Estadística Descriptiva	6
1.3.1. Medidas de tendencia central	7
1.3.2. Medidas de dispersión	7
1.3.3. Teoría de muestreo	8
1.4. Métodos Estadísticos	9
1.4.1. Gráficos de Control	9
1.4.2. Histogramas	11
1.4.3. Diagrama de Pareto	12
1.4.4. Diagrama de causa y efecto	13
1.5. Textiles	14
1.5.1. Reseña histórica	14
1.5.2. Tejidos de punto	15
1.5.3. Procesos de fabricación de tela	16
1.5.4. Colorimetría para telas teñidas	17
1.5.5. Laboratorio de Control de Calidad	18

<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>21</b>
2.1.	Descripción del proceso actual	21
2.2.	Diagrama de flujo de operaciones actual	23
2.3.	Diagrama de Recorrido de proceso actual	25
2.4.	Descripción de procedimientos utilizados de control de calidad del producto terminado	28
2.5.	Descripción de procedimientos de control en el producto en proceso	29
2.6.	Criterios de aceptación y rechazo actuales	29
2.7.	Análisis de la situación actual	30
2.7.1.	Calidad correctiva actual	30
2.7.2.	Calidad preventiva actual	31
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE CALIDAD</b>	<b>33</b>
3.1.	Procedimientos propuesto para la medición de los resultados	33
3.1.1.	Pruebas de peso	33
3.1.2.	Pruebas de anchos	34
3.1.3.	Pruebas de encogimiento	34
3.1.4.	Pruebas de torsión	36
3.1.5.	Pruebas de solidez al lavado	37
3.1.6.	Pruebas de solidez al frote	38
3.1.7.	Control de tonos	39
3.1.8.	Inspección de tela	41
3.2.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado	42
3.3.	Presentación de programa preventivo de calidad	45
3.3.1.	Evaluación de puntos críticos de control	46
3.3.2.	Elaboración de fichas técnicas por producto	48
3.3.3.	Elaboración de estándares de puntos críticos	48
3.3.3.1.	Parámetros de aceptación de materias primas	49

3.3.3.2.	Estándares y parámetros para las diferentes estaciones de trabajo	50
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD</b>	<b>53</b>
4.1.	Implementación de gráficos de control	53
4.1.1.	Pruebas de peso	54
4.1.2.	Pruebas de anchos	57
4.1.3.	Pruebas de encogimiento	59
4.1.4.	Pruebas de torsión	64
4.1.5.	Pruebas de solidez al lavado	66
4.1.6.	Pruebas de solidez al frote	69
4.1.7.	Control de tonos	71
4.1.8.	Inspección de tela	74
4.2.	Criterios de aceptación y rechazo del producto	76
4.3.	Diagrama de Pareto para control de la tela reprocesada	77
4.4.	Histogramas	80
4.5.	Diagramas causa y efecto	83
4.6.	Implementación de hojas de control	86
4.6.1.	Reportes	90
4.6.2.	Certificados de Calidad	92
4.6.3.	Hojas de tabulación	94
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>97</b>
5.1.	Interpretación de los resultados de la medición de calidad	97
5.2.	Evaluación de métodos propuestos	108
5.3.	Evaluación de hojas de control propuestas	109
5.4.	Resultados de la implementación de Gráficos de control	109
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>115</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>117</b>



# INDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Estructura general de un gráfico de control	10
2.	Histogramas Representativos	11
3.	Gráfica de Pareto	13
4.	Ejemplo de un diagrama de causa y efecto	14
5.	Interpretación de resultados de Delta "E"	18
6.	Diagrama de flujo de operaciones actual	23
7.	Diagrama de recorrido actual	27
8.	Procedimiento de ponchado de tela	34
9.	Fórmulas para el calculo de encogimiento	35
10.	Fórmula para determinar el torque	37
11.	Interpretación de resultado Delta "E"	40
12.	Diagrama de flujo de operaciones mejorado	42
13.	Gráfico de peso	55
14.	Gráfico de ancho	58
15.	Gráfico de encogimiento largo	63
16.	Gráfico de encogimiento ancho	63
17.	Gráfico de torsión	66
18.	Gráfico solidez al lavado	67
19.	Gráfico solidez al frote	71
20.	Gráfico de tonos	72
21.	Gráfico de inspección de tela	76
22.	Diagrama de Pareto para tela reprocesada	79

23.	Comparativo % de utilización por mes	81
24.	Comparativo % de reprocesos por mes	82
25.	Comparativo libras empacadas por mes	83
26.	Diagrama causa efecto	85
27.	Hoja de control	89
28.	Certificado de calidad	93
29.	Reporte de inspección de tela	95
30.	Distribución normal de datos para pruebas de peso	97
31.	Distribución normal de datos para pruebas de anchos	98
32.	Distribución normal de datos para pruebas de encogimiento a lo largo	99
33.	Distribución normal de datos para pruebas de encogimiento a lo ancho	100
34.	Distribución normal de datos para pruebas de torsión	102
35.	Distribución normal de datos para pruebas de solidez al lavado	103
36.	Distribución normal de datos para pruebas de solidez al frote	104
37.	Distribución normal de datos para pruebas de control de tonos	105
38.	Distribución normal de datos para pruebas de inspección de tela	107

## TABLAS

I. Condiciones de un laboratorio de calidad	19
II. Parámetros de aceptación de encogimientos	36
III. Clasificación de escala de grises	38
IV. Interpretación de resultado de comparación entre la muestra y el estándar de $dl^*$ , $da^*$ y $db^*$	40
V. Clasificación de defectos ( sistema 40 Pts. )	41
VI. Control de peso	56
VII. Control de ancho	58
VIII. Control de encogimiento largo	61
IX. Control de encogimiento ancho	62
X. Control de torsión	65
XI. Control de solidez al lavado	68
XII. Control de solidez al frote	70
XIII. Control de tonos	73
XIV. Inspección de tela	75
XV. Parámetros de aceptación de variables textiles	77
XVI. Resumen de defectos de lotes inspeccionados	78
XVII. Tabla de soluciones alternativas para problemas de reprocesos	80
XVIII. Reporte de calidad	91
XIX. Ventajas y desventajas de las hojas de control	109





## GLOSARIO

<b>AATCC:</b>	siglas en ingles de la Asociación Americana de Textileros, Químicos y científicos.
<b>ACEITE DE PINO:</b>	este se utiliza en la inspección de tela cruda ya que si se encuentra una mancha de aceite se rocía con este producto para que en el descruce la mancha desaparezca por medio de una reacción química.
<b>ACIDO ACÉTICO:</b>	sirve para neutralizar.
<b>ÁREA DE CENTRÍFUGAS:</b>	con estas máquinas se exprime la tela para poder secarla después.
<b>ÁREA DE COMPACTADO:</b>	en esta área se compacta la tela para darle los encogimientos y el peso de tela requerido.
<b>ÁREA DE PLEGADO:</b>	es esta área se cose los rollos de tela en 4 líneas de 8 rollos cada una para poder introducir las cuerdas de tela a la máquina de teñido.

<b>BUJES DE CARTÓN:</b>	de $\frac{3}{4}$ de pulg.. de diámetro, 3 mm de espesor y 32 plug.. de largo.
<b>CARBONATO DE SODIO:</b>	sirve para que el colorante agote mas, o sea que para que el colorante penetre mas en el tejido.
<b>COLORANTES REACTIVOS:</b>	colorantes en polvo, que reaccionan con ayuda de un medio electrolítico con las moléculas.
<b>COSIBILIDAD:</b>	es el grado en el que una tela resiste a ser cosida.
<b>DELTA E:</b>	es el valor numérico de la diferencia entre el color de 2 objetos tomados con un espectrofotómetro, un Delta E igual a cero significa que no hay diferencia en el color, y un Delta E igual a 3.5 indica que es un color diferente.
<b>ENCOGIMIENTOS:</b>	es el porcentaje que disminuye o aumenta una tela al ser lavada.
<b>ESPECTROFOTÓMETRO:</b>	aparto para medir cuantitativamente el color.
<b>FLEECE:</b>	tipo de tela, de tejido de punto.
<b>FRENCH TERRY:</b>	tipo de tela, de tejido de punto.

<b>GARMEN DYE:</b>	son prendas, que primero son confeccionadas y luego se tiñe esto es para evitar encogimientos para el cliente final.
<b>HIDROFILIDAD:</b>	capacidad de absorción de una tela.
<b>HIDROSULFITO:</b>	su función es para el desmonte del tejido y para lavar las máquinas: Ejemplo lavar máquinas manchadas por colorante y Óptico.
<b>HILO DE POLIÉSTER:</b>	este hilo se utiliza para unir los rollos de tela y debe ser resistente y no desteñir por eso se utiliza fibra de poliéster de color blanco.
<b>HUMIDIFICADOR:</b>	aparato para regular la humedad relativa de un área específica.
<b>JERSEY:</b>	tipo de tela de tejido de punto.
<b>MÁQUINAS DE TEÑIDO:</b>	en esta área es donde se tiñe la tela.
<b>MINITHERMAL</b>	tipo de tela, de tejido de punto.
<b>PERÓXIDO:</b>	es un blanqueador de tela.
<b>PH:</b>	se refiere al potencial de hidrógeno.
<b>PICE DYE:</b>	son prendas, que primero la tela es teñida y luego es confeccionada.

<b>PIGMENT DYE:</b>	son prendas, que primero se confeccionan y luego se tiñe con colorantes pigmentos.
<b>PIQUE:</b>	tipo de tela.
<b>PONCHADORA DE TELA:</b>	aparato para sacar la medida exacta de una tela para poderla pesar después.
<b>PRUEBAS DE CROCKING:</b>	prueba de solidez al frote de la tela, cuanto destiñe la tela a ser frotadas.
<b>REPROCIBILIDAD:</b>	uniformidad de los colores de diferentes batch de tela.
<b>RIB:</b>	tipo de tela, de tejido de punto.
<b>SAPONIFICADORES:</b>	químicos detergentes.
<b>SOLIDEZ AL LAVADO:</b>	medida de la cantidad que destiñe una tela al lavado.
<b>TÍTULO DEL HILO:</b>	es el peso en gr. por Kilómetro de hilo, se refiere al grosor del hilo un hilo titulo 18 es mas grueso y resistente que un hilo titulo 22.
<b>TORQUE:</b>	es el valor calculado de la torsión que presenta una tela al ser lavada o mojada.

## **RESUMEN**

En una empresa textil pueden existir muchos costos ocultos, los cuales pueden afectar la rentabilidad de la empresa. Estos costos pueden ser: los reprocesos, los cuales incurren en costos ocultos en químicos, horas-hombre, tiempo de maquina, así como perder capacidad en los procesos cuello de botella, por otro lado se puede estar produciendo un producto que no se encuentre dentro de las especificaciones del cliente, sin tener pleno conocimiento de ello, lo cual incurre en un exceso en el gasto de materias primas. Con el objeto de reducir los costos ocultos y mejorar la rentabilidad de una planta textil se propone el presente proyecto.

Para realizar una implementación de un sistema de calidad primero se debe saber cual es la situación actual de la empresa en estudio, específicamente del departamento de calidad, métodos utilizados, flujo de procesos, criterios de aceptación y rechazo, programas de calidad utilizados, en este caso se realizó un estudio de la situación actual de la empresa.

Después del análisis de la situación actual se procedió a proponer un diagrama de flujo de proceso mejorado, así también se proponen los métodos que deben seguirse para obtener los resultados de las variables de calidad de la tela, de tal manera que la forma de calcularlos siempre sea la misma. Se presenta un programa preventivo de calidad, con la identificación de puntos críticos de control y estándares de calidad del proceso.

Para hacer mas fácil la toma de decisiones, se propone un sistema de control estadístico de calidad, con ayuda de gráficos de control, criterios de aceptación y rechazo del producto, histogramas, diagramas de Pareto, diagramas de causa y efecto y fichas técnicas entre otros.

Para terminar se ejemplifican formas de interpretar los resultados de los gráficos de control obtenidos en las pruebas de calidad realizadas, también se evalúan los resultados que se podrían tener al implementar los nuevos procedimientos de medición de calidad y las hojas de control propuestas.

# OBJETIVOS

## GENERAL

Proponer un nuevo sistema de Control Estadístico de Calidad para el producto terminado dentro de una planta textil de tejido de punto, para el mejoramiento de la toma de decisiones y la aceptación de pedidos por el cliente.

## ESPECÍFICOS

1. Describir los procedimientos utilizados en una planta textil para elaborar telas teñidas y enunciar los puntos críticos de control del proceso.
2. Determinar y describir de los diferentes métodos estadísticos que garanticen la calidad de un tejido de punto.
3. Diagnosticar la situación actual del departamento de calidad de la textilera.
4. Enunciar las variables que deben ser estudiadas con ayuda de estadísticos de calidad.
5. Proponer gráficos de control para que los responsables de tomar decisiones evalúen matemáticamente las soluciones alternativas.
6. Elaborar procedimientos para poder hacer las pruebas de calidad.
7. Proponer un sistema de evaluación continua de los resultados para poder realizar una mejora en los procedimientos





# INTRODUCCIÓN

Los estudios de Ingeniero Industrial, nos han enseñado técnicas y formas para mejorar la eficiencia, aumentar la productividad y mejorar la calidad. Actualmente estas son muy importantes ya que se vive en un mundo muy competitivo y quien no pueda implementar estas estrategias quedara fuera del mercado. Esto implica la aplicación de métodos estadísticos adecuados para un proceso de control de calidad en el cual se reduzcan los costos sin tener que sacrificar la calidad del producto.

El presente trabajo de graduación propone la implementación de un sistema de Control Estadístico de Calidad en el producto terminado de una planta textil de tejido de punto. La propuesta se basa en la elaboración de procedimientos estandarizados para efectuar las mediciones de los parámetros de calidad, la implementación de gráficos de control para desarrollar criterios de aceptación y rechazo del producto y la elaboración de formatos para la tabulación presentación y certificación de los resultados de calidad.

Una planta textil de tejido de punto, se dedica a elaborar tela para poder trabajarla y convertirla en prendas de vestir, puede empezar su proceso desde la elaboración del hilo, para utilizarlo en el tejido de rollos de tela, luego teñir la tela y darle acabados especiales. La empresa que será estudiada utiliza como materia prima tela tejida en Estados Unidos en máquinas circulares, la cual se importa para proceder teñirla y darle los acabados que puedan solicitar los clientes, los cuales son empresas que maquilan productos de exportación únicamente.

Con la implementación de un control estadístico de calidad las decisiones referentes al curso de acción ante un determinado problema, defecto o no conformidad se puede hacer de una manera normativa siguiendo procedimientos y no a través del criterio de la persona a cargo el cual puede verse influido por presiones del área de producción o de tiempo de entrega.

Los procedimientos estadísticos que se pretenden implementar están enfocados a ayudar tanto las textileras, para mejorar su calidad, como a las empresas que compran el producto (maquilas) que desean verificar la calidad de su materia prima y no poseen procedimientos establecidos para poder aceptar o rechazar un lote de tela. Con estas herramientas estadísticas ellos podrán implementar fácilmente inspecciones de su materia prima antes de utilizarla y asegurar la calidad de su producto.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 Descripción de la empresa

Grupo Texpasa fue fundado en 1992 en Quetzaltenango, Guatemala. Desde entonces se ha convertido en uno de los principales exportadores de productos de algodón. La corporación incluye compañías que se especializan en cada una de las fases de la producción: Hilado, Tejido, Teñido y Acabado. Esto permite una flexibilidad para ofrecer a sus clientes gran variedad de productos para la industria textil.

El hilado actualmente se encuentra en México, la fabrica de tejido se encuentra en Estados Unidos y la fabrica de teñido y acabados en Guatemala con énfasis en calidad, responsabilidad y una capacidad de producción de 750,000 libras al mes, este grupo de compañías cuentan con una gran demanda.

El Grupo Texpasa cree firmemente en los derechos laborales de los trabajadores, y se respetan dichos derechos para no transgredir la ley. No se exceden las horas establecidas para laborar, no se explota. Su filosofía es asegurar la seguridad, comodidad y buen ambiente de los trabajadores.

Al trabajar en los alrededores de Guatemala les crea conciencia su responsabilidad en el medio ambiente. Se cuenta con una de las plantas de tratamiento de agua avalada por el gobierno, y todas sus instalaciones cumplen con los estándares establecidos para la protección del medio ambiente. ( Folleto Texpasa, 1998, pp. 2-3).

### **1.1.1. A que se dedica la empresa**

Texpasa es una empresa con mas de 300 trabajadores y colaboradores en Guatemala y Estados Unidos. Como principal objetivo Texpasa se dedica a la fabricación de tela para la elaboración de prendas de vestir de tejido de punto y exportación de estas a distintos clientes en Estados Unidos. Texpasa cree firmemente en la calidad de sus productos y materias primas es por esto que la mayoría de los materiales usados en la producción son importados de Estados Unidos y Europa.

Es posible teñir algodón y poliéster, los principales tipos de tela que se trabajan son: *Jersey*, *French Terry*, *Pique*, *Minethermal* y *Ribs*. Se tiene además la capacidad de crear algunos tipos especiales de acabados como *Fleece*, tela abierta, compactado de tela rallada en rollos y flejada.

Para el teñido se utilizan máquinas totalmente automatizadas que permiten establecer un control estricto. Después de que el producto es teñido, el producto se exprime, se seca y se compacta tubular o bien en anchos abiertos, es decir se abre la tela.

Texpasa también cuenta con Lavadoras industriales las cuales permiten llevar a cabo distintos procesos de teñido en prenda (*garmendye*); el más usado es el teñido directo y el *stone wash*, también es posible hacer *pigmendye*. Se cuenta con una capacidad aproximada de 500,000 piezas al mes.

El Departamento de Control de Calidad con que cuenta actualmente la empresa se rige por un obsoleto sistema correctivo en el producto terminado, lo que ocasiona gastos extras en los costos de producción y fabricación, y que podrían ser evitados por medio de un sistema preventivo y aplicado a ciertos procesos; evitando así la pérdida de tiempo que ocasiona una inspección final, los costos de reproceso de los productos y los costos por desechar aquel producto que no puede ser reprocesado por no cumplir con las especificaciones exigidas o por errores y fallas que presentan las máquinas o los operarios. ( Folleto Texpasa, 1998, pp. 3-4).

### **1.1.2. Organización de la empresa**

La empresa es una sociedad anónima y cuenta con 300 empleados.

La empresa labora las 24 horas del día y los operarios tienen turnos en los cuales trabajan 12 horas, en el turno diurno se trabajan las correspondientes 8 horas diarias y 4 horas extras al día. En el turno nocturno se trabajan las correspondientes 6 horas diarias y 6 horas extras al día. La empresa paga el salario mínimo a sus empleados y cuenta con todas las prestaciones laborales que estipula el Código de Trabajo.

### **1.1.3. Descripción de puestos**

**Gerente General:** Es el encargado de tomar las decisiones más importantes, y de dirigir a la organización, se encarga de organizar a los gerentes, es el más alto puesto en la jerarquía.

**Gerente Administrativo:** Es el encargado de la organización del personal, pago de planilla, seguridad social, vacaciones y de administrar el área de administración.

**Gerente de Producción:** Es el encargado del control de la producción; y los horarios de entrada y salida del personal.

**Gerente Financiero:** Se encarga de evaluar los costos, los ingresos y egresos de la empresa, así como ordenar y revisar la contabilidad de la esta.

**Secretarias:** Se encargan de los asuntos pertinentes de cada gerente, hacer cartas, memos, hacer llamadas, pasar recados, etc.

**Contadores:** Son los encargados de la contabilidad, ingresos y egresos de la empresa, de tener al día todos los libros y cuentas.

**Auxiliar de Informática:** Es el encargado de la base de datos de la empresa y de utilizar los paquetes de computación mas adecuados y funcionales.

**Gerente de Recursos Humanos:** Persona encargada de la contratación de personal, adiestramiento y bienestar del mismo, así como de la base de datos de recursos humanos.

**Gerente de Área de Teñido y Acabados:** Es el encargado de planificar controlar y tomar decisiones en funciones del proceso de teñido y acabado.

**Gerente de Área de Programación y Logística:** Es el encargado de programar, planificar la producción y estimar el tiempo de entrega del producto.

**Encargado de Compras:** Persona encargada de hacer cotizaciones y compras de producto, herramientas y repuestos.

**Mensajero:** Se encarga de llevar cartas, cobrar cheques y realizar todo tipo de encomienda que se le ordene.

**Supervisores:** Supervisar a los operarios en su trabajo y elaboración de reportes.

**Operarios:** Personal que se encuentra en contacto directo con el proceso y son responsables del desarrollo del proceso en el que no pueden tomar decisiones sin autorización.

**Personal de seguridad:** Son los encargados de cuidar tanto las instalaciones mobiliario y maquinaria como el producto final en proceso y materia prima. Estos se encargan, según órdenes específicas, de restringir la entrada en la puerta.

**Personal de limpieza:** Son los encargados de mantener limpias las instalaciones de la empresa.

#### **1.1.4. Visión de la empresa**

“Ser la empresa líder en América en la elaboración de tela, proporcionando la mejor calidad, en el menor tiempo, con clientes siempre satisfechos”. ( Folleto Texpasa, 1998, pp. 6).

#### **1.1.5. Misión de la empresa**

“La elaboración de tela de tejido de punto de la mejor calidad, en el menor tiempo, con eficiencia y productividad. Por encima de cualquier otra cosa en la organización se tratara a los empleados con respeto, interés, y atención para mantener la más alta motivación e identificación de los empleados hacia la empresa”. ( Folleto Texpasa, 1998, pp. 6).



## **1.2. Definición de Control estadístico de Calidad**

“El control estadístico de calidad es un método científico riguroso el cual nos sirve para poder identificar la calidad y la productividad que se pueden esperar de un determinado proceso productivo, de esta manera podemos incorporar el control de la calidad y la productividad al proceso de producción”. (Evans y Lindsay, 1995)

También el control estadístico de calidad, nos sirve para poder descubrir inmediatamente cosas que estén saliendo mal, o bien mostrar en donde ocurre el problema ( una máquina mal ajustada, una aguja rota), debido a que puede hacerlo solo con una pequeña muestra, el mal funcionamiento es posible reportarlo de inmediato, lo cual permite reparar el problema rápidamente y no seguir produciendo producto defectuoso.

En la producción textil es muy importante el control estadístico de calidad ya que en un solo día se producen miles de unidades, y los problemas no se pueden detectar en la tela ( como el ancho, peso, encogimiento ) sino hasta el final del proceso, por esta razón la retroalimentación de cualquier error en la fabricación de la tela debe de ser inmediata.

## **1.3. Definición de Estadística Descriptiva**

La Estadística Descriptiva fórmula reglas y procedimientos para la presentación de una masa de datos en una forma más útil y significativa. Establece normas para la representación gráfica de los datos. "La Estadística Descriptiva es la organización y resumen de datos". (W. W. Daniel.)

### 1.3.1. Medidas de tendencia central

Es el valor numérico que sirve para describir la ubicación central de los datos o en que medida los datos tienden a agruparse en el centro

**MODA:** es el valor que aparece con la mayor frecuencia. Puede ser que en una serie de números no haya moda o haya varias.

**MEDIA:** es la suma de las observaciones realizadas dividida entre la cantidad de observaciones correspondientes, es la medida mas común de la tendencia central.

**MEDIANA:** sirve para medir la tendencia central y se define como el valor que divide una serie de observaciones ordenadas de manera tal que la cantidad de elementos que la precede es igual a la cantidad de elementos que la siguen

### 1.3.2. Medidas de dispersión

Se describe mediante estas medidas como se diseminan o dispersan los datos en torno del valor central. Estas medidas de dispersión y las de tendencia central son necesarias para describir a un grupo de datos.

**Rango:** El rango de valores de una serie de números es la diferencia entre los valores u observaciones mayor y menor.

**Desviación Estándar:** Es el valor numérico expresado en las unidades de los valores observados, que mide la tendencia a la dispersión de los datos. Una desviación estándar grande indica una mayor variabilidad en los datos que en el caso de una desviación estándar pequeña.

### 1.3.3. Teoría de muestreo

La inspección con fines de aceptación se lleva a cabo en muchos momentos durante el proceso productivo. Puede haber inspección en la recepción de materias primas, inspección de producto en proceso, inspección final del producto terminado por el fabricante o por el comprador.

Todas las pruebas de aceptación que sean destructivas deben inevitablemente hacerse por muestreo, en otros casos se utiliza la inspección por muestras ya que el costo de una inspección al 100 % es muy alto, cuando hay muchos artículos semejantes que inspeccionar resulta mejor hacer la inspección por muestreo que al 100 % por la inevitable fatiga en la inspección que causa el ultimo caso.

Ningún procedimiento de muestreo puede eliminar todos los productos fuera de especificación, la mejor manera de estar seguros que el producto es bueno es, en primer lugar, hacerlo bien

Los planes de muestro pueden caer en dos tipos de errores:

**Error tipo 1:** (alfa) riesgo de productor AQL. Probabilidad de que al productor le rechacen producto bueno.

**Error tipo 2:** (beta) riesgo del consumidor LTPD. Probabilidad de que el consumidor acepte producto malo.

Algunos planes de muestreo pueden ser; planes AQL, Tablas de *Dodge Roming*, planes de muestro simple, muestreo doble y muestreos múltiples.

## **1.4. Métodos Estadísticos**

### **1.4.1. Gráficos de Control**

Se utiliza para indicar cuando las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable para el azar. Así mismo se trata de un registro gráfico de la calidad de una característica en particular, muestra si un proceso esta o no esta estable.

Las gráficas de control son herramientas estadísticas que permiten diferenciar entre variaciones naturales y no naturales. La variación no natural, es el producto de causas atribuibles, por lo general esta variación deberá ser corregida por personal cercano al proceso como lo son los operarios, técnicos empleados de mantenimiento y supervisores de primera línea.

La variación natural es el resultado de causas fortuitas, para mejorar la calidad requiere de la participación administrativa. Esto indica que entre el 80 y 85 % de los problemas relacionados con la calidad se atribuyen a la administración o al sistema, en tanto que entre el 15 y 20 % a los operarios.

Las gráficas de control solas no pueden determinar el origen del problema. Los operadores supervisores e ingenieros pueden recurrir otras herramientas para buscar la causa fundamental. ( Evans y Lindsay, 1995 ).

Los límites de control se obtienen de sumarle a la media de los datos 3 desviaciones estándar para el límite superior y restarle 3 desviaciones para el límite inferior, la probabilidad de que un dato este dentro de este rango es de 99.73 % es decir si un dato se encuentra fuera de estos límites es muy probable que sea por algún problema que se debe investigar.

Para obtener los límites superior e inferior de control se utiliza la siguiente fórmula:

$$LSC = LCC + A_2 R$$

$$LIC = LCC - A_2 R$$

En donde;

LSC = Límite superior de control

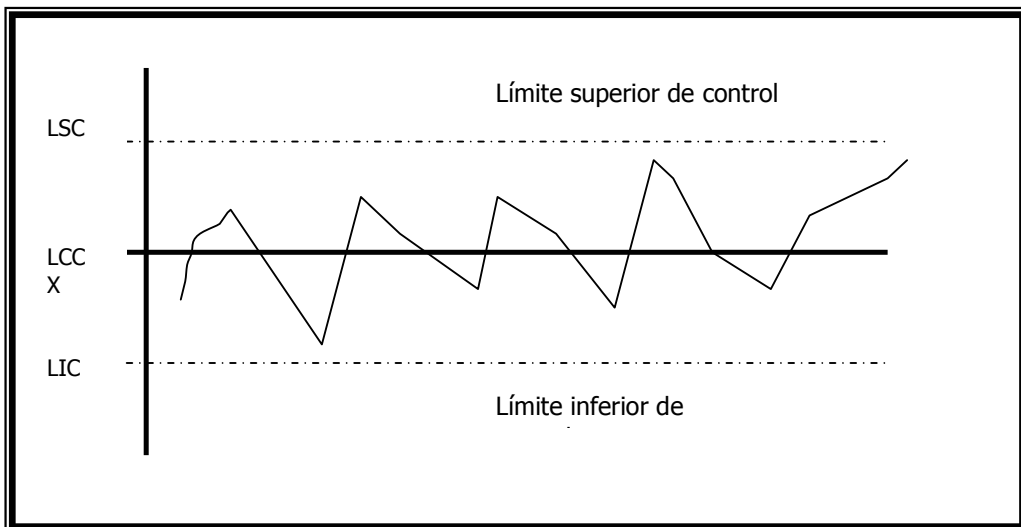
LIC = Límite inferior de control

A<sub>2</sub> = constante obtenida a partir de que son 25 datos

R = es el promedio obtenido del resultado de la diferencia en valor absoluto del dato mayor y el dato menor de las tres pruebas realizadas a cada lote de tela.

En la figura 1 se muestra la estructura general de un gráfico de control, en el podemos observar las líneas horizontales discontinuas que representan los límites superior e inferior de control.

**Figura No. 1**  
Estructura general de un gráfico de control

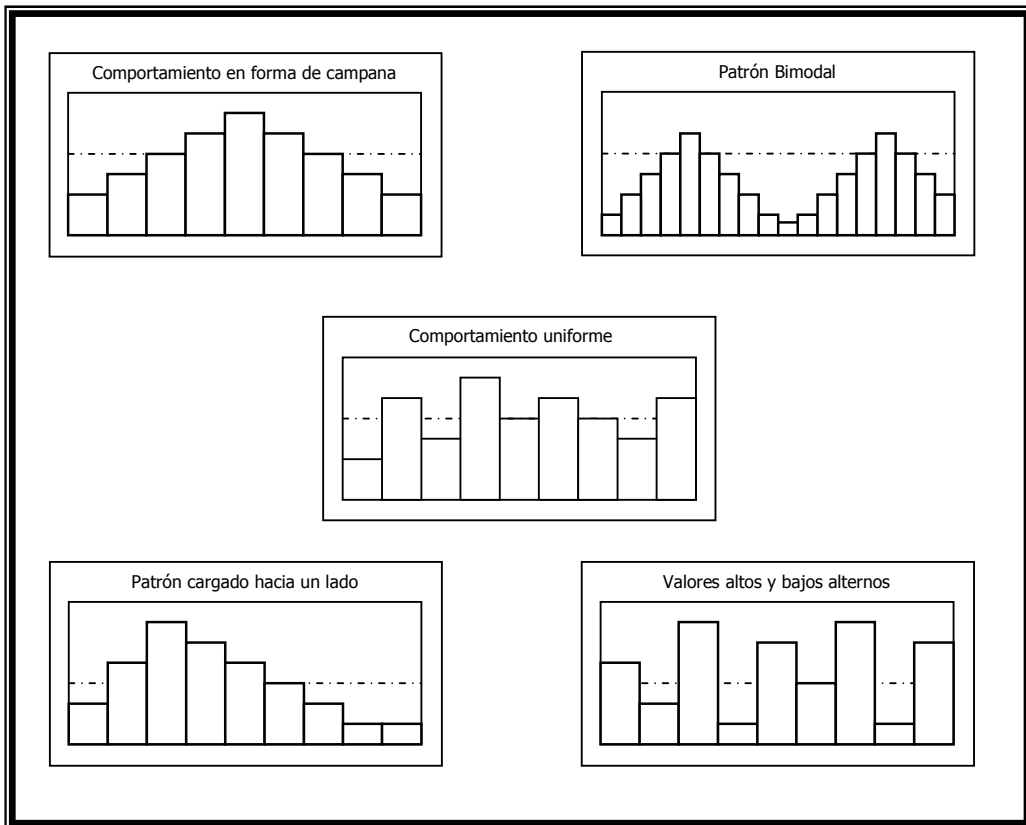


### 1.4.2. Histogramas

Un histograma es una representación gráfica de la variación en un conjunto de datos. Muestra la frecuencia o número de observaciones en determinado valor, o dentro de un grupo especificado. Los histogramas proporcionan pistas acerca de las características de la población primitiva de la cual se toma la muestra.

Al usar un histograma, se puede ver con claridad la forma de distribución y se puede hacer inferencias acerca de la población. ( Evans y Lindsay, 1995 ). La figura 2 muestra algunos histogramas que frecuentemente se encuentran en aplicaciones de control de calidad.

**Figura No. 2**  
Histogramas Representativos



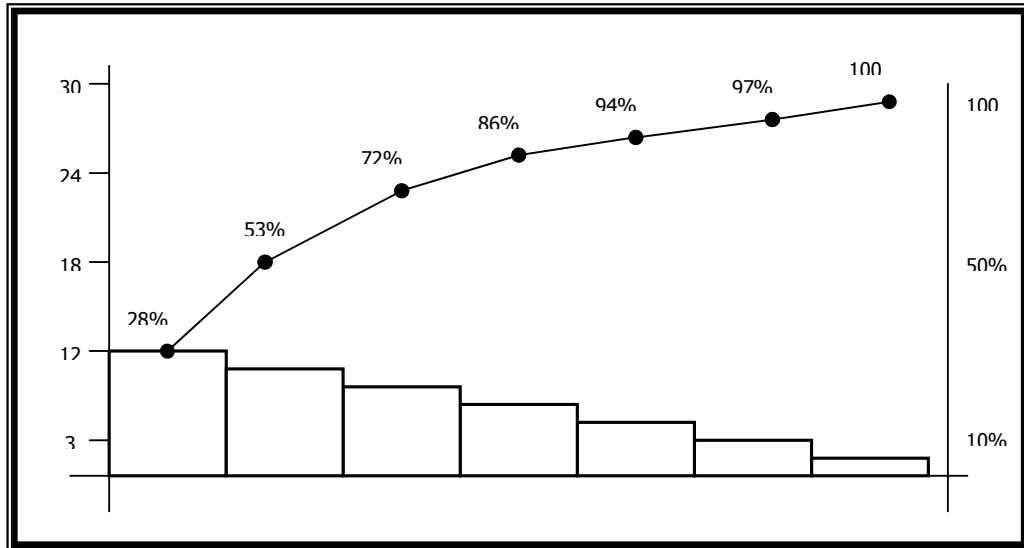
### **1.4.3. Diagrama de Pareto**

Cuando se habla de problemas de calidad, se habla de productos defectuosos y del costo que esto provoca, es decir, estamos hablando de pérdidas. Es importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida, pues la mayoría de ellas se deberán a unos pocos tipos de defectos y estos a su vez pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. (*Kume, 1997*).

Si se identifican las causas, de los pocos defectos vitales, se podrán eliminar, casi todas las pérdidas, lo cual dará lugar a concentrarse en las causas particulares, y dejar a un lado, momentáneamente, otros muchos defectos triviales. La utilización del diagrama de Pareto permite dar solución a este tipo de problemas en forma eficiente.

Un diagrama de Pareto es un histograma de los datos desde la mayor frecuencia hasta la menor. Con frecuencia se traza también una curva de frecuencia acumulada sobre el histograma, la cual muestra claramente la magnitud relativa de los defectos y puede ser utilizada para identificar oportunidades de mejora. En la figura 3 puede observarse en forma clara un ejemplo de un diagrama de Pareto.

**Figura No. 3**  
Gráfica de Pareto



#### 1.4.4. Diagrama de causa y efecto

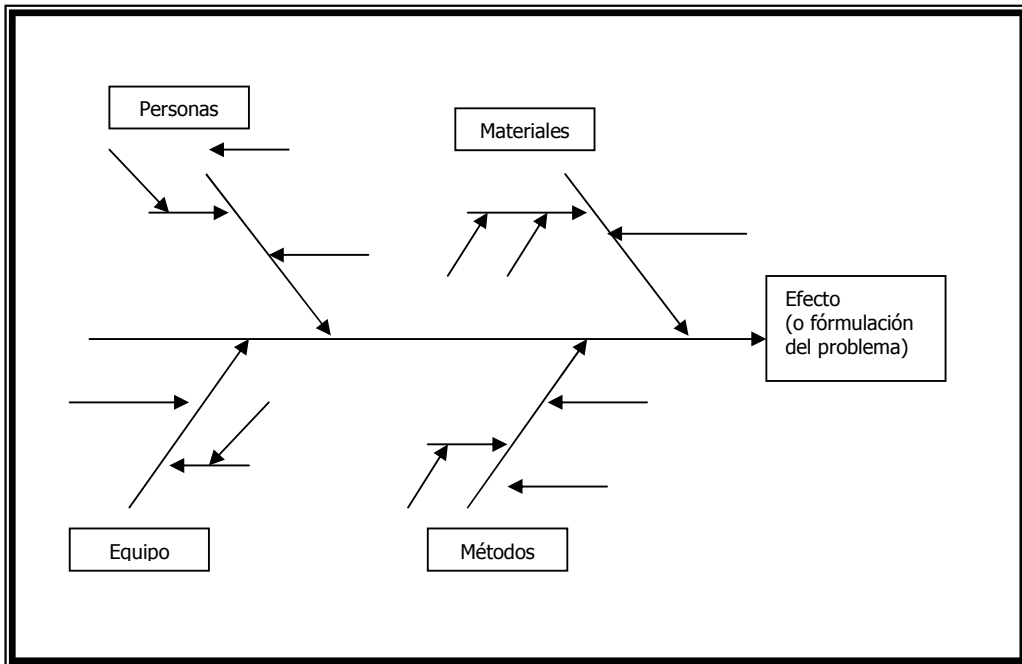
Puede haber variación en los productos de un proceso, así como otros problemas de calidad, a causa de diversas razones, como materiales, máquinas, métodos y mediciones. El resultado de un proceso puede atribuirse a una multitud de factores y es posible encontrar la relación causa-efecto de dichos factores.

Es difícil solucionar problemas complicados sin tener en cuenta esta estructura, la cual cuenta de una cadena de causas y efectos, y el método para expresar esto en forma sencilla y fácil es un diagrama de causa-efecto. Es un método gráfico sencillo para presentar una cadena de causas y efectos, y para obtener las causas y relaciones de organización entre las variables. Debido a su estructura, con frecuencia se le llama esqueleto de pescado. EL esqueleto de pescado en el diagrama de una cadena de relaciones lógicas entre las causas potenciales. Un diagrama de causa y efecto para la clasificación del proceso se basa en un diagrama de flujo del proceso.



En ese diagrama se indican los factores clave que influyen sobre la calidad de cada paso. ( *Evans y Lindsay, 1995* ). En la figura 4 podemos observar un diagrama de causa y efecto

**La Figura No. 4**  
Ejemplo de un diagrama de causa y efecto



## 1.5. Textiles

### 1.5.1. Reseña histórica

El algodón es la fibra más utilizada en la industria textil ya que tiene propiedades únicas que no son posibles de reproducir con fibras sintéticas, por ejemplo con altas temperaturas la fibra de algodón se expande provocando mayor flujo de aire a través de un tejido, lo cual provoca que la persona que utilice una camisa de algodón se sienta fresco al usarla, y por el contrario con una baja temperatura la fibra de algodón se enjuta provocando menor flujo de aire, esto hace sentir a la persona menos frío.

El algodón es una fibra vegetal natural, cuyo capullo se transforma en una bola ovalada que al madurar se abre y descubre unas semillas de color café o negras cubierta de una masa de pelos blancos, cada uno de estos pelos es una célula, la cual tiene el aspecto de una pajilla cuya longitud oscila entre 1.3 y 6 cm., y un diámetro de 0.001 mm. (*Hollen, 1997*)

### **1.5.2. Tejidos de punto**

El tejido de punto también llamado tejido de malla, es utilizado principalmente para la elaboración de playeras y camisetas, también para suéteres, *pants*, calcetines y ropa interior. La tela es tejida por hilos elaborados, principalmente con fibras de algodón aunque algunos pueden tener mezclas con fibras de poliéster, desde 99% algodón 1% poliéster, hasta 60% algodón 40% poliéster. El hilo se produce en máquinas especializadas, el cual no es más que una hebra formada de fibras textiles, el cual posee características de peso y longitud, a esta relación se le llama título de hilo. Los hilos mas utilizados para la producción textil van desde un hilo delgado y fino, como el título 30/1 hasta un titulo grueso como el 18/1.

Al manipular el titulo de hilo, el tipo de puntada, la galga de la máquina, y la cantidad de hilo por metro cuadrado utilizado, podemos obtener diferentes tipos de tela, los más elaborados son:

- *French Terrier*
- *Pique*
- *Jersey*
- *Rib*
- *Minithermal*

El tejido de punto se teje en máquinas circulares, produciendo tela tubular, la cual forma rollos de tela al tejerla. Las máquinas circulares pueden tener distintos diámetros y diseños, para poder obtener los anchos y tipos de tela deseados.

Las principales variables que se deben ajustar para obtener determinado peso, ancho y tipo de tela son: título de hilo, diámetro de la máquina, galga de la máquina, tipo de levas, poleas de alimentación, longitud de puntada, engranajes inferior y superior, alimentadores, tensión del hilo, velocidad, jalón del plegador, cordones, puntadas, mallas, ciclo de lubricación.

### **1.5.3. Procesos de fabricación de tela**

El proceso de fabricación de la tela empieza desde la bodega de conos de hilo, seguidamente se colocan los conos en la máquina tejedora, si la máquina estaba parada hay que enhebrar todos los hilos, por el contrario cuando la máquina ya esta cargada solamente se empalma con un pequeño nudo la punta del cono que se termino con la punta del nuevo cono.

Para tejer un rollo de tela de 50 lb. se necesitan aproximadamente 70 conos de hilo los cuales pasan por unas pequeñas poleas de alimentación hasta llegar a las agujas (1800 aprox.), las cuales se encuentran en el cilindro interno, el cual rota a aproximadamente 120 rev / min. Estas agujas tienen 3 pestañas las cuales sobresalen del cilindro interno y coinciden con el cilindro externo, en el que se encuentran las levas, las cuales tienen el diseño de trayectoria de las agujas. Al rotar las aguas unas suben y otras bajan, para tejer los hilos, los cuales van en la tela en forma de espiral.

La tela se va formando y en la parte inferior esta ubicado un plegador con tres rodos, los cuales van enrollando simultáneamente la tela. Al obtener el peso deseado se para la máquina, se procede a cortar con una tijera la tela y se vuelve a colocar en los rodos para sacar otro rollo de tela.

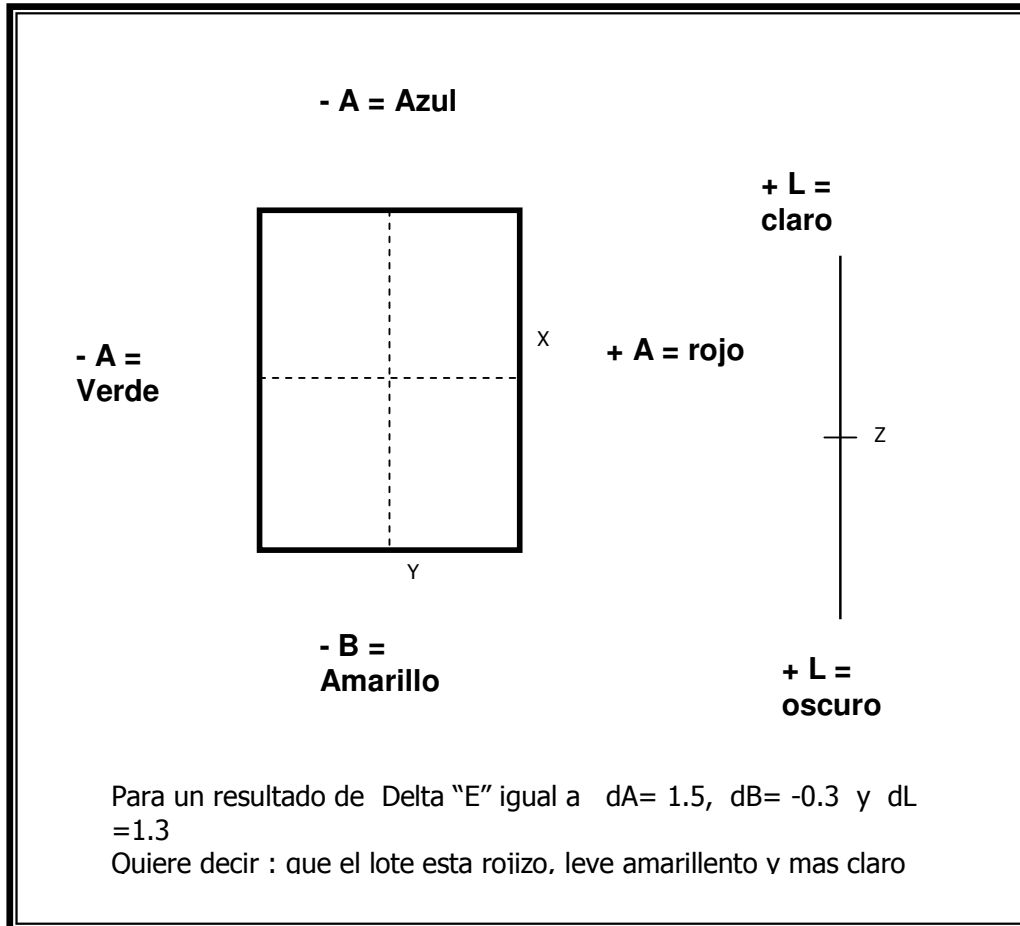
Cuando el rollo esta terminado se procede a pesarlo e identificarlo. Cada tercer rollo que produce una máquina se inspecciona al 100 % para detectar algún defecto que no se hubiera detectado en el proceso, como una aguja rota o mal ajustada, motas con aceite, agujeros, contaminación de hilo, barrados de tela, etc.

#### **1.5.4. Colorimetría para telas teñidas**

El proceso más complicado en una fabrica textil es el teñido de la tela ya que existen muchas variables que pueden incidir en el tono del producto terminado, como puede ser el tipo de algodón, los químicos, los colorantes, las máquinas, los procesos. Es por esto que los clientes tienen siempre una tolerancia para la reproducibilidad entre lote y lote.

Con ayuda de un espectrofotómetro podemos calcular el Delta E que no es mas que la distancia ponderada de las coordenadas de un color en tres dimensiones con las coordenadas de otro color, es decir, a cada color se le adjudica una coordenada única para poder ser medido cuantitativamente. Por medio de un programa de computadora se calcula el valor del color, en el eje X, el valor negativo representa el color verde y el positivo el rojo, en el eje y el valor negativo es el amarillo y el valor positivo es el azul, en este plano se determina el matiz o el color. Entre mas alejado este del origen mas puro es el color. En el eje Z se mide la luminosidad entre mas positivo es mas claro, entre mas negativo es mas oscuro. En la figura 5 vemos los resultados de una medición de Delta "E"

**Figura No. 5.**  
Interpretación de resultados de Delta "E"



### 1.5.5. Laboratorio de Control de Calidad

El laboratorio de Calidad es muy importante en una planta textil ya que debe haber un lugar en la planta para poder hacer las mediciones de los parámetros, este debe tener las condiciones de Humedad y temperatura apropiadas, de lo contrario los resultados pueden ser erróneos. (AATCC, 1997)

En un laboratorio debe contar como mínimo con los siguientes equipos y condiciones:

**Tabla No. 1**

Condiciones de un laboratorio de calidad

Humedad relativa	5.5%
Temperatura	25 °C
Área recomendada	30 m <sup>2</sup>

**Equipo para cálculo de peso, encogimiento, ancho y solidez**

- Mesas de trabajo
- Espectrofotómetro
- Ponchadota de peso
- Pesa digital
- *Crockimetro* y escala de grises para solidez
- Retazos de tela de 2" X 2"
- Caja de gris de luz de día, incandescente y fluorescente
- Cuadro plástico de 20" X 20"
- Marcadores, metros, tijeras y lupas
- Lavadora y secadora domesticas
- Detergente
- Computadora



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1 Descripción del proceso actual**

- De la bodega de materia prima se trasladan los rollos de tela al área de cosido. Ya con la orden de producción la cosedora une 4 líneas de 8 rollos c/u ajustando el peso requerido, tomando en cuenta la exactitud en el peso ya que la máquina de teñido lleva una relación de baño de 8:1 y para que el proceso se realice adecuadamente tiene que tener esas especificaciones exactas.
- Una vez cocidos y plegados los rollos se traslada la tela a la máquina de teñido, en donde se procede a cargar las cuatro cuerdas, entonces se programa la máquina desde la computadora central en el programa específico para cada tipo de color para el proceso de descruce y preparación para su posterior teñido.
- Al estar teñido el batch, se descarga la máquina y se transporta en cuatro carretas a la máquina de exprimido (llamadas centrífugas), en ellas con ayuda de una fuerza centrífuga se baja la humedad de la tela hasta un 50%.
- Ya que se ha exprimido la tela se procede a plegarla en la máquina plegadora, ya que la tela sale entorchada, y para poder secarla tiene que estar en plegada.



- El proceso de secado es a aproximadamente 9 mts. por seg. y una temperatura de 100 grados centígrados se seca el batch. Para lograr obtener una humedad más o menos de 6% se utiliza un Termo Scanner, el cual lee la temperatura a la que está saliendo la tela y sube o baja automáticamente la velocidad (más rápido, más húmedo), y saca un reporte de la uniformidad de humedad del batch. Es muy importante que el batch esté uniformemente húmedo, debido a que si no es así, tendríamos diferentes encogimientos dentro del mismo batch.
- A continuación, se procede a compactar la tela. En este paso se le da el acabado final a la tela. Se compacta primero sólo un rollo y se le sacan pruebas de encogimiento para ver como está encogiendo la tela y si el porcentaje de compactación fue el adecuado.
- Ya que está compactado el batch, se deja durante aproximadamente 6 horas, y se procede a hacer una inspección de calidad a una muestra del 10% del batch. Al mismo tiempo se sacan pruebas de Variables Cuantitativas de la Tela como lo son Prueba de color o Delta E, Torque, Encogimientos, Solidez al Lavado, Pruebas de *Croking*, Frote, Cosibilidad Hidrofilidad.
- El último proceso es el pesado y embolsado de la tela, para almacenarlo en la bodega hasta que lleguen por él.

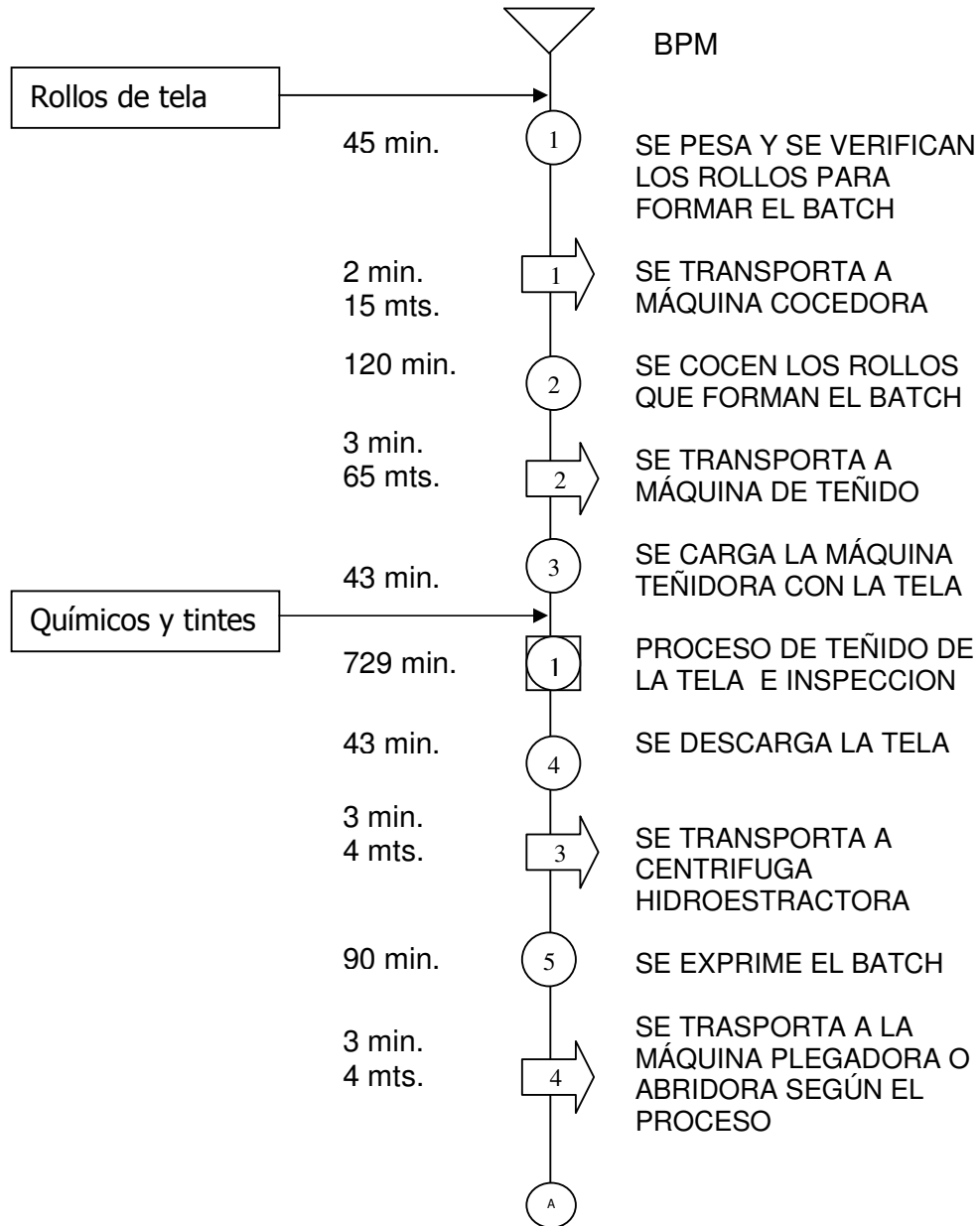
## 2.2 Diagrama de flujo de operaciones actual

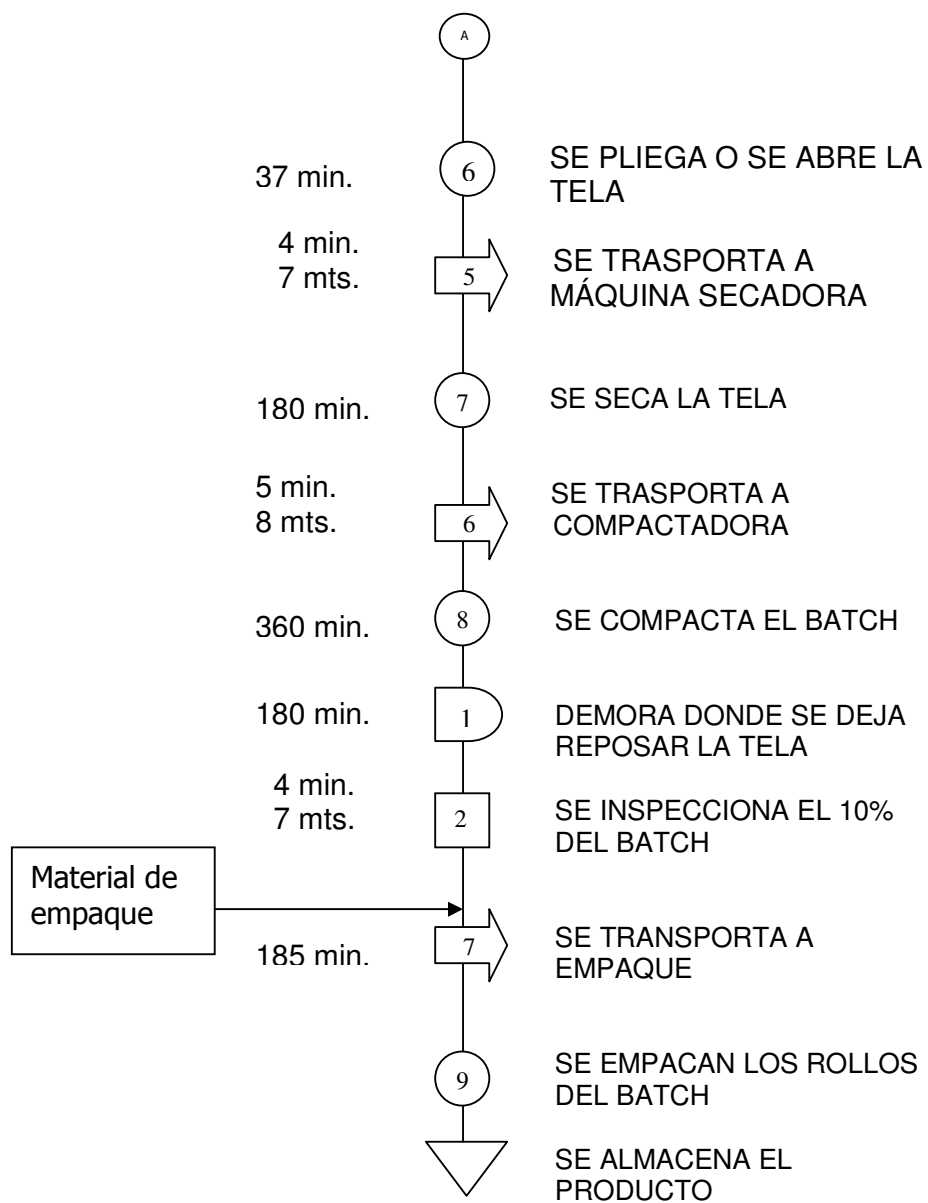
**Figura No. 6**

Diagrama de flujo de operaciones actual

**ASUNTO:** PLANTA TEÑIDO  
**INICIA:** B.M.P  
**FINALIZA:** B.P.T

**FABRICA:** TEXPASA  
**FECHA:** MAYO 2003  
**ANALISTA:** JCASTILLO



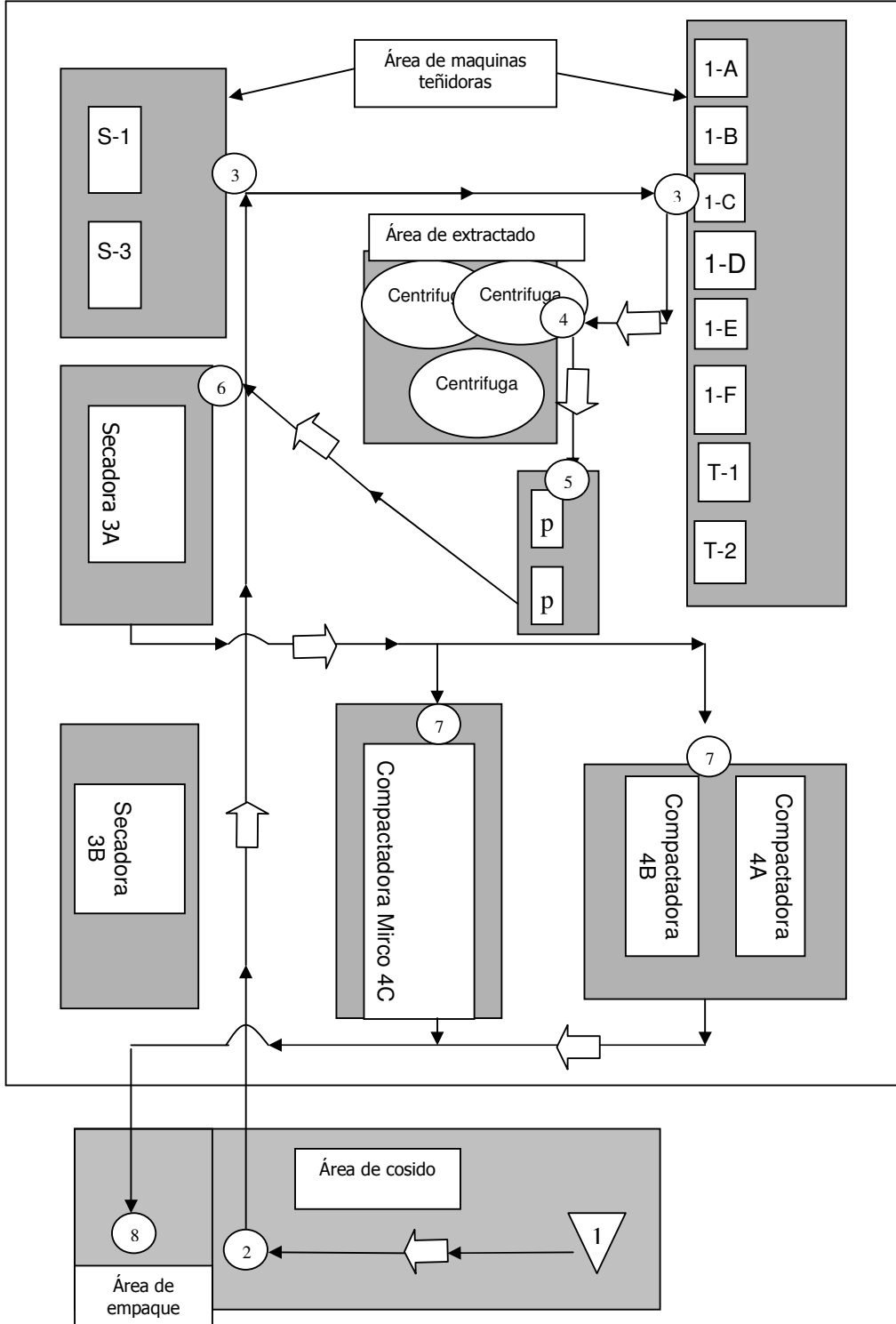




3. Área de teñidoras, se carga y descarga el batch para luego trasladarlo al área de extractado.
4. Área de extractoras, en donde se exprime el batch y luego se traslada al área de plegado.
5. Área de plegadoras, en esta área se plega el batch y luego se traslada al área de secado.
6. Área de secado, en esta área se seca el batch y luego se traslada al área de compactado.
7. Área de compactado, en donde se compacta el batch y luego se traslada al área de empaque.
8. Área de empaque, se pesa y empaca el batch.

El diagrama de recorrido se puede observar en la figura No. 7

**La Figura No. 7**  
Diagrama de recorrido actual



## **2.4. Descripción de procedimientos utilizados de control de Calidad del producto terminado**

Actualmente no existe un laboratorio de control de calidad, al producto terminado se le hacen pruebas sin ningún procedimiento, existe un cuarto con una mesa y dos escritorios en donde se revisa la tela y se hacen las pruebas de encogimiento y torque. Este cuarto no tiene la temperatura ni la humedad recomendada para un laboratorio de control de calidad.

Las pruebas de encogimiento y troqué se llevan a cabo sin un registro de los resultados, se escoge un rollo al azar, se corta dos retazos de la punta del mismo rollo, se marca el cuadro y se lleva a lavar y secar luego se mide sin dejar un tiempo de relajación de la tela.

Para obtener el peso de la tela se hace inmediatamente después de compactar sin dejar un tiempo de relajación de la tela, se corta un pedazo de 5" aproximadamente, se dobla en cuatro y se poncha, luego se pesa, sin llevar registro histórico.

Para la inspección de rollos se tienden 2 rollos sobre una mesa para ver si no tienen algún defecto, desenrollándolos a mano sobre la mesa hasta aproximadamente la mitad del rollo, luego se vuelve a enrollar pero quedan enrollados sin tensión.

La solidez al frote en húmedo y seco se hace con el crokimetro, con el mismo retazo utilizado para la prueba de peso, no se lleva registro de los resultados.

El color se compara con el estándar aprobado por el cliente, solamente poniendo un retazo y el estándar a la par y decidir si no esta muy alejado, no se utiliza espectrofotómetro para calcular el Delta E.

## **2.5. Descripción de procedimientos de control en el producto en proceso**

Los rollos de tela crudos se inspeccionan antes de coserlos para ver si no traen mallas, agujeros o algún defecto irreparable, los rollos de tela que salgan con algún defecto grave no se integran al batch de producción

Los químicos que proporciona el bodeguero son inspeccionados por el supervisor de lavado antes de utilizarlos en el proceso de teñido.

Los puntos críticos del proceso de teñido no son inspeccionados durante el proceso, únicamente el color al finalizar el suavizado en el cual se compara con el estándar, si no esta bien se procede a matizar para tratar de llegarlo al estándar.

## **2.6. Criterios de aceptación y rechazo actuales**

Actualmente se rechaza un batch si tiene un torque mayor de 10 %, el cual se procede a mojar y volver a compactar, por encogimiento generalmente no se rechaza el batch a menos que sea mayor del 15%.

EL peso de la tela no sirve como parámetro para aceptar o rechazar un batch, solamente le sirve al compactador para ajustar su máquina, para darle mayor alimentación o bien menor estiramiento.

La solidez la lavado y al frote se rechaza únicamente si la prenda destiñe demasiado pero no existe un parámetro cuantitativo, para reprocesarlo se le dan lavados con detergentes hasta que ya no desprenda mucho color.

El ancho de la tela se rechaza cuando tiene de +/- 1.5 “ , se reprocesa volviendo a compactar el batch.



La apariencia de la tela se rechaza cuando lleva demasiadas manchas, líneas, hoyos, lavado disparejo o alguna inconformidad, pero no se hace de una manera cuantitativa solamente si es imposible trabajarla, se procede a reprocesar los problemas que se pueden mejorar, si la tela llevara hoyos o el tinte estuviera disparejo, se separa el batch y se vuelve segundas lo malo.

El tono del color se compara visualmente, con los batch que se tiene alguna duda se le enseña al cliente para ver si lo acepta, pero no se utiliza un método cuantitativo ya que no se posee de un espectrofotómetro.

## **2.7. Análisis de la situación actual**

Actualmente Texpassa no cuenta con un departamento de control de calidad dedicado a mejorar los procesos y aumentar la calidad del producto, únicamente se dedica a obtener los resultados, de las variables de calidad, sin un procedimiento estandarizado, lo cual puede provocar errores en los cálculos de los resultados. No se ha analizado los costos que representan los reprocesos, no se han identificado los puntos críticos de control del proceso para asignar inspecciones que no dejen fluir producto a los siguientes procesos cuando ya se sabe que esta malo, ni tampoco el cumplimiento de las especificaciones pactadas con el cliente, para evaluar las tendencias y posibles mejoras.

### **2.7.1. Calidad correctiva actual**

Actualmente no existe ningún reporte histórico de los resultados obtenidos, tampoco ningún dato de los resultados de calidad por cliente ni por estilo.

Los rechazos se hacen por criterio de la persona que esta evaluando la tela y no con parámetros cuantitativos, lo cual incrementa la posibilidad de aceptar algo malo y rechazar algo que esta aceptable.

Los procedimientos para la obtención de resultados no se realizan uniformemente, ni con las recomendaciones del libro de la AATCC, esto puede ocasionar que los resultados obtenidos no sean fiables.

No existe un laboratorio de calidad que tenga las especificaciones de temperatura, humedad relativa y espacio para poder realizar las pruebas.

### **2.7.2. Calidad Preventiva actual**

Los productos que se elaboran en la fabrica no poseen una ficha técnica por estilo, donde especifique los parámetros a los que se debe calibrar cada máquina para que haya uniformidad entre lote y lote, esto aumenta la probabilidad de reprocesos, por tonos defectos y variables de calidad terminado.

Se carece de estándares de puntos críticos de proceso, esto implica que el producto se rechaza únicamente hasta que esta terminado, pudiendo haberse echo en el mismo proceso, para corregir el error antes de seguir el proceso de producción. Solamente se posee de un estándar del producto terminado.

Con la falta de estos controles aumentan la cantidad de reprocesos, lo cual incurre en costos significativos, estos a su vez ocasionan atrasos de las ordenes de producción, lo que provoca descontento de los cliente y en ocasiones descuentos monetarios en el pago.



### 3. PROPUESTA DE CALIDAD

#### 3.1. Procedimientos propuestos para la medición de los resultados

A continuación se presentan los distintos procedimientos que deben ser utilizados para el cálculo de las variables de calidad las cuales son:

- Pruebas de peso
- Pruebas de ancho
- Pruebas de encogimiento
- Pruebas de torque
- Pruebas de solidez al lavado
- Pruebas de solidez al frote
- Pruebas de tonos

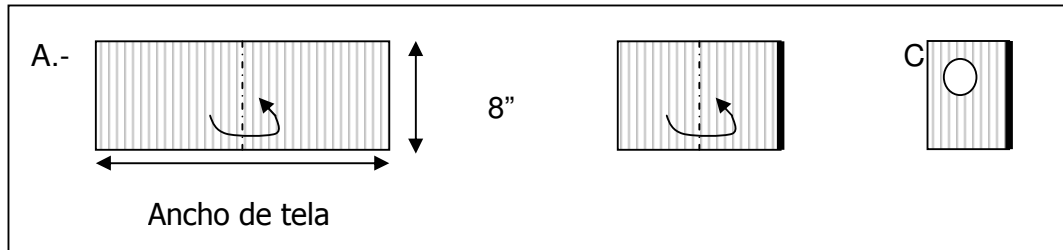
##### 3.1.1. Pruebas de peso

**Propósito:** Determinar el peso en gr. / m<sup>2</sup> de la tela acabada.

**Procedimiento:** Se debe cortar 8 pulg. de tela de cada rollo al cual se le hace prueba de encogimiento. Dejar relajar la tela durante un mínimo de 3 hrs. en un lugar a 65±5°C y una Humedad Relativa de 21% se debe doblar la tela en cuatro partes para obtener ocho círculos iguales, A) Se debe doblar a lo ancho por la mitad. B) Se debe doblar nuevamente por la mitad. C) Luego se procede a ponchar en la parte superior izquierda. (AATCC, 1997).

### Figura No.8

Procedimiento de ponchado de tela



Con los ocho círculos de tela se procede a pesarlos en la báscula ( en gr. ) y el resultado será Gr/m<sup>2</sup>.

#### 3.1.2. Pruebas de anchos

**Propósito:** Determinar el ancho de la tela, después de relajada, en Pulg.

**Procedimiento:** Después de dejar relajar la tela mínimo de 3 Hr. la muestra que se utiliza para peso será usada para determinar el ancho de la tela. También con el propósito de controlar los anchos dentro de los rollos, el inspector de tela debe medir el ancho en tres puntos específicos del rollo en el momento de la inspección visual del mismo, estos puntos específicos son al principio del rollo ( aprox. 5 yrd. De la punta inicial ), en medio del rollo y al final ( aprox. 5 yrd de la punta final). (AATCC, 1997)

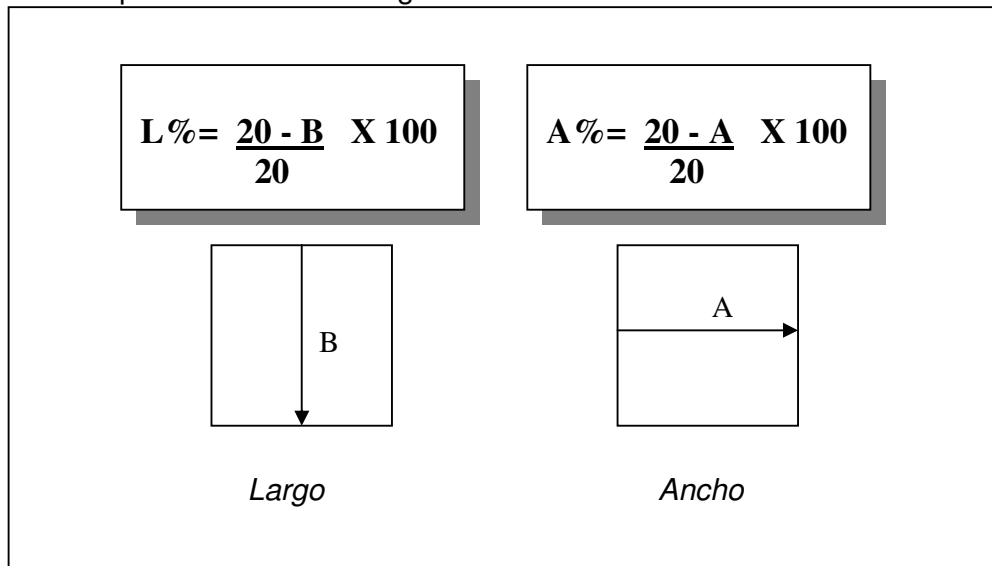
#### 3.1.3. Pruebas de encogimiento

**Propósito:** Determinación del porcentaje de encogimiento que presenta la tela después de un lavado normal el cual se calcula haciendo una medida estándar de 20" X 20" y midiéndola después de lavar y secar la prueba.

**Procedimiento:** El compactador cortara una yarda y un cuarto de tela de tres rollos diferentes, los cuales deberá identificar con el # de Batch, el ancho ( al cual fue pasado), el peso de la tela y el # de rollo, estos datos deberán ir en la cara que pasa por arriba al momento de compactarse. En el laboratorio de Calidad se procede a marcar con un marcador permanente un cuadro de 20" X 20", en la cara donde están los datos, a las tres muestras. Ya con las muestras marcadas, se llevan a la lavadora donde se programa la misma, a temperatura Tibia y ciclo de 45 min. , cuando la máquina haya llenado a nivel se le agrega 300 gr. de Detergente. (AATCC, 1997)

Al terminar el ciclo se trasladan las muestras a la secadora donde se programa a 30 min. Al estar completamente secas las muestras se llevan al laboratorio y se dejan relajar durante un mínimo de 30 min. Seguidamente se procede a medir el recuadro a lo largo y a lo ancho para obtener el porcentaje de *Encogimiento*. Para la obtención de estos parámetros se debe de utilizar las siguientes fórmulas.

**Figura No. 9**  
Fórmulas para calculo de encogimientos



## Parámetros de Aceptación:

**Tabla No. II**

Parámetros de aceptación para encogimientos

	LARGO	ANCHO
PICE DYE ( COLOR )	0 < L < 7.5 %	0 < L < 7.5 %
GARMEN DYE ( PFGD )	0 < L < 10 %	0 < L < 10 %

### 3.1.4. Pruebas de torsión

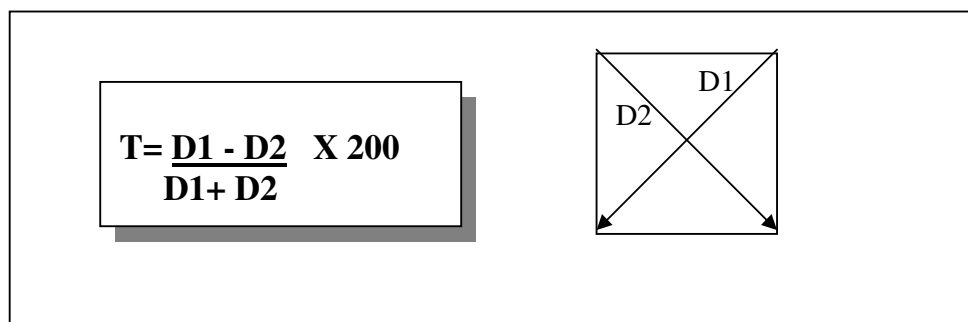
**Propósito:** Determinación del porcentaje de torsión que presenta la tela después de un lavado normal el cual se calcula haciendo una medida estándar de 20" X 20" y midiendo las diagonales después de lavar y secar la prueba.

**Procedimiento:** El compactador cortara 1 ¼ yardas de tela ( el mismo retazo que es utilizado para la prueba de encogimiento) de tres rollos diferentes, los cuales deberá identificar con el # de Batch, el ancho ( al cual fue compactado), el peso de la tela y el # de rollo, estos datos deberán ir en la cara que pasa por arriba al momento de compactarse. En el laboratorio de Calidad se procede a marcar con un marcador permanente un cuadro de 20" X 20", en la cara donde están los datos, a las tres muestras. Ya con las muestras marcadas, se llevan a la lavadora donde se programa la misma, a temperatura Tibia y ciclo de 45 min. , cuando la máquina haya llenado a nivel se le agrega 300 gr de Detergente. (AATCC, 1997)

Al terminar el ciclo se trasladan las muestras a la secadora donde se programa a 30 min. Al estar completamente secas las muestras se llevan al laboratorio y se dejan relajar durante un mínimo de 30 min. Seguidamente se procede a medir las diagonales de los cuadros resultantes. Para la obtención de estos parámetros se debe de utilizar la siguiente fórmula.

**Figura No. 10**

Fórmula para determinar el torque



**Parámetros de Aceptación:** 0% < Torque < 5.5%

**3.1.5. Pruebas de solidez al lavado**

**Propósito:** Determinar el grado que destiñe la tela después de un Lavado Normal, con la ayuda de la escala de colores, una lavadora y secadora domestica, y un retazo de tela 100 % blanco.

**Procedimiento:** Después de secado el Batch, junto con la prueba de encogimiento "antes de compactar" se debe coser un retazo de tela blanca ( ½ yarda ± 5 pulg. ), sobre ½ yarda ± 5 pulg., de la tela a la cual se le quiere evaluar la "solidez al lavado". Ya que están unidos la tela y el retazo blanco se procede a hacer un *Lavado Normal*. Al estar seca la tela, se evalúa el grado que ha desteñado. El cual puede ser desde un grado 5 que es muy buena solidez hasta un grado 1 que representa un desteñado muy intenso. (AATCC, 1997)



Con ayuda del Espectrofotómetro se debe calcular el Delta E entre el retazo blanco antes de lavar y después de lavar. El resultado obtenido en el espectrofotómetro de Delta "E" se debe comparar en la siguiente tabla para poder determinar cuantitativamente el grado que destiñe de la tela a evaluar según la escala de colores

**Tabla No. III**  
Clasificación de escala de grises

<b>Escala de Grises</b>	<b>Delta "E"</b>
5	< 0.80
4-5	$0.80 < X < 1.75$
4	$1.74 < X < 2.57$
3-4	$2.56 < X < 3.84$
3	$3.83 < X < 4.20$
2-3	$4.19 < X < 5.86$
2	$5.85 < X < 8.41$
1-2	$8.40 < X < 11.76$
1	> 11.77

**Parámetros de Aceptación:** > de 3 en escala de grises

### 3.1.6. Pruebas de solidez al frote

**Propósito:** Determinar el grado que destiñe la tela después de una prueba de frote, con la ayuda de un crockímetro, que simula el dedo índice frotando una tela y la escala de Grises para determinar el parámetro. Se utiliza solamente en colores.

**Procedimiento:** El mismo pedazo utilizado para la prueba de peso se utiliza para la prueba de peso. Este se debe colocar en la base del *Crockimetro* en forma plana y en dirección de la columna. Luego se coloca en el dedo de la máquina un cuadro de tela de *test* de 1 ¾" con las columnas paralelas a la tela de prueba, posicionado el dedo de la máquina, se procede a hacer girar la manecilla durante diez vueltas a razón de una vuelta por segundo. Esto se realiza en seco y en húmedo ( con una gota de agua en el cuadro de *test* ). (AATCC, 1997).

Al terminar se calcula el Delta E, que hay entre el cuadro de *test* antes y después de la prueba y el resultado se calcula en la tabla A-1, para obtener el valor de la escala de grises

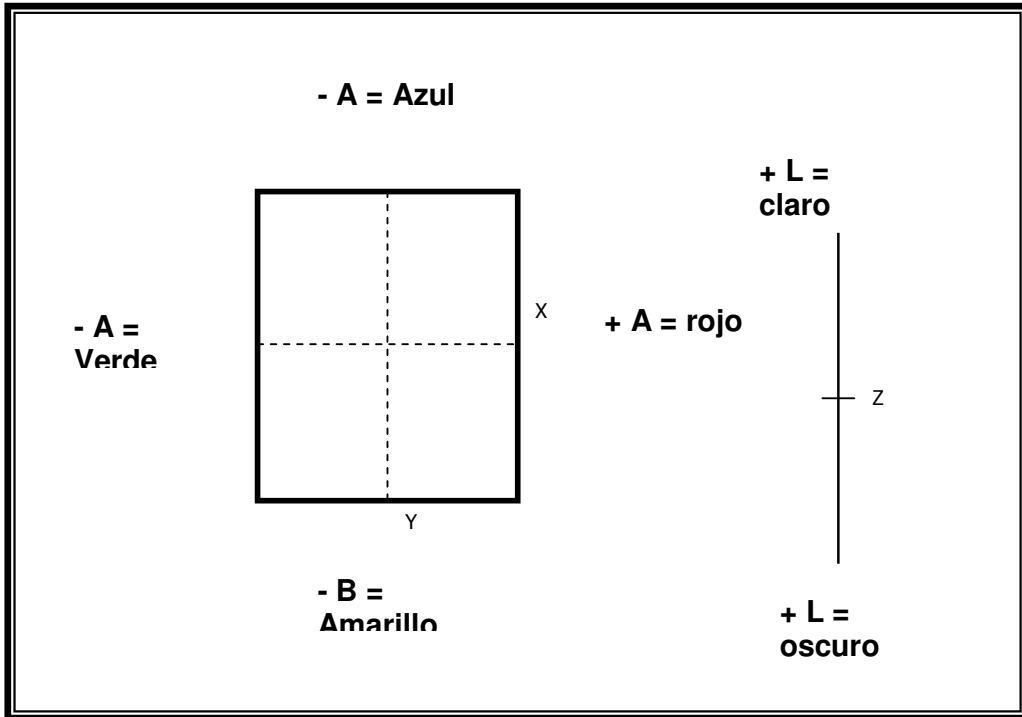
**Parámetro de Aceptación:** > de 3 en escala de grises

### 3.1.7. Control de tonos

**Propósito:** Evaluar de forma cuantitativa la reproducibilidad de los *batches* y diferencia existente entre el nuevo batch y el estándar, con ayuda de el Espectrofotómetro ,y un pequeño programa de computadora podemos obtener un Delta E (diferencia entre colores), con el cual podemos aceptar o rechazar un color.

**Procedimiento:** Al estar ya compactado el batch, se procede a cortar un pedazo de tela de 7" X 7" ±2", y con ayuda de un espectrofotómetro se calcula el Delta "E".

**Figura No. 11**  
Interpretación de resultado de Delta "E"



**Tabla No. IV**  
Interpretación de resultado de la comparación entre la muestra y el estándar en los resultados de  $DI^*$ ,  $da^*$  y  $Db^*$ ,

RESULTADO	NEGATIVO	POSITIVO	CERO
$dl^*$	La muestra es menos intensa	La muestra es mas intensa	La muestra es igual de intensa
$da^*$	La muestra es mas verdosa	La muestra es mas rojiza	La muestra tiene igual rojo y verde
$db^*$	La muestra es mas amarillenta	La muestra es mas Azulada	La muestra tiene igual Amarillo y azul

**Parámetro de Aceptación:** DELTA "E" < DE 1

### 3.1.8. Inspección de tela

**Propósito:** Evaluar la tela asignando puntos para representar los defectos en una forma cuantitativa, y poder decidir si la tela esta dentro o fuera de los parámetros, para así rechazarla o aprobarla. Este sistema es recomendado por *JC Penny* por ser simple y fácil de entender. (*JC Penny*, 1992)

**Procedimiento:** Para la inspección se debe seleccionar al menos el 10 % del total de los rollos en el Batch, (es muy importante que estos sean de diferentes cuerdas de teñido y elegidos al azar) y asignarle puntos a cada defecto Mayor encontrado (Un defecto mayor es aquel que si es encontrado en una prenda será clasificada como una segunda), Los defectos se pueden clasificar como se ve en la tabla 3.2.

**Tabla No. V**  
Clasificación de defectos (sistema 40 Pts.)

Tamaño del Defecto	Penalidad
3 pulg. o menos	1 punto
Mas de 3, pero no mas de 6 pulg.	2 puntos
Mas de 6, pero no mas de 9 pulg.	3 puntos
Mas de 9 pulg.	4 puntos

Se debe inspeccionar yarda por yarda contando cuantos puntos se pueden contar en ella, un máximo de cuatro puntos es penalizado por cada yarda.

#### **Parámetro de Aceptación:**

Se debe aceptar hasta un máximo de 40 puntos por 100 yardas. El largo del defecto es usado para determinar los puntos de señalización.

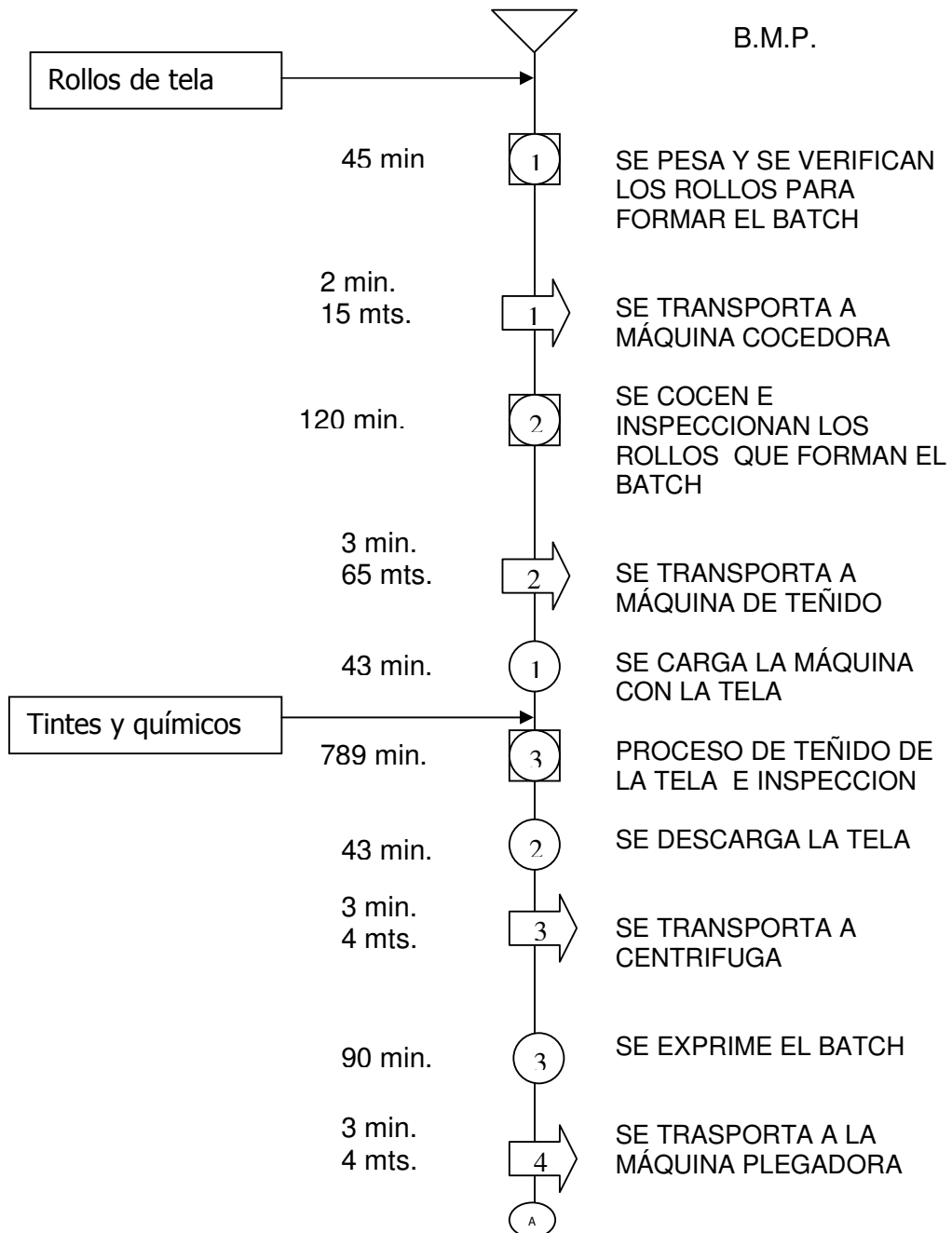
### 3.2. Diagrama de flujo de operaciones mejorado

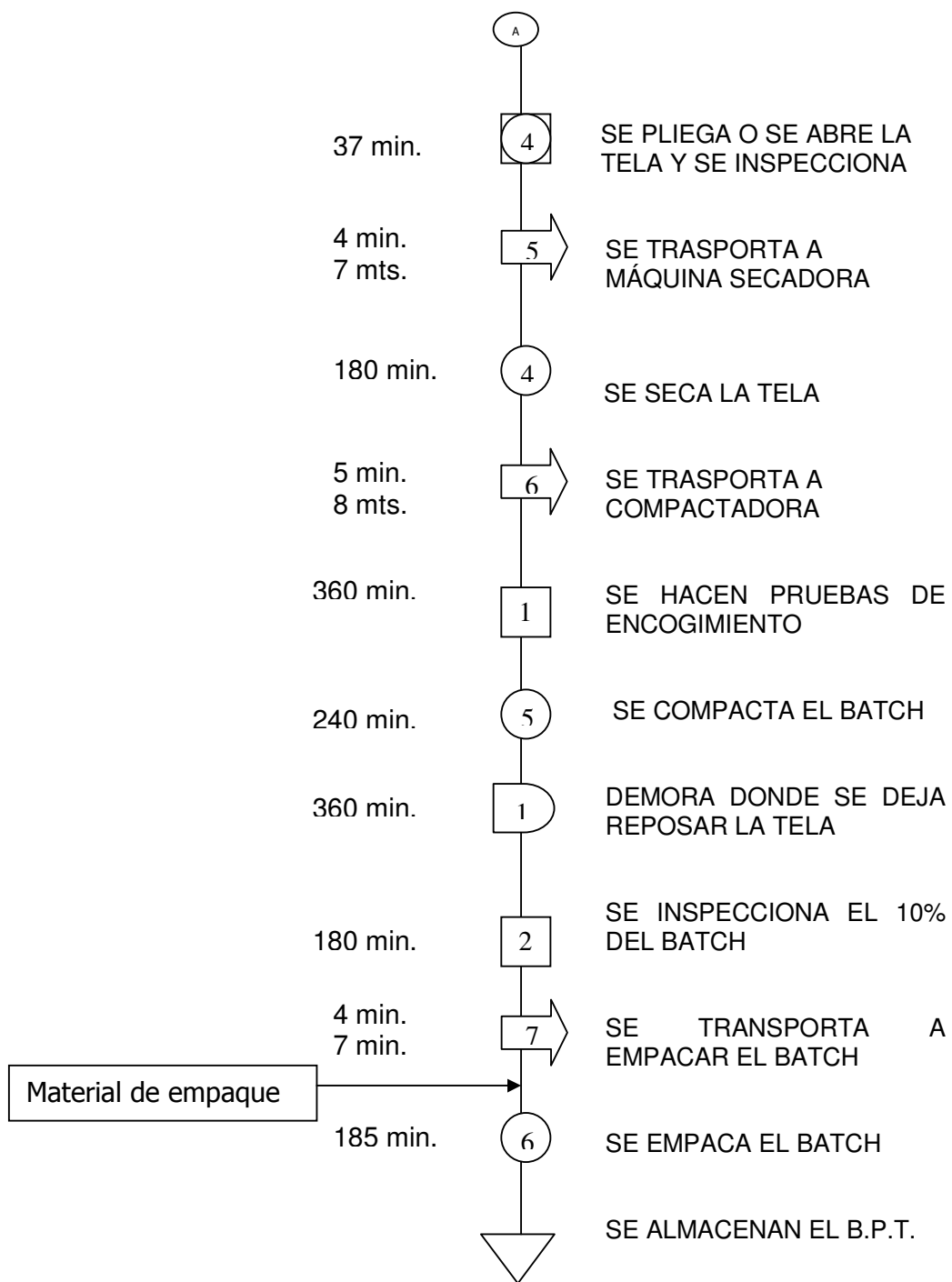
**Figura No. 12**

Diagrama de flujo de operaciones mejorado

**ASUNTO:** PLANTA TEÑIDO MEJORADO  
**INICIA:** B.M.P  
**FINALIZA:** B.P.T

**FABRICA:** TEXPASA  
**FECHA:** 20/10/01  
**ANALISTA:** JCASTILLO







- Se debe inspeccionar los rollos de tela crudos al 100 % , con el objeto de no coser mas de un rollo defectuoso por batch.
- La cosedora cose e inspecciona la cantidad de defectos de tela acumulados que lleva el batch de tal manera que los defectos en todo el batch no sean mayor al 5% de toda la tela.
- Se proponen estándares de los puntos críticos de lavado para asegurar el proceso de teñido, esto aumenta aproximadamente en 60 min. el proceso de lavado.
- En el proceso de plegado de la tela se hace una inspección visual de la tela, con ayuda de un auditor de calidad para detectar manchas o defectos repetitivos, antes de secar la tela.
- Se hacen pruebas de encogimiento de la tela antes de compactar para poder calibrar la maquina compactadora de tal manera que los resultados de encogimiento y peso siempre sean los deseados, ya que en el proceso de compactado se pueden rectificar las variables de encogimiento y peso.

### **3.3. Presentación de programa preventivo de calidad**

Con el objeto de mejorar la calidad de una planta textil, reducir los costos adicionales por reproceso y mejorar la eficiencia y productividad de la empresa es necesario identificar los puntos críticos de control, estos se refieren a puntos estratégicos donde pueden ser verificados los parámetros de calidad, para evitar que un producto que ya se sabe que va a ser reprocesado no siga la línea de producción, adicionándole así mas costo al producto. Además la eficiencia de la planta se ve reducida si un producto de reproceso pasa por el cuello de botella de la línea de producción.



### 3.3.1. Evaluación de puntos críticos de control

A continuación se enumeran los puntos donde debe verificarse la calidad del producto para decidir con base en parámetros de calidad si el producto continua el proceso o se detiene para un posible reproceso:

**-Rollos de tela:** Los rollos de tela deben ser inspeccionados si es posible al 100 % ya que si un rollo de tela no sirve debido a que tiene un “defecto de tela” ( irreversible ) a lo largo de todo el rollo o bien una parte considerable este en mal estado, este no se debe incluir en el batch de producción para no cargarle costo a una tela que desde el principio se puede saber que no se puede utilizar, ni tampoco reprocesar.

**-Proceso de Teñido:** El proceso de teñido es el mas importante debido a que en este proceso se incluyen muchas variables, y si no se sigue un procedimiento específico se corre el riesgo de no obtener el color deseado, tener manchas en la tela o bien perforaciones debidas al peroxido o bien algún químico mal dosificado. En este proceso tendremos 5 inspecciones importantes las cuales son:

- i) **Verificar el peso de auxiliares y colorantes:** esto es un punto muy importante ya que la cantidad de químicos y colorantes debe ser exacta porque una variación podría ocasionar problemas.
- ii) **Muestra de color antes de Soda Ash:** después de dosificar el colorante y mantener durante 15 min. a 60 grados centígrados (colorantes *cibacrones*), el color en la tela ya esta “agotado” pero todavía no esta fijado hasta que sea se encuentre en un medio alcalino, por esta razón debe aplicarse la soda ash aquí se debe obtener una muestra del color en la tela y compararlo contra la muestra de color obtenido en el primer batch de producción o bien

del batch estándar, si no entra en parámetro se debe “Matizar”el color añadiendo una nueva fórmula de colorantes o bien añadiendo otro jabonado para bajar la intensidad de color.

- iii) **Rectificación de PH:** El PH del baño en la máquina es muy importante para que los químicos trabajen eficientemente, por esta razón que debe verificarse el mismo antes de agregar cualquier químico y ajustarlo a las especificaciones de la fórmula.
- iv) **Muestra de color después de Jabonado:** Se debe obtener una muestra de color después del jabonado y compararlo contra la obtenida del batch estándar para ver si esta dentro del parámetro de aceptación y si necesita algún matiz o reproceso antes de descargar la tela.
- v) **Muestra de solidez al lavado:** Antes de descargar la máquina teñidora se debe hacer una muestra de solidez al lavado, si esta es rechazada se procede a hacer un jabonado mas para desaguar todo el colorante que “agoto” pero no fijo a la tela y por esta razón destiñe al lavarla.

**–Inspección en el plegado antes de secar:** Este punto es muy importante debido a que la secadora es el cuello de botella de la línea de producción, y si pasamos por este proceso producto de reproceso incrementamos el costo, disminuimos la eficiencia y la productividad de la planta. En este punto crítico de control un auditor de calidad debe verificar si la tela no lleva manchas, suciedad, hoyos, líneas, etc. Si el producto se considera que debe ser reprocesado se para y se hace una solicitud de reproceso.

**- Prueba de encogimiento antes de compactar:** Antes de ser compactada la tela se debe hacer una prueba de encogimiento para determinar el comportamiento de la tela y poder compactar de acuerdo a los datos obtenidos.

El teñido de una tela es un proceso muy delicado, en el cual influyen muchos factores como las máquinas, los operarios, los químicos, la tela, la dureza del agua etc. Por esta razón es muy importante identificar los puntos en donde se puede evaluar si el producto lleva.

### **3.3.2. Elaboración de fichas técnicas por producto**

Las fichas técnicas son una herramienta muy importante para el buen funcionamiento de un sistema de calidad textil, ya que en ella se detalla la forma en la que se debe graduar cada máquina que interviene en el proceso productivo de la tela.

Como en una planta textil existe una producción intermitente y constantemente según el tipo de tela y los requerimientos del cliente cambian los parámetros de las máquinas, es muy importante que al empezar un nuevo programa de producción el encargado de logística imprima una ficha técnica y la ponga en cada estación de trabajo, así cuando llegue un batch se selecciona la ficha técnica correspondiente, se gradúa la máquina, y se efectúa el procedimiento indicado en ella. En la figura No. 27 se representa un bosquejo de que debe incluir una ficha técnica.

### **3.3.3. Elaboración de estándares de puntos críticos**

Para poder obtener un producto de primera calidad debemos utilizar materias primas de primera claridad, por esta razón se debe certificar las materias primas utilizadas, a continuación se presentan los parámetros que deben ser utilizados para la aceptación de materias primas

### 3.3.3.1. Parámetros de aceptación de Materias Primas

Las materias primas deben ser evaluadas para ver si cumplen con los parámetros de aceptación que se les a impuesto a los proveedores.

**Rollos de tela:** Los rollos deben ser inspeccionados en su totalidad y no se acepta mas de 2 yardas con defecto por cada 100 yardas en promedio

**Aceite de Pino:** Diluible en agua, el equipo para rociarlo debe ser pipetas de plástico y no rociadores.

**Hilo de poliéster:** Debe ser de poliéster color blanco, resistente y no desteñir

**Agua tratada:** Debe de tener un PH neutro y una baja dureza.

**Bujes de cartón:** De  $\frac{3}{4}$  de plg. de diámetro, 3 mm de espesor y 32 plg. de largo.

**Químicos de descruce, saponificadores y auxiliares de tintura:** Se harán inspecciones de todos los productos con ayuda de una fórmula para delimitar la muestra  $n = \sqrt{N} + 1$  Los cuales deben estar dentro de los parámetros y especificaciones del fabricante.

**Colorantes:** Se tomaran tres muestras de cada caja de colorante y se harán reproducibilidades en el laboratorio al 0.25%, 0.50%, 1.00%, 2.00% y 3.00% para determinar si existe alguna variación entre lotes y dentro de los lotes de colorante. El parámetro de aceptación debe ser un Delta E medido contra el estándar no mayor de 0.3

**Bolsas Plásticas:** De 0.75m X 1.25m, transparentes, de calibre grueso para resistir un mínimo de 75 lb. de peso.

### **3.3.3.2. Estándares y parámetros para las diferentes estaciones de trabajo.**

#### **Área de cosido:**

- Se debe coser la tela en 4 líneas del mismo peso (325 lb. aprox.) de 7 rollos cada una para poder introducir las cuerdas de tela a la máquina de teñido.
- No se deben dejar mas de dos empalmes dentro de cada rollo.
- Se debe identificar el numero de batch en las puntas de las líneas ya cosidas así como el numero correlativo de cada rollo con marcador indeleble.

#### **Máquinas de Teñido:**

- El pesador debe pesar los químicos y colorantes y esto debe ser verificado por el supervisor antes de dosificarlos en la máquina.
- El operario no debe entrar en el cuarto de pesado del colorante para no impregnarse de granos de colorante (en polvo) y contaminar de color la tela.
- Se debe diluir el colorante en agua antes de dosificarlo al tanque auxiliar.
- El operario debe estar siempre al pendiente de la máquina cuando esta pida los químicos y chequeando constante mente la temperatura, el nivel de agua, el PH y que no se trabe ninguna línea.
- Para descargar la máquina se debe empezar con la línea 1 y 3 y luego con la línea 2 y 4, estando al pendiente de que la tela caiga directamente en el bote plástico.

### **Área de centrífugas:**

- El operario debe introducir la tela en la centrífuga en forma circular a una velocidad lenta teniendo cuidado de que la tela no caiga al piso.
- Se deben seguir los parámetros especificados en las fichas técnicas para cada tipo de tela, revoluciones, tiempo, % de Humedad

### **Área de secado:**

- El operario puede introducir dos líneas de tela para el secado, cuidando de que en la entrada no existan quiebres en la tela que puedan impedir el secado uniforme de la tela.
- El Termo Scanner debe ser programado para cada tipo de tela siguiendo los parámetros de la ficha técnica de la máquina, y se debe controlar constante mente la velocidad de la banda, la temperatura, el % de humedad.
- El operario debe cuidar que la tela no se trabe y quede dentro de la secadora ya que se puede recalentar y cambiar de color.

### **Área de compactado:**

- El operario debe esperar los resultados de encogimientos para poder empezar a compactar, y luego seguir los parámetros de ficha técnica, de velocidad, dosificación de vapor, porcentaje de compactación a lo largo y ancho de la tela.
- El operario debe medir constantemente el ancho de la tela teniendo como parámetro +- 5 pulg.
- Se debe anotar en la hoja de proceso del batch el numero de rollo y con *Mask in tape* en cada rollo el numero del mismo.

- Los rollos deben ser estibados en las carretas de modo que quede un rollo al azar de cada cuerda o línea hasta arriba de la de todos los demás para su posterior inspección.

**Área de pesado:**

- Se debe pesar y embolsar los rollos hasta que el departamento de calidad autorice.
- Los rollos de tela no pueden ser embolsados antes de 6 horas de relajación.

## 4. IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

### 4.1. Implementación de gráficos de control

Los gráficos de control nos van a servir para saber si el proceso está bajo control o fuera de él, si es posible cumplir con las demandas del cliente. También son útiles para determinar si los cambios son atribuibles al azar o son naturales, ya que la probabilidad de estar dentro de los límites ( 3 desviaciones estándar ) es de 99.73 %, esto quiere decir que si un lote cae fuera de estos límites fue por alguna razón que debemos investigar, así mismo al ver la tendencia de los datos se tendrá fundamentos para cambiar algún parámetro dentro del proceso con el objeto de que toda la producción entre en los requerimientos del cliente.

Para determinar la calidad de un teñido de tela se tomaron los resultados de las pruebas efectuadas a 25 lotes de tela Jersey tubular de 28 pulgadas de ancho, 100 % algodón, teñido en color oscuro y terminado en rollo. El análisis de los gráficos de control se hará en el capítulo 5.

Los gráficos de control se implementaran en la siguientes variables de calidad:

- Pruebas de peso
- Pruebas de anchos
- Pruebas de encogimiento
- Prueba de torsión



- Pruebas de solidez al lavado
- Pruebas de solidez al frote
- Control de tonos
- Inspección de tela

#### 4.1.1. Pruebas de peso

El objetivo de esta gráfica es determinar la variabilidad del proceso y determinar si se encuentra bajo control o fuera de control, también vamos a determinar si la capacidad del proceso cumple con los límites de especificación del producto, determinados por el cliente.

Al analizar esta gráfica podemos tomar la decisión de cambiar alguna variable en el tejido de la tela o en la compactación del mismo, ya que puede que los resultados estén dentro de los límites pero la media no sea igual al peso objetivo que requiere el cliente.

Procedemos a hacer los cálculos de los límites con ayuda de las fórmulas que se detallaron en el capítulo 1.4.1 (Gráficos de control)

$$LCC = (\sum \text{ de datos } ) / n$$

$$LSC = LCC + A_2 R$$

$$LIC = LCC - A_2 R$$

De esto obtenemos

$$LCC = 188.72 \text{ gr. / m}^2$$

$$LSC = 188.72 + 1.88 (4.63) = 197.42 \text{ gr. / m}_2$$

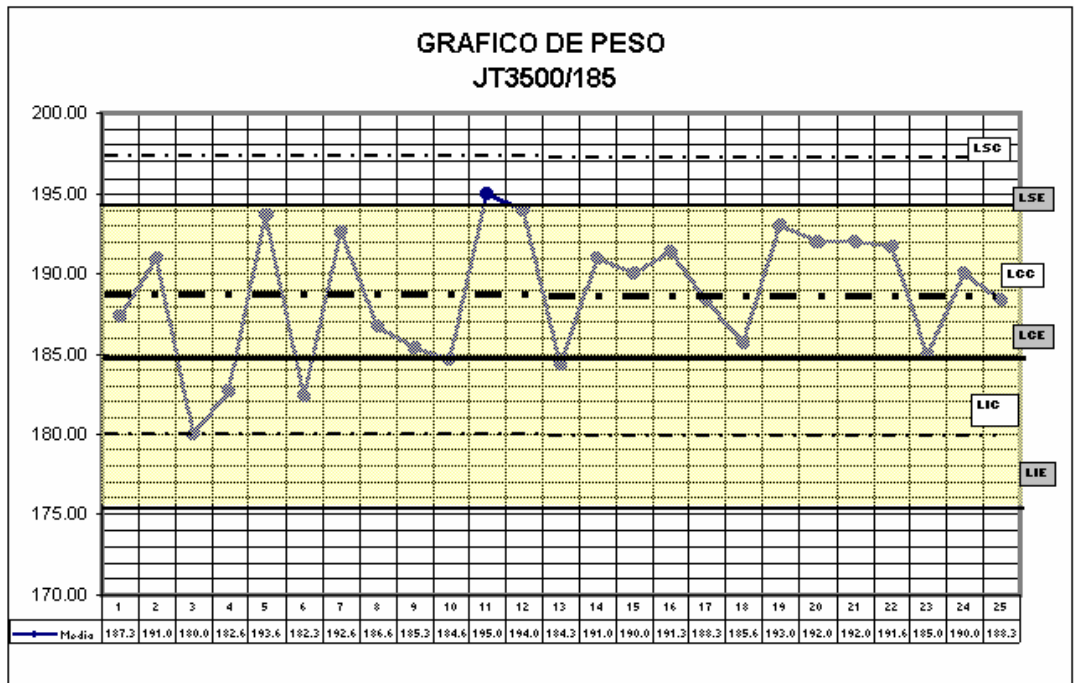
$$LIC = 188.72 - 1.88 (4.63) = 180.02 \text{ gr. / m}_2$$

Los límites de especificación determinados por el cliente son de  $\pm 5 \%$  del valor objetivo fijado el cual es  $185 \text{ gr. / m}_2$ . Es decir los límites de


especificación para este producto se encuentran desde 175.5 gr. / m<sub>2</sub> hasta 194.5 gr. / m<sub>2</sub>.

Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Tabla No. VI se ilustra una hoja de tabulación en donde deben ir los resultados y en la Figura No. 13 se representa el gráfico de control de medias para pesos.

**Figura No.13**  
Gráfico de peso



**Tabla No. VI**  
Control de peso

TEXPASA					
FORMULARIO PARA <i>GRAFICO DE CONTROL DE PESO</i>					
Datos Generales					
Codigo de Tela	JT-2800/185			Peso Final	185 gr / m2
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN			Ancho Final	28 Pulgadas
Color	Azul Navy			Terminado	En Rollo
Cliente	JC Penny				
Resultado de medicion					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	185	189	188	187.33	
2	191	190	192	191.00	3.67
3	181	180	179	180.00	11.00
4	183	185	180	182.67	2.67
5	192	195	194	193.67	11.00
6	184	182	181	182.33	11.33
7	191	193	194	192.67	10.33
8	188	185	187	186.67	6.00
9	186	186	184	185.33	1.33
10	183	185	186	184.67	0.67
11	193	195	197	195.00	10.33
12	195	194	193	194.00	1.00
13	184	184	185	184.33	9.67
14	190	193	190	191.00	6.67
15	188	189	193	190.00	1.00
16	189	192	193	191.33	1.33
17	192	187	186	188.33	3.00
18	183	185	189	185.67	2.67
19	190	195	194	193.00	7.33
20	188	195	193	192.00	1.00
21	190	197	189	192.00	0.00
22	192	193	190	191.67	0.33
23	185	186	184	185.00	6.67
24	187	192	191	190.00	5.00
25	188	187	190	188.33	1.67
Suma Total				4,718.00	115.67
Media				$\bar{X} = 188.72$	$\bar{R} = 4.63$

#### 4.1.2. Pruebas de anchos

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si el ancho de este tipo de teñido se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica tendremos la capacidad de decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el momento de tejer la tela, en el secado o en los parámetros de compactación de la tela, ya que podemos tener una media mayor o menor a los requerimientos del cliente.

En la tabla No. VII se muestran los resultados de las mediciones de los anchos, con estos se sacan los límites de control los cuales son:

$$LCC = 27.82$$

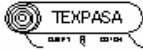
$$LSC = 27.82 + 1.88(0.33) = 198.7 \text{ gr. / m}_2$$

$$LIC = 188.7 - 1.88 (0.33) = 178.7 \text{ gr. / m}_2$$

Los límites de especificación determinados por el cliente son de  $\pm 0.5$  Pulg del valor objetivo fijado el cual es 28.00 Pulg, es decir los límites de especificación para este producto se encuentran desde 27.5 Pulg hasta 28.5 Pulg.

Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No.14 se representa el gráfico de control de pesos

**Tabla No. VII**  
Control de ancho

<b>TEXPASA</b>				
<i>FORMULARIO PARA GRAFICO DE CONTROL DE ANCHO</i>				
<b>Datos Generales</b>				
Codigo de Tela	JT-2800/185	Peso Final	185 gr / m2	
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN	Ancho Final	28 Pulgadas	
Color	Azul Navy	Terminado	En Rollo	
Cliente	JC Penny			

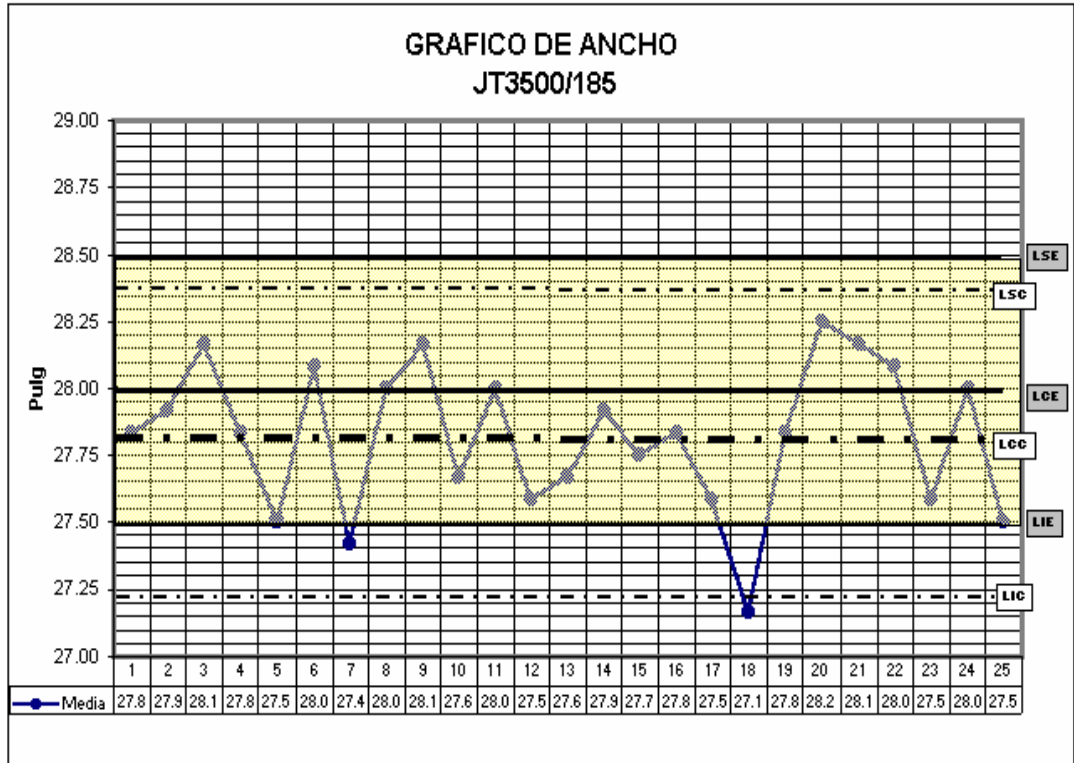
  

<b>Resultado de medicion</b>					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	27.75	28.00	27.75	27.83	
2	27.75	28.25	27.75	27.92	0.08
3	28.25	28.00	28.25	28.17	0.25
4	28.00	27.75	27.75	27.83	0.33
5	27.25	28.00	27.25	27.50	0.33
6	28.00	28.75	27.50	28.08	0.58
7	27.50	27.25	27.50	27.42	0.67
8	28.00	28.00	28.00	28.00	0.58
9	28.50	28.25	27.75	28.17	0.17
10	27.50	27.75	27.75	27.67	0.50
11	28.00	28.25	27.75	28.00	0.33
12	27.75	27.75	27.25	27.58	0.42
13	27.75	27.25	28.00	27.67	0.08
14	28.25	27.50	28.00	27.92	0.25
15	27.50	28.00	27.75	27.75	0.17
16	27.25	28.25	28.00	27.83	0.08
17	27.75	27.75	27.25	27.58	0.25
18	27.25	27.25	27.00	27.17	0.42
19	27.50	27.75	28.25	27.83	0.67
20	28.25	28.75	27.75	28.25	0.42
21	27.75	28.50	28.25	28.17	0.08
22	28.25	28.25	27.75	28.08	0.08
23	27.75	27.75	27.25	27.58	0.50
24	28.25	28.25	27.50	28.00	0.42
25	27.25	27.50	27.75	27.50	0.50

Suma Total	695.50	8.17	
Media	$\bar{X} = 27.82$	$\bar{R} = 0.33$	

**Figura No.14**  
Gráfico de ancho



#### 4.1.3. Pruebas de encogimiento

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si el Encogimiento de la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el momento de tejer, en el estiramiento al plegar la tela, en el secado o en los parámetros de compactación, con el objeto de reducir el encogimiento tanto a lo largo como a lo ancho.

En la tabla No. VIII se muestran los resultados de las mediciones del encogimiento a lo largo y en la tabla No. IX se muestran los resultados de las mediciones del encogimiento a lo ancho, con estos se sacan los límites de control los cuales son:

Encogimiento a lo largo

$$LCC = 3.57 \%$$

$$LSC = 3.57 + 1.88(1.15) = 5.74 \%$$

$$LIC = 3.57 - 1.88(1.15) = 1.41 \%$$

Encogimiento a lo ancho

$$LCC = 6.11 \%$$

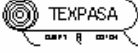
$$LSC = 6.11 + 1.88(1.67) = 9.25 \%$$

$$LIC = 6.11 - 1.88(1.67) = 2.97 \%$$

Los límites de especificación determinados por el cliente son simplemente no mayor de 7.5 % tanto a lo largo como a lo ancho, es decir los límites de especificación para este producto se encuentran desde 0 % hasta 7.5 %.

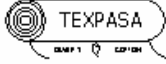
Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 15 y Figura No. 16 se representa el gráfico de control de encogimiento a lo largo y a lo ancho respectivamente.

**Tabla No. VIII**  
Control de encogimiento largo

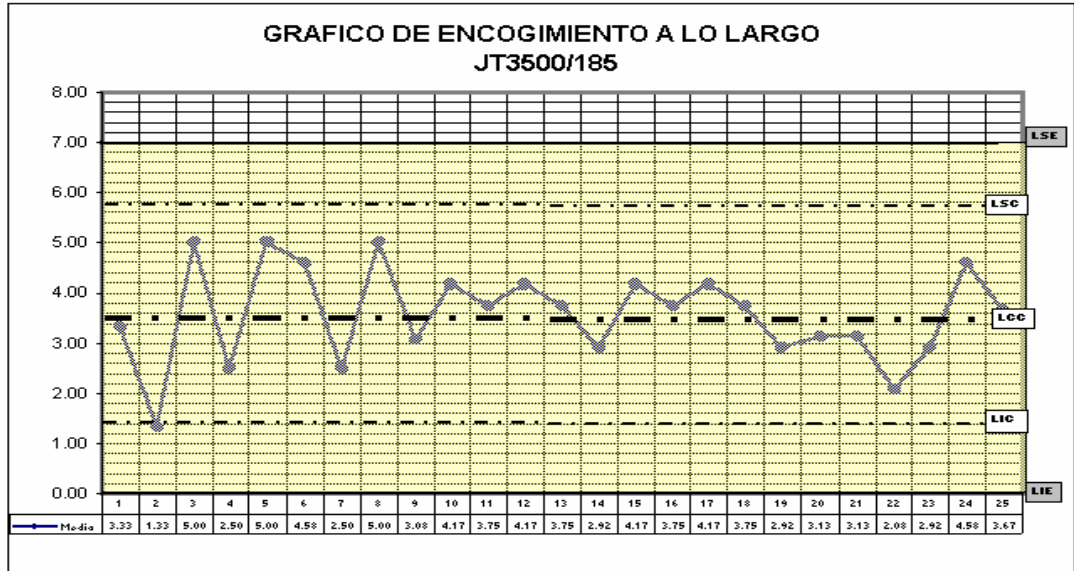
<p><b>TEXPASA</b> FORMULARIO PARA GRAFICO DE <i>CONTROL DE ENCOGIMIENTO LARGO</i></p>																		
<p><b>Datos Generales</b></p>																		
<table border="1"> <tr> <td>Codigo de Tela</td> <td>JT-2800/185</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Mezcla</td> <td>100% ALGODÓN</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>Azul Navy</td> </tr> <tr> <td>Cliente</td> <td>JC Penny</td> </tr> </table>			Codigo de Tela	JT-2800/185	Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN	Color	Azul Navy	Cliente	JC Penny	<table border="1"> <tr> <td>Peso Final</td> <td>185 gr / m2</td> </tr> <tr> <td>Ancho Final</td> <td>28 Pulgadas</td> </tr> <tr> <td>Terminado</td> <td>En Rollo</td> </tr> </table>		Peso Final	185 gr / m2	Ancho Final	28 Pulgadas	Terminado	En Rollo
Codigo de Tela	JT-2800/185																	
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN																	
Color	Azul Navy																	
Cliente	JC Penny																	
Peso Final	185 gr / m2																	
Ancho Final	28 Pulgadas																	
Terminado	En Rollo																	
<p><b>Resultado de medicion</b></p>																		
<b>Lote #</b>	<b>Muestras</b>			<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>													
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>															
1	3.50	3.50	3.00	3.33														
2	1.25	1.25	1.50	1.33	2.00													
3	3.75	7.50	3.75	5.00	3.67													
4	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50													
5	5.00	2.50	7.50	5.00	2.50													
6	5.00	3.75	5.00	4.58	0.42													
7	2.50	2.50	2.50	2.50	2.08													
8	3.75	7.50	3.75	5.00	2.50													
9	3.25	2.50	3.50	3.08	1.92													
10	3.75	3.75	5.00	4.17	1.08													
11	3.75	5.00	2.50	3.75	0.42													
12	3.75	3.75	5.00	4.17	0.42													
13	3.75	5.00	2.50	3.75	0.42													
14	2.50	2.50	3.75	2.92	0.83													
15	3.75	3.75	5.00	4.17	1.25													
16	3.75	5.00	2.50	3.75	0.42													
17	3.75	3.75	5.00	4.17	0.42													
18	3.75	5.00	2.50	3.75	0.42													
19	2.50	2.50	3.75	2.92	0.83													
20	4.38	2.50	2.50	3.13	0.21													
21	4.38	2.50	2.50	3.13	0.00													
22	0.00	3.75	2.50	2.08	1.04													
23	0.00	5.00	3.75	2.92	0.83													
24	5.00	3.75	5.00	4.58	1.67													
25	3.75	3.50	3.75	3.67	0.92													
	Suma Total			89.34	28.75													
	Media			$\bar{X} = 3.57$	$\bar{R} = 1.15$													



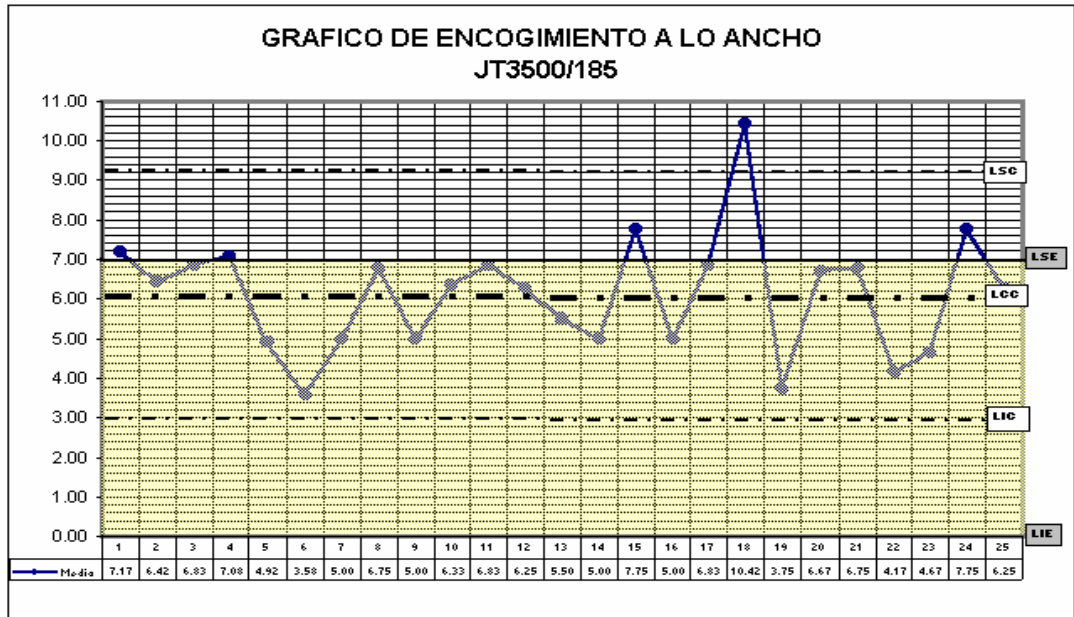
**Tabla No.IX**  
Control de encogimiento ancho

<p><b>TEXPASA</b> FORMULARIO PARA GRAFICO DE <i>CONTROL DE ENCOGIMIENTO ANCHO</i></p>																																																																																																																																																																				
<b>Datos Generales</b>																																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Codigo de Tela</td><td>JT-2800/185</td></tr> <tr><td>Tipo de Mezcla</td><td>100% ALGODÓN</td></tr> <tr><td>Color</td><td>Azul Navy</td></tr> <tr><td>Cliente</td><td>JC Penny</td></tr> </table>	Codigo de Tela	JT-2800/185	Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN	Color	Azul Navy	Cliente	JC Penny	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Final</td><td>185 gr / m2</td></tr> <tr><td>Ancho Final</td><td>28 Pulgadas</td></tr> <tr><td>Terminado</td><td>En Rollo</td></tr> </table>	Peso Final	185 gr / m2	Ancho Final	28 Pulgadas	Terminado	En Rollo																																																																																																																																																					
Codigo de Tela	JT-2800/185																																																																																																																																																																			
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN																																																																																																																																																																			
Color	Azul Navy																																																																																																																																																																			
Cliente	JC Penny																																																																																																																																																																			
Peso Final	185 gr / m2																																																																																																																																																																			
Ancho Final	28 Pulgadas																																																																																																																																																																			
Terminado	En Rollo																																																																																																																																																																			
<b>Resultado de medicion</b>																																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lote #</th> <th colspan="3">Muestras</th> <th rowspan="2">Promedio</th> <th rowspan="2">Rango</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>7.50</td><td>7.25</td><td>6.75</td><td>7.17</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>7.50</td><td>5.50</td><td>6.25</td><td>6.42</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>3</td><td>7.50</td><td>7.50</td><td>5.50</td><td>6.83</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>4</td><td>8.25</td><td>5.50</td><td>7.50</td><td>7.08</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>5</td><td>5.00</td><td>5.25</td><td>4.50</td><td>4.92</td><td>2.17</td></tr> <tr><td>6</td><td>3.50</td><td>3.75</td><td>3.50</td><td>3.58</td><td>1.33</td></tr> <tr><td>7</td><td>3.75</td><td>7.50</td><td>3.75</td><td>5.00</td><td>1.42</td></tr> <tr><td>8</td><td>7.50</td><td>6.25</td><td>6.50</td><td>6.75</td><td>1.75</td></tr> <tr><td>9</td><td>5.00</td><td>2.50</td><td>7.50</td><td>5.00</td><td>1.75</td></tr> <tr><td>10</td><td>7.25</td><td>6.25</td><td>5.50</td><td>6.33</td><td>1.33</td></tr> <tr><td>11</td><td>7.50</td><td>7.50</td><td>5.50</td><td>6.83</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>12</td><td>5.50</td><td>6.50</td><td>6.75</td><td>6.25</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>13</td><td>5.25</td><td>5.00</td><td>6.25</td><td>5.50</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>14</td><td>3.75</td><td>7.50</td><td>3.75</td><td>5.00</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>15</td><td>7.50</td><td>8.25</td><td>7.50</td><td>7.75</td><td>2.75</td></tr> <tr><td>16</td><td>5.00</td><td>2.50</td><td>7.50</td><td>5.00</td><td>2.75</td></tr> <tr><td>17</td><td>5.50</td><td>7.50</td><td>7.50</td><td>6.83</td><td>1.83</td></tr> <tr><td>18</td><td>11.00</td><td>10.50</td><td>9.75</td><td>10.42</td><td>3.58</td></tr> <tr><td>19</td><td>3.75</td><td>5.00</td><td>2.50</td><td>3.75</td><td>6.67</td></tr> <tr><td>20</td><td>7.50</td><td>7.50</td><td>5.00</td><td>6.67</td><td>2.92</td></tr> <tr><td>21</td><td>7.50</td><td>6.25</td><td>6.50</td><td>6.75</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>22</td><td>3.75</td><td>3.75</td><td>5.00</td><td>4.17</td><td>2.58</td></tr> <tr><td>23</td><td>4.50</td><td>5.50</td><td>4.00</td><td>4.67</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>24</td><td>7.50</td><td>8.25</td><td>7.50</td><td>7.75</td><td>3.08</td></tr> <tr><td>25</td><td>7.00</td><td>6.25</td><td>5.50</td><td>6.25</td><td>1.50</td></tr> </tbody> </table>						Lote #	Muestras			Promedio	Rango	1	2	3	1	7.50	7.25	6.75	7.17		2	7.50	5.50	6.25	6.42	0.75	3	7.50	7.50	5.50	6.83	0.42	4	8.25	5.50	7.50	7.08	0.25	5	5.00	5.25	4.50	4.92	2.17	6	3.50	3.75	3.50	3.58	1.33	7	3.75	7.50	3.75	5.00	1.42	8	7.50	6.25	6.50	6.75	1.75	9	5.00	2.50	7.50	5.00	1.75	10	7.25	6.25	5.50	6.33	1.33	11	7.50	7.50	5.50	6.83	0.50	12	5.50	6.50	6.75	6.25	0.58	13	5.25	5.00	6.25	5.50	0.75	14	3.75	7.50	3.75	5.00	0.50	15	7.50	8.25	7.50	7.75	2.75	16	5.00	2.50	7.50	5.00	2.75	17	5.50	7.50	7.50	6.83	1.83	18	11.00	10.50	9.75	10.42	3.58	19	3.75	5.00	2.50	3.75	6.67	20	7.50	7.50	5.00	6.67	2.92	21	7.50	6.25	6.50	6.75	0.08	22	3.75	3.75	5.00	4.17	2.58	23	4.50	5.50	4.00	4.67	0.50	24	7.50	8.25	7.50	7.75	3.08	25	7.00	6.25	5.50	6.25	1.50
Lote #	Muestras			Promedio	Rango																																																																																																																																																															
	1	2	3																																																																																																																																																																	
1	7.50	7.25	6.75	7.17																																																																																																																																																																
2	7.50	5.50	6.25	6.42	0.75																																																																																																																																																															
3	7.50	7.50	5.50	6.83	0.42																																																																																																																																																															
4	8.25	5.50	7.50	7.08	0.25																																																																																																																																																															
5	5.00	5.25	4.50	4.92	2.17																																																																																																																																																															
6	3.50	3.75	3.50	3.58	1.33																																																																																																																																																															
7	3.75	7.50	3.75	5.00	1.42																																																																																																																																																															
8	7.50	6.25	6.50	6.75	1.75																																																																																																																																																															
9	5.00	2.50	7.50	5.00	1.75																																																																																																																																																															
10	7.25	6.25	5.50	6.33	1.33																																																																																																																																																															
11	7.50	7.50	5.50	6.83	0.50																																																																																																																																																															
12	5.50	6.50	6.75	6.25	0.58																																																																																																																																																															
13	5.25	5.00	6.25	5.50	0.75																																																																																																																																																															
14	3.75	7.50	3.75	5.00	0.50																																																																																																																																																															
15	7.50	8.25	7.50	7.75	2.75																																																																																																																																																															
16	5.00	2.50	7.50	5.00	2.75																																																																																																																																																															
17	5.50	7.50	7.50	6.83	1.83																																																																																																																																																															
18	11.00	10.50	9.75	10.42	3.58																																																																																																																																																															
19	3.75	5.00	2.50	3.75	6.67																																																																																																																																																															
20	7.50	7.50	5.00	6.67	2.92																																																																																																																																																															
21	7.50	6.25	6.50	6.75	0.08																																																																																																																																																															
22	3.75	3.75	5.00	4.17	2.58																																																																																																																																																															
23	4.50	5.50	4.00	4.67	0.50																																																																																																																																																															
24	7.50	8.25	7.50	7.75	3.08																																																																																																																																																															
25	7.00	6.25	5.50	6.25	1.50																																																																																																																																																															
Suma Total				152.67	41.75																																																																																																																																																															
Media				$\bar{X} = 6.11$	$\bar{R} = 1.67$																																																																																																																																																															

**Figura No. 15**  
Gráfico de encogimiento a lo largo



**Figura No. 16**  
Gráfico de encogimiento a lo ancho



#### 4.1.4. Pruebas de torsión

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si la Torsión de la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el momento de tejer, en el secado o en los parámetros de compactación, con el objeto de reducir el porcentaje de torsión de la tela.

En la tabla No. X se muestran los resultados de las mediciones del torque de la tela, con estos datos se sacan los límites de control los cuales son:

$$LCC = 4.07$$


$$LSC = 4.07 + 1.88(1.81) = 7.47 \%$$

$$LIC = 4.07 - 1.88 (1.81) = 0.66 \%$$

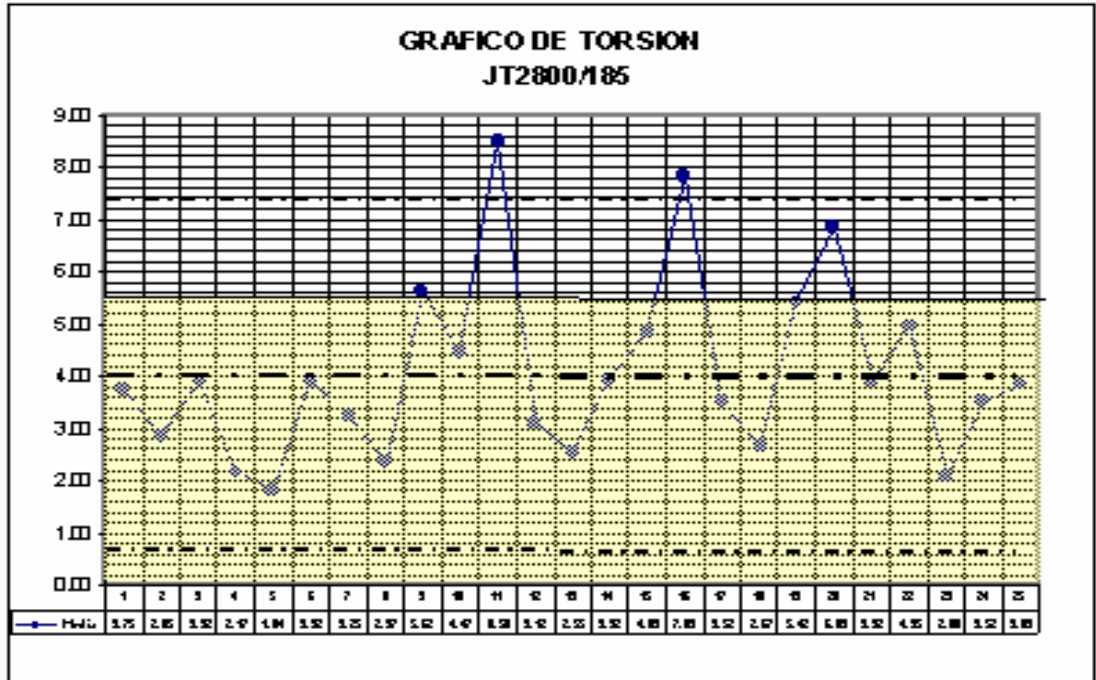
Los límites de especificación determinados por el cliente están dados por: no mayor de 5.5 % , es decir los límites de especificación para este producto se encuentran desde 0 % hasta 5.5 %.

Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 17 se representa el gráfico de control de Torque.

**Tabla No. X**  
Control de torsión

<b>TEXPASA</b>					
<i>FORMULARIO PARA GRAFICO DE CONTROL DE TORSION</i>					
<b>Datos Generales</b>					
Codigo de Tela	JT-2800/185		Peso Final	185 gr / m2	
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN		Ancho Final	28 Pulgadas	
Color	Azul Navy		Terminado	En Rollo	
Cliente	JC Penny				
<b>Resultado de medicion</b>					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	3.25	3.75	4.25	3.75	
2	3.27	2.78	2.50	2.85	0.90
3	4.50	4.00	3.25	3.92	1.07
4	2.75	2.00	1.75	2.17	1.75
5	0.50	1.75	3.28	1.84	0.32
6	4.27	2.96	4.53	3.92	2.08
7	3.50	3.00	3.25	3.25	0.67
8	2.50	2.00	2.60	2.37	0.88
9	5.50	5.75	5.60	5.62	3.25
10	4.25	4.40	4.75	4.47	1.15
11	8.25	8.50	8.75	8.50	4.03
12	3.25	3.11	3.00	3.12	5.38
13	2.75	2.40	2.50	2.55	0.57
14	3.50	3.75	4.50	3.92	1.37
15	4.50	4.50	5.50	4.83	0.92
16	8.75	7.50	7.25	7.83	3.00
17	3.75	3.00	3.80	3.52	4.32
18	2.50	2.75	2.75	2.67	0.85
19	5.50	5.25	5.50	5.42	2.75
20	7.25	7.00	6.25	6.83	1.42
21	3.50	3.75	4.50	3.92	2.92
22	5.11	4.50	5.25	4.95	1.04
23	2.50	2.00	1.75	2.08	2.87
24	3.75	3.00	3.80	3.52	1.43
25	3.75	3.50	4.25	3.83	0.32
Suma Total				101.64	45.24
Media				$\bar{X} = 4.07$	$\bar{R} = 1.81$

**Figura No. 17**  
Gráfico de torsión



**4.1.5. Pruebas de solidez al lavado**

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si la solidez al lavado de la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

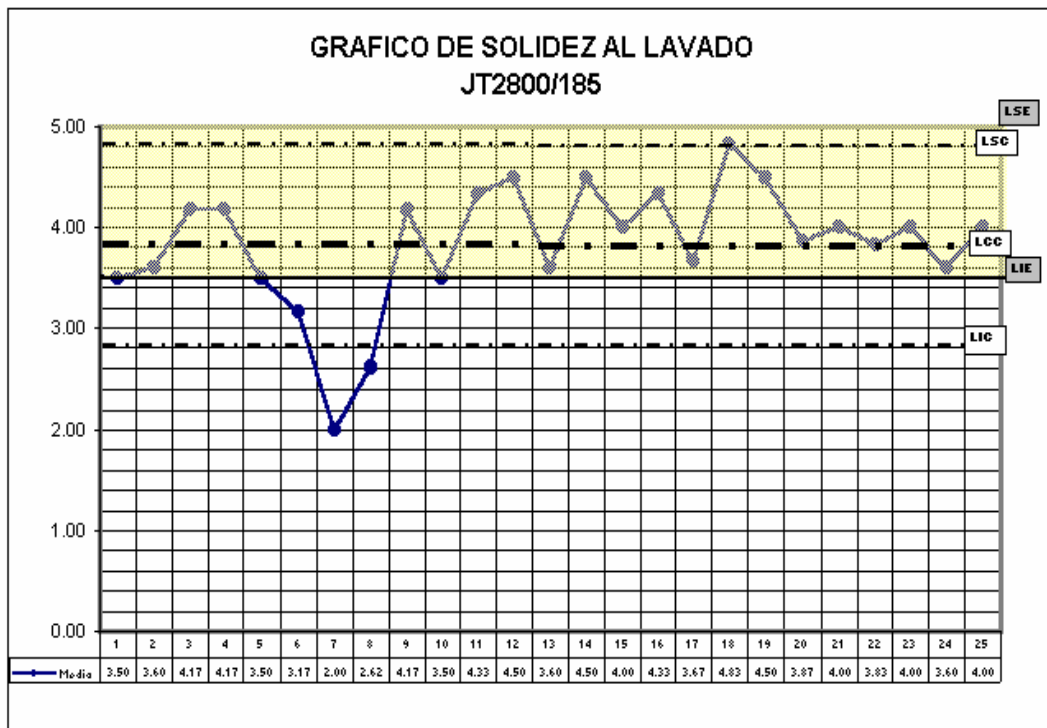
Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el teñido o bien cambiar de colorantes, para poder tener una buena fijación del color. En la tabla No. XI se muestran los resultados de las mediciones de las Solideces, con estos datos se sacan los límites de control, los cuales son:

LCC = 3.84  
LSC = 3.84 + 1.88(0.53) = 4.83 %  
LIC = 3.84 – 1.88 (0.53) = 2.84 %

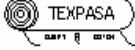
Los límites de especificación determinados por el cliente están dados por: no menor de 3.5, en la escala de grises, es decir los límites de especificación para este producto se encuentran de 3.5 a 5

Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 18 se representa el gráfico de solidez al lavado.

**Figura No. 18**  
Gráfico solidez al lavado



**Tabla No. XI**  
Control de solidez al lavado

TEXPASA					
FORMULARIO PARA GRAFICO DE CONTROL DE SOLIDEZ AL LAVADO					
Datos Generales					
Codigo de Tela	JT-2800/185		Peso Final	185 gr / m2	
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN		Ancho Final	28 Pulgadas	
Color	Azul Navy		Terminado	En Rollo	
Cliente	JC Penny				
Resultado de medicion					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	3.5	3.5	3.5	3.50	
2	3.5	3.5	3.8	3.60	0.10
3	4.0	4.0	4.5	4.17	0.57
4	4.0	4.5	4.0	4.17	0.00
5	3.5	3.5	3.5	3.50	0.67
6	3.0	3.0	3.5	3.17	0.33
7	2.0	2.0	2.0	2.00	1.17
8	2.5	2.9	2.5	2.62	0.62
9	4.0	4.5	4.0	4.17	1.55
10	3.5	3.5	3.5	3.50	0.67
11	4.5	4.0	4.5	4.33	0.83
12	4.5	4.5	4.5	4.50	0.17
13	3.5	3.8	3.5	3.60	0.90
14	4.5	4.5	4.5	4.50	0.90
15	4.0	4.0	4.0	4.00	0.50
16	4.5	4.0	4.5	4.33	0.33
17	3.5	3.8	3.8	3.67	0.67
18	5.0	5.0	4.5	4.83	1.17
19	4.5	4.5	4.5	4.50	0.33
20	3.8	3.8	4.0	3.87	0.63
21	4.0	4.0	4.0	4.00	0.13
22	4.0	3.5	4.0	3.83	0.17
23	4.0	4.0	4.0	4.00	0.17
24	3.8	3.5	3.5	3.60	0.40
25	4.0	4.0	4.0	4.00	0.40
Suma Total				95.95	13.37
Media				$\bar{X} = 3.84$	$\bar{R} = 0.53$

#### 4.1.6. Pruebas de solidez al frote

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si la solidez al frote de la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el teñido o bien cambiar de colorantes, para poder tener una buena fijación del color.

En la tabla No. XII se muestran los resultados de las mediciones de las Solideces, con estos datos se sacan los límites de control, los cuales son:

$$LCC = 4.19$$

$$LSC = 4.19 + 1.88(0.39) = 4.92 \%$$

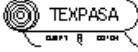
$$LIC = 4.19 - 1.88 (0.39) = 3.46 \%$$

Los límites de especificación determinados por el cliente están dados por: no menor de 3.5, en la escala de grises, es decir los límites de especificación para este producto se encuentran de 3.5 a 5

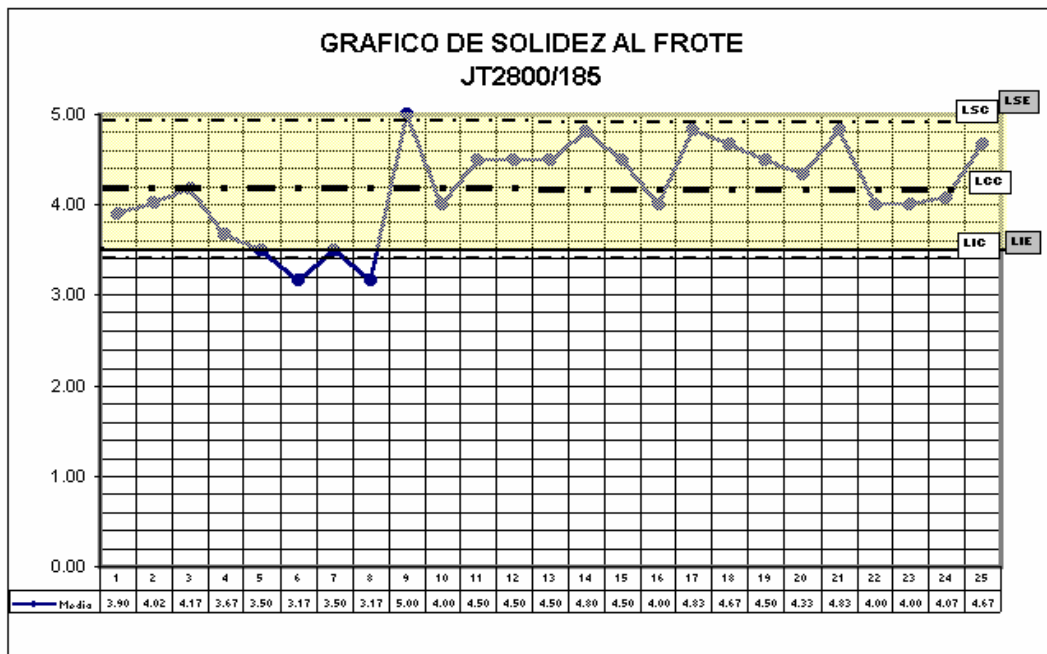
Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 19 se representa el gráfico de solidez al frote



**Tabla No. XII**  
Control de solidez al frote

<b>TEXPASA</b>					
<i>FORMULARIO PARA GRAFICO DE CONTROL DE SOLIDEZ AL FROTE</i>					
<b>Datos Generales</b>					
Codigo de Tela	JT-2800/185	Peso Final	185 gr / m2		
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN	Ancho Final	28 Pulgadas		
Color	Azul Navy	Terminado	En Rollo		
Cliente	JC Penny				
<b>Resultado de medicion</b>					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	3.7	4.0	4.0	3.90	
2	3.8	4.0	4.3	4.02	0.12
3	4.0	4.5	4.0	4.17	0.15
4	4.0	3.5	3.5	3.67	0.50
5	3.5	3.5	3.5	3.50	0.17
6	3.5	3.0	3.0	3.17	0.33
7	3.5	3.5	3.5	3.50	0.33
8	3.5	3.0	3.0	3.17	0.33
9	5.0	5.0	5.0	5.00	1.83
10	4.0	4.0	4.0	4.00	1.00
11	4.5	4.5	4.5	4.50	0.50
12	4.5	4.5	4.5	4.50	0.00
13	4.5	4.5	4.5	4.50	0.00
14	4.7	4.7	5.0	4.80	0.30
15	4.5	4.5	4.5	4.50	0.30
16	4.0	4.0	4.0	4.00	0.50
17	5.0	5.0	4.5	4.83	0.83
18	4.5	4.5	5.0	4.67	0.17
19	4.5	4.5	4.5	4.50	0.17
20	4.5	4.0	4.5	4.33	0.17
21	4.5	5.0	5.0	4.83	0.50
22	4.0	4.0	4.0	4.00	0.83
23	4.0	4.0	4.0	4.00	0.00
24	4.0	4.2	4.0	4.07	0.07
25	4.5	5.0	4.5	4.67	0.60
Suma Total				104.78	9.70
Media				$\bar{X} = 4.19$	$\bar{R} = 0.39$

**Figura No. 19**  
Gráfico solidez al frote



#### 4.1.7. Control de tonos

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si el tono de la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el teñido o bien cambiar de colorantes, para poder tener una buena reproducibilidad del color.

En la tabla No. XIII se muestran los resultados de las mediciones de los Delta E, con estos datos se sacan los límites de control, los cuales son:

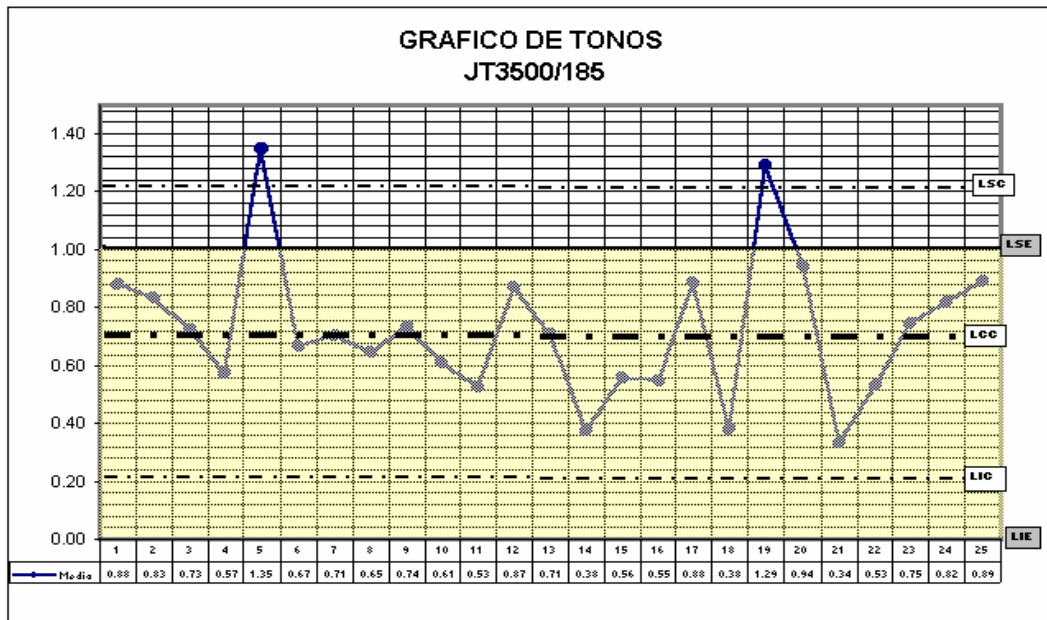
$$LCC = 0.73$$

$$LSC = 0.73 + 1.88(0.26) = 1.21 \%$$

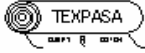
$$LIC = 0.73 - 1.88 (0.26) = 0 \%$$

Los límites de especificación determinados por el cliente están dados por un Delta E no mayor de 1 , es decir los límites de especificación para este producto se encuentran desde 0 hasta 1. Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 20 se representa el gráfico de control de Tonos.

**Figura No. 20**  
Gráfico de tonos



**Tabla No. XIII**  
Control de tonos

<b>TEXPASA</b>					
<i>FORMULARIO PARA GRAFICO DE CONTROL DE TONOS</i>					
<b>Datos Generales</b>					
Codigo de Tela	JT-2800/185	Peso Final	185 gr / m <sup>2</sup>		
Tipo de Mezcla	100% ALGODÓN	Ancho Final	28 Pulgadas		
Color	Azul Navy	Terminado	En Rollo		
Cliente	JC Penny				
<b>Resultado de medicion</b>					
Lote #	Muestras			Promedio	Rango
	1	2	3		
1	0.89	0.92	0.82	0.88	
2	0.80	0.75	0.95	0.83	0.04
3	0.78	0.71	0.69	0.73	0.11
4	0.54	0.60	0.58	0.57	0.15
5	1.50	1.25	1.30	1.35	0.78
6	0.68	0.69	0.63	0.67	0.68
7	0.56	0.80	0.76	0.71	0.04
8	0.65	0.68	0.61	0.65	0.06
9	0.87	0.70	0.64	0.74	0.09
10	0.52	0.68	0.64	0.61	0.12
11	0.52	0.57	0.49	0.53	0.09
12	0.80	0.86	0.94	0.87	0.34
13	0.75	0.73	0.65	0.71	0.16
14	0.47	0.40	0.26	0.38	0.33
15	0.49	0.50	0.68	0.56	0.18
16	0.54	0.51	0.59	0.55	0.01
17	0.86	0.84	0.95	0.88	0.34
18	0.35	0.48	0.32	0.38	0.50
19	1.35	1.25	1.27	1.29	0.91
20	0.89	0.95	0.99	0.94	0.35
21	0.25	0.41	0.35	0.34	0.61
22	0.63	0.45	0.52	0.53	0.20
23	0.71	0.75	0.78	0.75	0.21
24	0.78	0.86	0.81	0.82	0.07
25	0.95	0.87	0.85	0.89	0.07
Suma Total				18.14	6.44
Media				$\bar{X} = 0.53$	$\bar{R} = 0.41$

#### 4.1.8. Inspección de tela

El objetivo de esta gráfica es analizar la variabilidad del proceso, determinar si los defectos en la tela se encuentra dentro de las especificaciones del cliente y la capacidad del proceso.

Al analizar esta gráfica podremos decidir si debemos hacer algún cambio en alguna variable en el teñido o cambiar algún procedimiento en el proceso de extractado, plegado, secado o compactado, para evitar inconformidades en la tela

En la tabla No. XIV se muestran los resultados de las inspecciones de tela, con estos datos se sacan los límites de control, los cuales son:

$$LCC = 25.12$$

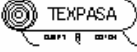
$$LSC = 25.12 + 1.88(11.51) = 46.75 \%$$

$$LIC = 25.12 - 1.88 (11.51) = 3.48 \%$$

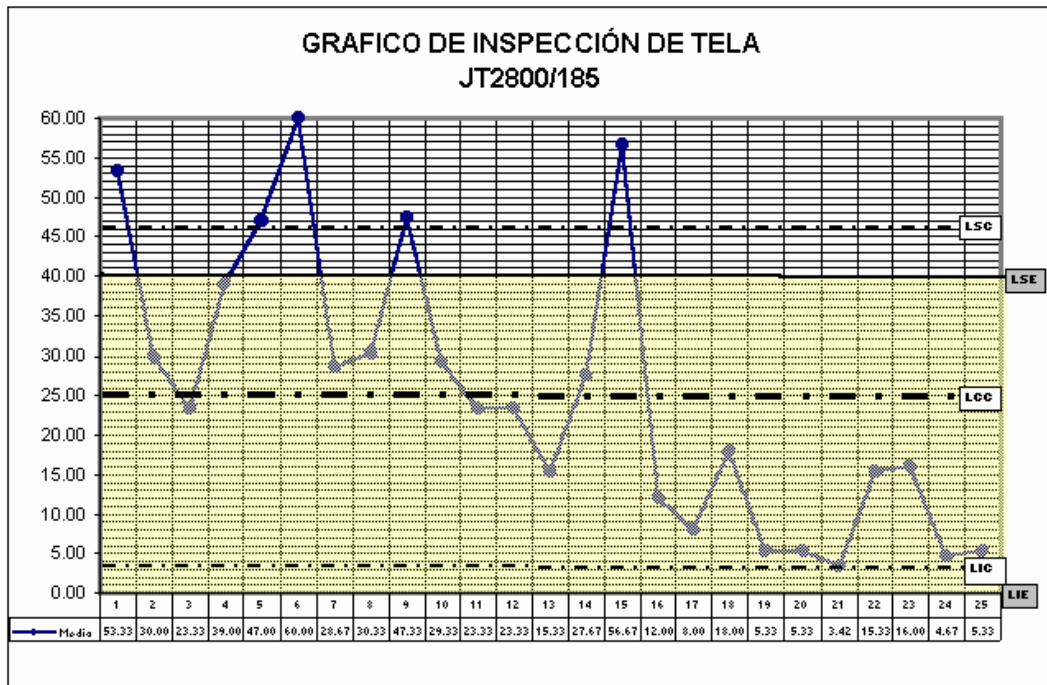
Los límites de especificación determinados por el cliente están dados por menor a 40 puntos, es decir los límites van de 0 a 40 puntos.

Con estos resultados procedemos a graficar los datos obtenidos, en la Figura No. 21 se representa el gráfico de inspección de tela.

**Tabla No. XIV**  
Inspección de tela

<p><b>TEXPASA</b> FORMULARIO PARA GRAFICO DE <i>INSPECCIÓN DE TELA</i></p>							
<b>Datos Generales</b>							
Codigo de Tela		JT-2800/185		Peso Final		185 gr / m2	
Tipo de Mezcla		100% ALGODÓN		Ancho Final		28 Pulgadas	
Color		Azul Navy		Terminado		En Rollo	
Cliente		JC Penny					
<b>Resultado de medicion</b>							
Lote #	Muestras			Promedio	Rango		
	1	2	3				
1	40	65	55	53.33			
2	30	35	25	30.00	23.33		
3	35	10	25	23.33	6.67		
4	40	35	42	39.00	15.67		
5	60	53	28	47.00	8.00		
6	45	65	70	60.00	13.00		
7	35	23	28	28.67	31.33		
8	25	32	34	30.33	1.67		
9	60	40	42	47.33	17.00		
10	23	40	25	29.33	18.00		
11	30	25	15	23.33	6.00		
12	23	25	22	23.33	0.00		
13	21	15	10	15.33	8.00		
14	35	30	18	27.67	12.33		
15	70	60	40	56.67	29.00		
16	16	12	8	12.00	44.67		
17	12	4	8	8.00	4.00		
18	16	22	16	18.00	10.00		
19	12	4	0	5.33	12.67		
20	12	0	4	5.33	0.00		
21	0	2	8	3.42	1.92		
22	22	16	8	15.33	11.92		
23	24	16	8	16.00	0.67		
24	4	2	8	4.67	11.33		
25	8	6	2	5.33	0.67		
Suma Total				628.08	287.83		
Media				$\bar{X} = 25.12$	$\bar{R} = 11.51$		

**Figura No. 21**  
Gráfico de inspección de tela



#### 4.2. Criterios de aceptación y rechazo del producto

Los criterios de aceptación y de rechazo de un lote deben de ser definidos por mutuo acuerdo con el cliente, tomando en cuenta la capacidad del proceso.

En la tabla No. XV se enlistan los parámetros de aceptación que comúnmente se trabaja en tejido de punto.

Nota: algunas variables puede que no estén dentro de los parámetros de aceptación y sin embargo no sea rechazado el lote, esto se debe a que deben de existir ciertas tolerancias para lotes únicos, más no para todo el pedido completo, por ejemplo si un lote tiene un peso de + 6.5 %, no es

necesario reprocesarlo, pero se debe informar al cliente que ese lote lleva el peso fuera de aceptación pero pasa con tolerancia.

**Tabla No. XV**

Parámetros de aceptación de variables textiles

<b>VARIABLE</b>	<b>UNIDAD DE MEDICION</b>	<b>RANGO DE ACEPTACIÓN DEL LOTE</b>	<b>RANGO DE RECHAZO DEL LOTE</b>
<b>PESO</b>	Gr. / m. <sup>2</sup>	- 5% a + 5%	>±7%
<b>ANCHO</b>	Pulgadas	- ½ pulg. a +½ pulg.	>¾ pulg. y <-¾ pulg.
<b>ENCOGIMIENTO</b>	Porcentaje	0% a 7.5 %	>± 8.5%
<b>TORQUE</b>	Porcentaje	0% a 5.5 %	>± 7.5%
<b>SOLIDEZ AL LAVADO</b>	Puntos e escala de grises	3.5 a 5	1 a 3
<b>SOLIDEZ AL FROTE</b>	Puntos e escala de grises	4 a 5	1 a 3
<b>COTROL DE TONOS</b>	DELTA " E "	0 a 1	> 1
<b>INSPECCIÓN DE TELA</b>	Puntos por defecto	0 a 40	>40

**4.3. Diagrama de Pareto para control de la tela reprocesada**

Con este diagrama podemos identificar cual es el motivo que produce mayor cantidad de reprocesos y asignar recursos para disminuir los rechazos ocasionados por estas razones.



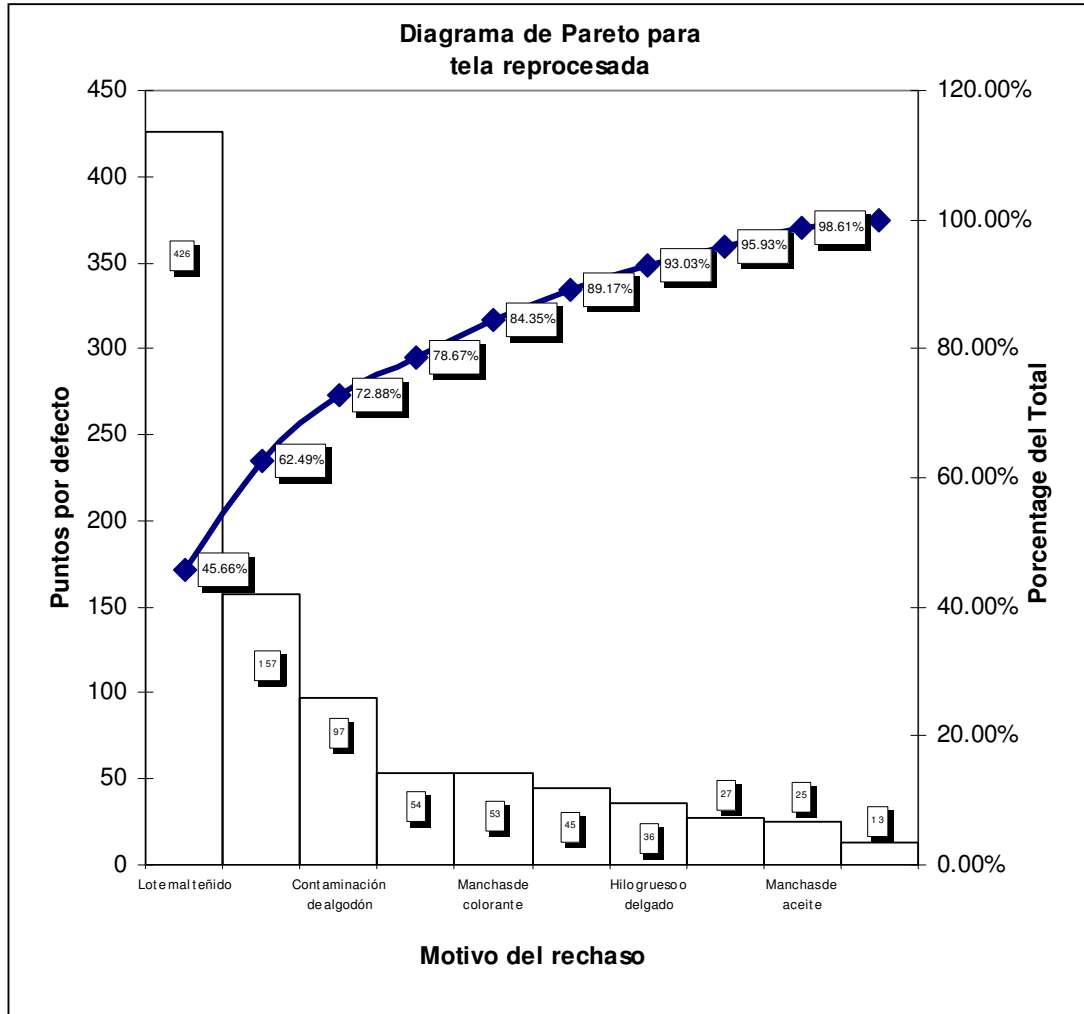
Los datos que se enlistan a continuación son el resumen de los lotes inspeccionados con el sistema de 40 puntos en una semana.

**Tabla No. XVI**  
Resumen de defectos  
de lotes inspeccionados

Hoyos	Manchas de aceite	Hilo grueso o delgado	Contaminación de colorante	Contaminación de algodón	Manchas de colorante	Lote mal teñido	Manchas de suavizante	Quiebres	Líneas verticales
45	25	36	54	97	53	426	157	27	13

Luego de ordenar de forma descendente los datos, determinar el porcentaje influencia que tuvo cada motivo en el total de rechazos y sacar la suma acumulada, se procede a desarrollar el diagrama de Pareto.

**Figura No. 22**  
 Diagrama de Pareto para tela reprocesada



Al analizar el diagrama de Pareto nos damos cuenta que el 75 % de los defectos incluye solamente 4 motivos los cuales son: manchas de sucio, manchas de suavizante, contaminación de algodón y contaminación de colorante, con estos datos podemos enfocar nuestra atención a los motivos que nos representan mas rechazos:

En la siguiente tabla podemos observar el problema, el porcentaje del total de rechazos y una solución alternativa.

**Tabla No. XVII**

Tabla de soluciones alternativas para problemas de reprocesos

DEFECTO	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	SOLUCION ALTERNATIVA
Lote mal teñido	EL lote completo se encuentra rechazado por manchas de colorante, manchas de sucio o el tinte no es parejo	30.83%	-Revisar la fórmula
Manchas de suavizante	Manchas blancas causadas por el tipo de suavizante utilizado o por el mal manejo del suavizante	21.42%	-Cambiar de suavizante -Chequearla fórmula de lavado para ver si se esta utilizando el suavizante como lo sugiere el proveedor -Contactar al proveedor
Contaminación de algodón	Pequeños hilos de poliéster o polipropileno enredados en el hilo de algodón, los cuales no fueron teñidos	13.23%	-Contactar al proveedor de hilo -No es posible arreglar este problema es un daño irreversible
Contaminación de colorante	Pequeños puntos de colores causados por el mal manejo de los colorantes en polvo	7.37%	-Establecer un área cerrada para la dilución de los colorantes en agua -No transportar colorante en bolsas abiertas dentro de la planta -Solo manejar dentro de la planta colorantes ya disueltos en agua

**4.4. Histogramas**

Se utilizaran histogramas para visualizar datos de una manera instantánea, y hacer comparativos de indicadores entre los dos turnos de trabajo.

Los indicadores mas importantes de producción deben ser:

- El porcentaje de utilización de las máquinas
- El porcentaje de reprocesos
- La producción exportada o terminada

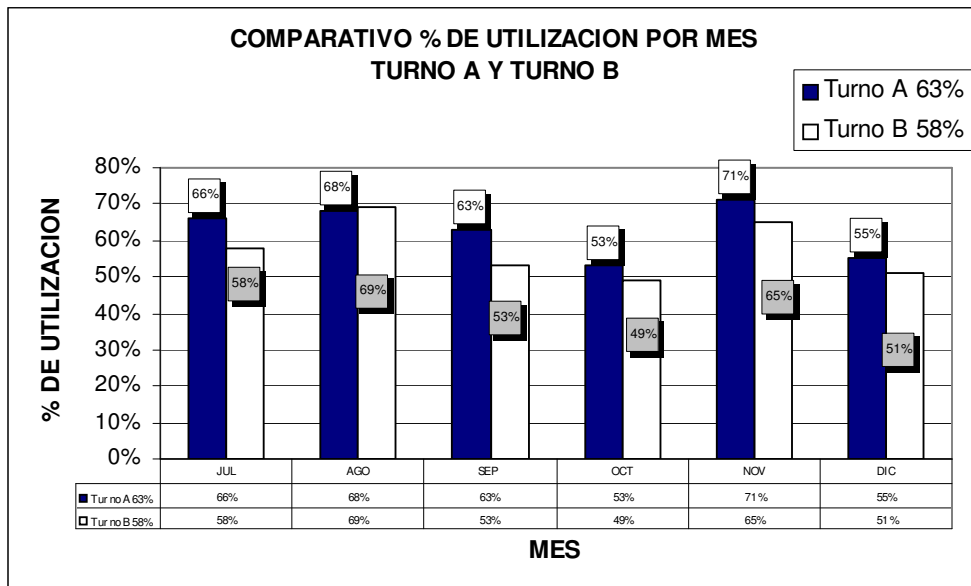
El porcentaje de utilización diario de la maquinaria por turno se calcula de la siguiente manera:

Tiempo instalado = 12 horas X 60 min. X # de máquinas

Tiempo utilizado = Σ de tiempo estándar de cada batch lavado en el turno

% de utilización = (Tiempo utilizado / Tiempo instalado) X 100

**Figura No. 23**  
Comparativo % de utilización por mes

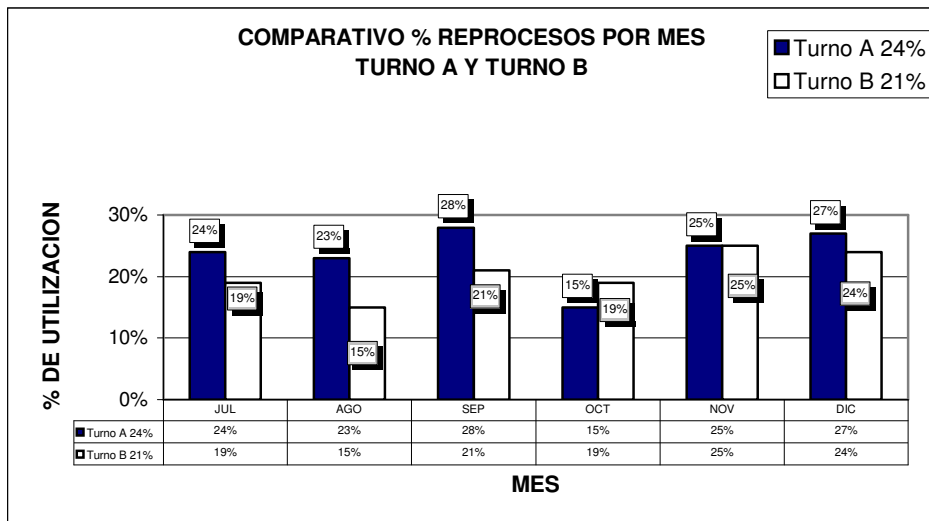


En la figura No. 23 podemos observar que el turno A mantiene las máquinas produciendo mayor cantidad del tiempo que el turno B, los meses de agosto y noviembre fueron los meses de mejor utilización para los dos turnos y octubre fue el mes de peor utilización para los dos turnos.

El porcentaje de reproceso se calcula así:

$$\% \text{ de reproceso} = (\# \text{ de batch rechazados} / \# \text{ de batch lavados}) \times 100$$

**Figura No. 24**  
Comparativo % de reprocesos por mes

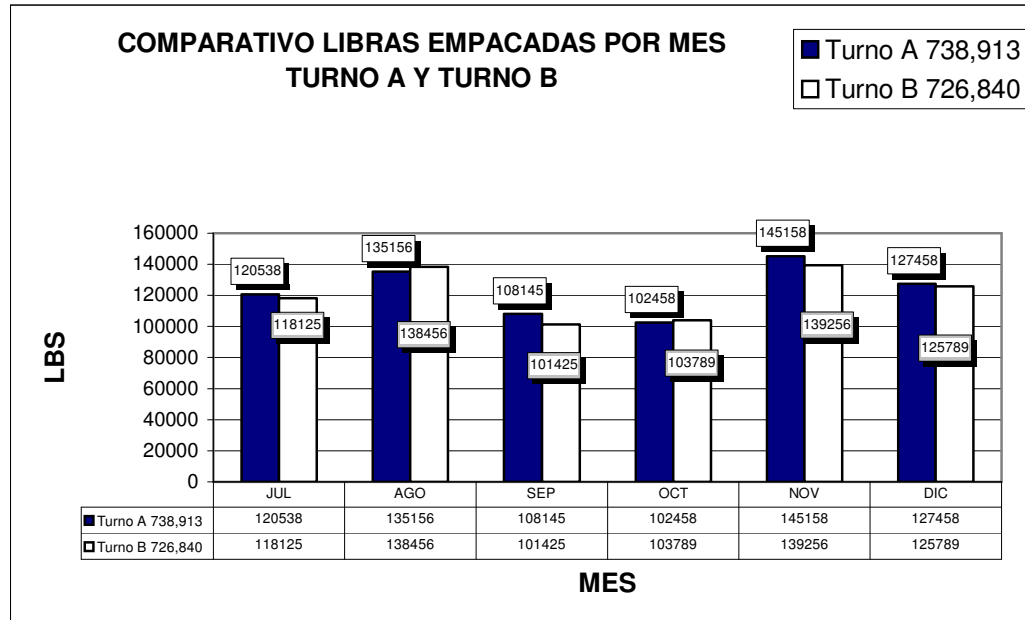


Al analizar la figura No. 24 vemos que al turno B le rechazan menos batch que al turno A, el mes de octubre mejoro la calidad, en el mes de septiembre al turno A le rechazaron el 28 % de su producción. Podemos concluir que el turno A produce mas pero con menor calidad y el turno B produce menos con relativa mejor calidad.

La producción exportada esta dada por las libras de tela que un turno logró empacar en un día. De estos datos graficamos los resultados del segundo semestre del año 2003.

En la figura No. 25 vemos que los meses de septiembre y octubre fue baja y en agosto, noviembre y diciembre fue alta. El turno A se preocupa mas por terminar el proceso productivo que el turno B habiendo empacado 12,000 unidades mas aproximadamente.

**Figura No. 25**  
Comparativo libras empacadas por mes



#### 4.5. Diagramas causa y efecto

El diagrama de causa y efecto es la representación gráfica y evaluación de todas las posibles causas de un efecto o problema.

Para la elaboración de un diagrama de causa y efecto se debe seguir los siguientes pasos, en este caso se hará un diagrama de un teñido rechazado, pero este diagrama se puede hacer para cualquier problema que tengamos en la fábrica como un defecto en la tela, una entrega tardía, un porcentaje de rechazos alto o bien costos mayores a lo estimado.

**Paso 1 :** determinar el problema o efecto, este se debe colocar en el extremo derecho de nuestro diagrama como se ve en la figura, en este caso escogimos como problema el siguiente "teñido rechazado" que se refiere a que un lote fue rechazado por problemas de lavado.

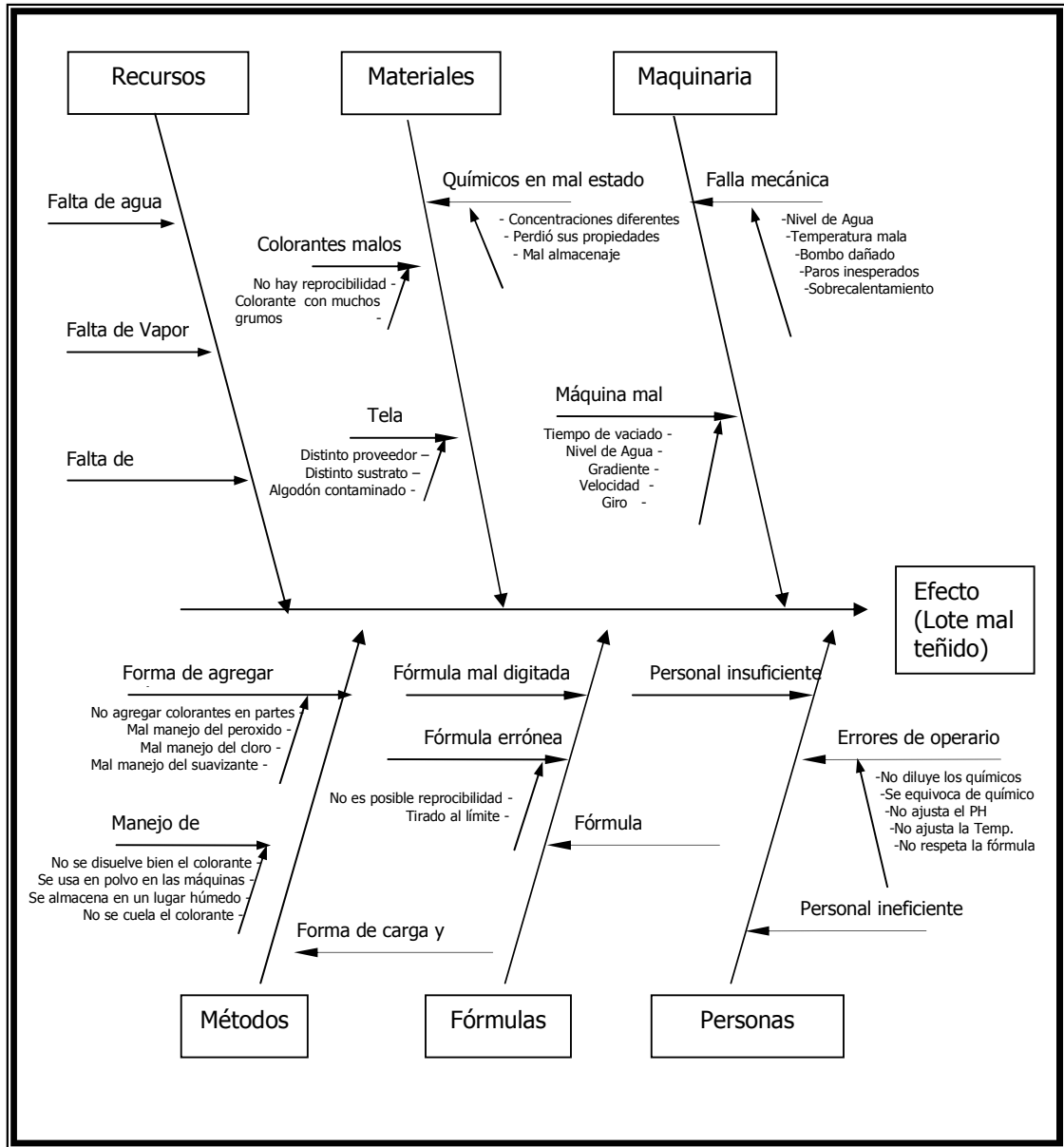
**Paso 2:** Se debe de identificar las categorías generales que incluyan a todas las causas que produzcan el determinado problema, en este caso podrían ser: la maquinaria, las personas, los materiales, los métodos, los recursos y las fórmulas.

**Paso 3:** Ya que identificamos todas las categorías, con ayuda de una lluvia de ideas enlistamos todas las causas por categoría, en esta caso serían: falla mecánica, máquina mal calibrada, personal insuficiente, personal no capacitado y más.

Este gráfico es muy útil para identificar todas las variables que se involucran en un problema, y de una forma ordenada, sin dejar por alto ninguna causa, darle solución al problema o efecto.

En la figura No. 4.14 se da una representación gráfica de cómo elaborar un diagrama de causa y efecto.

**Figura No. 26**  
Diagrama causa y efecto





#### **4.6. Implementación de hojas de control**

También se le puede llamar ficha técnica, cada batch de producción debe llevar una hoja como esta en la cual se deben anotar todos los parámetros y calibraciones que deben llevar las máquinas para la elaboración de ese producto.

En el momento en el que se aprueba el primer batch de producción se toman todas las calibraciones y procedimientos que fueron utilizados, estos se deben archivar y cuando se programe teñir un batch igual, el jefe de programación debe imprimir esta hoja con los datos ya en ella y adjuntarla a la hoja de identificación del batch. Estas hojas son muy importantes ya que los datos de un lote aceptado quedan registrados para cualquier uso posterior y para hacer mas fácil el manejo de los procesos.

Esta ficha técnica es muy importante ya que muchas veces los operarios calibran las máquinas a su gusto o como ellos creen que queda mejor el producto, pero no se logra uniformidad en el proceso y el producto tiene por ende mucha variabilidad en los resultados de calidad. Con la ayuda de la ficha técnica la empresa puede estandarizar sus procesos.

Para el desarrollo de un teñido la hoja de control debe contener los siguientes incisos:


- La información general: se incluyen todos los datos generales de identificación del teñido

- El peso
  - El ancho cortable y final
  - El código de la tela
  - La composición
  - La mezcla
  - Color
  - Lote de prueba
- Parámetros de la Centrífuga o Exprimidora: en esta área se debe indicar como calibrar los parámetros de las centrífugas para que la tela tenga el mismo % de humedad que la prueba aceptada antes de secar.
    - Máquina No.
    - Ancho antes de exprimir
    - Velocidad del motor
    - Tiempo de exprimido
    - Ancho después de exprimir
- Parámetros de la Secadora: Es muy importante que la tela quede con el mismo porcentaje de humedad uniformemente luego de secar (aprox. 6%), para lograr esto la máquina se debe programar según los datos siguientes:
    - Máquina No.
    - Ancho antes de secar
    - Velocidad
    - % de humedad final
    - ancho después de secado

- Parámetros de la Compactadora: Por último uno de los procesos mas importantes, de aquí depende el encogimiento y el torque que tendrá la tela después de lavar, por esta razón es muy importante calibrar la máquina con los siguiente parámetros:
  - Máquina No.
  - Ancho antes de compactar
  - Velocidad
  - Alimentación 1 y 2
  - Vapor
  - Ancho campo 2 y 3
  - Lleva goma?
  - Se corta la orilla?
  - Ancho después de compactar
  
- Resultados de calidad: Para saber como quedaron las variables de calidad del lote aceptado se deben anotar en la ficha técnica.
  - Encogimiento a lo largo y ancho
  - Torque
  - Solideces
  - Peso final
  - Ancho final

En la figura No. 27 se muestra un modelo de una hoja de control

**Figura No. 27**  
**Hoja de Control**

<p><b>TEXPASA</b>          FICHA TECNICA POR PRODUCTO</p>																																																																																																							
<b>DATOS DEL LOTE</b>																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Codigo de Tela</td><td></td></tr> <tr><td>Tipo de Mezcla</td><td></td></tr> <tr><td>Composicion</td><td></td></tr> <tr><td>Descripcion</td><td></td></tr> </table>	Codigo de Tela		Tipo de Mezcla		Composicion		Descripcion		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Peso Final</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho Cortable</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho Final</td><td></td></tr> </table>	Peso Final		Ancho Cortable		Ancho Final																																																																																									
Codigo de Tela																																																																																																							
Tipo de Mezcla																																																																																																							
Composicion																																																																																																							
Descripcion																																																																																																							
Peso Final																																																																																																							
Ancho Cortable																																																																																																							
Ancho Final																																																																																																							
<b>PARAMETROS</b>																																																																																																							
<p><b>Datos Generales</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Color</td><td></td></tr> <tr><td>No lote Prueba</td><td></td></tr> </table> <p><b>Exprimidoras</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Maquina No.</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho antes Exprimido</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad Weiss</td><td></td></tr> <tr><td>Centrifuga No.</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad Centrifuga</td><td></td></tr> <tr><td>Tiempo total Cantrifuga</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho 50 % Exprimido</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho despues Exprimido</td><td></td></tr> </table> <p><b>Plegadoras</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Ancho inicial</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad</td><td></td></tr> <tr><td>Tension</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho Final</td><td></td></tr> </table> <p><b>Abridora</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Velocidad Abridora</td><td></td></tr> </table> <p><b>Area de Acabados</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Encogimiento Largo</td><td></td></tr> <tr><td>Encogimiento Ancho</td><td></td></tr> <tr><td>Torque</td><td></td></tr> <tr><td>Solidez al lavado</td><td></td></tr> <tr><td>Solidez al frote</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho final</td><td></td></tr> <tr><td>Peso final</td><td></td></tr> </table>	Color		No lote Prueba		Maquina No.		Ancho antes Exprimido		Velocidad Weiss		Centrifuga No.		Velocidad Centrifuga		Tiempo total Cantrifuga		Ancho 50 % Exprimido		Ancho despues Exprimido		Ancho inicial		Velocidad		Tension		Ancho Final		Velocidad Abridora		Encogimiento Largo		Encogimiento Ancho		Torque		Solidez al lavado		Solidez al frote		Ancho final		Peso final		<p><b>Secadoras</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Maquina Secado</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho 50%Secado</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho despues secado</td><td></td></tr> <tr><td>Temp campo 1 y 2</td><td></td></tr> <tr><td>Temp campo 3</td><td></td></tr> <tr><td>Temp campo 4</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad (rpm)</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad (mts/min)</td><td></td></tr> <tr><td>No. pasadas (Maquina A)</td><td></td></tr> <tr><td>% de humedad Salida</td><td></td></tr> </table> <p><b>Compactadoras</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Maquina No.</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho inicial</td><td></td></tr> <tr><td>Velocidad</td><td></td></tr> <tr><td>Sobre alimentacion</td><td></td></tr> <tr><td>Alimentacion 1 y 2</td><td></td></tr> <tr><td>Angulo Teflon 1 y 2</td><td></td></tr> <tr><td>Temp cilindro inferior</td><td></td></tr> <tr><td>Temp cilindro superior</td><td></td></tr> <tr><td>Vapor</td><td></td></tr> <tr><td>Temp Rodo</td><td></td></tr> <tr><td>Temp Zapata</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho campo 2</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho campo 3</td><td></td></tr> <tr><td>Medida 50 % compactado</td><td></td></tr> <tr><td>% Velocidad rodo BI T</td><td></td></tr> <tr><td>% rodillo Salida</td><td></td></tr> <tr><td>Ancho despues Compactado</td><td></td></tr> <tr><td>Goma</td><td></td></tr> <tr><td>Corte de orrilla</td><td></td></tr> </table>	Maquina Secado		Ancho 50%Secado		Ancho despues secado		Temp campo 1 y 2		Temp campo 3		Temp campo 4		Velocidad (rpm)		Velocidad (mts/min)		No. pasadas (Maquina A)		% de humedad Salida		Maquina No.		Ancho inicial		Velocidad		Sobre alimentacion		Alimentacion 1 y 2		Angulo Teflon 1 y 2		Temp cilindro inferior		Temp cilindro superior		Vapor		Temp Rodo		Temp Zapata		Ancho campo 2		Ancho campo 3		Medida 50 % compactado		% Velocidad rodo BI T		% rodillo Salida		Ancho despues Compactado		Goma		Corte de orrilla	
Color																																																																																																							
No lote Prueba																																																																																																							
Maquina No.																																																																																																							
Ancho antes Exprimido																																																																																																							
Velocidad Weiss																																																																																																							
Centrifuga No.																																																																																																							
Velocidad Centrifuga																																																																																																							
Tiempo total Cantrifuga																																																																																																							
Ancho 50 % Exprimido																																																																																																							
Ancho despues Exprimido																																																																																																							
Ancho inicial																																																																																																							
Velocidad																																																																																																							
Tension																																																																																																							
Ancho Final																																																																																																							
Velocidad Abridora																																																																																																							
Encogimiento Largo																																																																																																							
Encogimiento Ancho																																																																																																							
Torque																																																																																																							
Solidez al lavado																																																																																																							
Solidez al frote																																																																																																							
Ancho final																																																																																																							
Peso final																																																																																																							
Maquina Secado																																																																																																							
Ancho 50%Secado																																																																																																							
Ancho despues secado																																																																																																							
Temp campo 1 y 2																																																																																																							
Temp campo 3																																																																																																							
Temp campo 4																																																																																																							
Velocidad (rpm)																																																																																																							
Velocidad (mts/min)																																																																																																							
No. pasadas (Maquina A)																																																																																																							
% de humedad Salida																																																																																																							
Maquina No.																																																																																																							
Ancho inicial																																																																																																							
Velocidad																																																																																																							
Sobre alimentacion																																																																																																							
Alimentacion 1 y 2																																																																																																							
Angulo Teflon 1 y 2																																																																																																							
Temp cilindro inferior																																																																																																							
Temp cilindro superior																																																																																																							
Vapor																																																																																																							
Temp Rodo																																																																																																							
Temp Zapata																																																																																																							
Ancho campo 2																																																																																																							
Ancho campo 3																																																																																																							
Medida 50 % compactado																																																																																																							
% Velocidad rodo BI T																																																																																																							
% rodillo Salida																																																																																																							
Ancho despues Compactado																																																																																																							
Goma																																																																																																							
Corte de orrilla																																																																																																							

#### **4.6.1. Reportes**

##### **Reporte diario de calidad**

Diariamente deben introducirse en una base de datos todos los resultados obtenidos de las pruebas de calidad e imprimir un reporte para la verificación de los resultados por el Gerente de producción. Estos reportes deben incluir todos los resultados de calidad del producto que salió de producción el día anterior.

En este reporte vamos a incluir únicamente los datos del producto terminado, es muy importante almacenarlos en una base de datos ya que estos nos proporcionan los datos históricos de la producción para poder realizar los gráficos de control. Los datos que debe incluir este reporte son:

##### Datos generales:

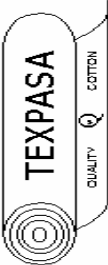
- Fecha: el día que fueron tomados los datos
- El código de tela
- El No. de Batch
- El tipo de tela
- El color

##### Resultados de calidad:

- Las 3 pruebas de peso
- Las 3 pruebas de ancho
- Las 3 pruebas de encogimiento
- Las 3 pruebas de torque
- La prueba de solidez al lavado
- El resultado de delta E

En la Tabla No. XVIII se representa este reporte con datos para ejemplificar el diseño de este.

**Tabla No. XVIII**  
Reporte de calidad



**REPORTES DIARIOS DE RESULTADOS DE CALIDAD**

**FECHA**  
17-Mar-04

Codigo	Batch	Tela	Color	Peso (gr/m <sup>2</sup> )			Ancho (")			Encogimiento Largo			Encogimiento Ancho			TORQUE			Silidez al			DELTA	
				Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Labado	Frío en Seco
JT-26000205	12438	Jersey	White	206	206	206	26.25	26.25	26.25	2.50	3.75	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	1.83	0.00	4	4	4	0.35	
RA-72000290	12912	Rib	White	288	288	288	72.50	72.50	72.50	7.50	7.50	0.00	2.50	7.50	0.00	1.83	0.93	1.83	3.5	3.5	3.5	0.90	
RA-72000290	12912	Rib	White	288	288	288	72.50	72.50	72.50	3.75	2.50	3.75	2.50	2.50	3.75	1.78	1.83	1.78	3.5	3.5	3.5	0.84	
RA-72000290	12914	Rib	White	288	288	288	72.50	72.50	72.50	5.00	3.75	5.00	3.75	3.75	5.00	3.66	4.60	3.66	4	4	4	0.95	
JT-28000210	12734	Jersey	Black	217	205	217	26.00	26.00	26.00	2.50	2.50	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	3.5	4	0.33	
JT-28000210	12757	Jersey	White	204	217	204	26.00	26.00	26.00	3.75	7.50	3.75	2.50	2.50	2.50	5.45	1.83	5.45	3.5	3.5	3.5	0.48	
JT-28000210	12759	Jersey	White	205	204	205	26.25	26.25	26.25	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	2.76	0.93	2.76	3.5	4	5	0.50	
JT-28000210	12761	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	2.50	3.75	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	4	4	0.40	
JT-28000210	12763	Jersey	Black	204	206	204	26.25	26.25	26.25	1.25	2.50	1.25	4.38	2.50	2.50	3.66	4.60	3.66	4	4	4	0.49	
JT-28000210	12734	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	3.75	7.50	3.75	2.50	2.50	2.50	5.45	1.83	5.45	3.5	3.5	3.5	0.48	
JT-28000210	12759	Jersey	White	205	204	205	26.25	26.25	26.25	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	2.76	0.93	2.76	3.5	4	5	0.50	
JT-28000210	12761	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	2.50	3.75	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	4	4	0.40	
JT-28000210	12763	Jersey	Black	204	206	204	26.25	26.25	26.25	1.25	2.50	1.25	4.38	2.50	2.50	3.66	4.60	3.66	4	4	4	0.49	
JT-28000210	12763	Jersey	White	204	206	204	26.25	26.25	26.25	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	5.27	4.60	5.27	4	5	4	0.49	
JT-28000210	12763	Jersey	White	214	206	214	26.00	26.00	26.00	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	5.27	4.60	5.27	5	5	4	0.42	
JT-24000210	12881	Jersey	White	203	214	203	24.00	24.00	24.00	2.50	1.25	2.50	5.00	3.75	5.00	1.81	1.80	1.81	5	4	4	0.46	
JT-26000205	12438	Jersey	White	206	206	206	26.25	26.25	26.25	2.50	3.75	2.50	2.50	2.50	2.50	0.00	1.83	0.00	4	4	4	0.35	
RA-72000290	12912	Rib	White	288	288	288	72.50	72.50	72.50	7.50	7.50	0.00	2.50	7.50	0.00	1.83	0.93	1.83	3.5	3.5	3.5	0.90	
RA-72000290	12914	Rib	White	288	288	288	72.50	72.50	72.50	3.75	2.50	3.75	2.50	2.50	3.75	1.83	1.83	1.83	3.5	3.5	3.5	0.90	
JT-28000210	12734	Jersey	Black	217	205	217	26.00	26.00	26.00	2.50	2.50	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	3.5	4	0.33	
JT-28000210	12757	Jersey	White	204	217	204	26.00	26.00	26.00	3.75	7.50	3.75	2.50	2.50	2.50	5.45	1.83	5.45	3.5	3.5	3.5	0.48	
JT-28000210	12759	Jersey	White	205	204	205	26.25	26.25	26.25	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	2.76	0.93	2.76	3.5	4	5	0.50	
JT-28000210	12761	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	2.50	3.75	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	4	4	0.40	
JT-28000210	12763	Jersey	Black	204	206	204	26.25	26.25	26.25	1.25	2.50	1.25	4.38	2.50	2.50	3.66	4.60	3.66	4	4	4	0.49	
JT-28000210	12734	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	3.75	7.50	3.75	2.50	2.50	2.50	5.45	1.83	5.45	3.5	3.5	3.5	0.48	
JT-28000210	12759	Jersey	White	205	204	205	26.25	26.25	26.25	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	2.76	0.93	2.76	3.5	4	5	0.50	
JT-28000210	12761	Jersey	White	204	205	204	26.00	26.00	26.00	2.50	3.75	2.50	3.75	5.00	3.75	4.60	4.60	4.60	4	4	4	0.40	
JT-28000210	12763	Jersey	Black	204	206	204	26.25	26.25	26.25	1.25	2.50	1.25	4.38	2.50	2.50	3.66	4.60	3.66	4	4	4	0.49	
JT-28000210	12763	Jersey	White	214	206	214	26.00	26.00	26.00	1.25	3.75	1.25	4.38	2.50	2.50	5.27	4.60	5.27	5	5	4	0.42	
JT-24000210	12881	Jersey	White	203	214	203	24.00	24.00	24.00	2.50	1.25	2.50	5.00	3.75	5.00	1.81	1.80	1.81	5	4	4	0.46	

#### 4.6.2. Certificados de Calidad

Para los clientes de una textilera son muy importantes los resultados de calidad para poder hacer sus cortes, por esta razón se les debe dar un certificado que lleve toda la información de las variables de calidad junto con el lote de tela. Este certificado como mínimo debe contener:

- Información general del batch: son los datos que identifican al lote.
  - No de batch
  - Tela
  - Color
  - Cliente
  - Peso en libras del batch
  
- Resultados de las variables cuantitativas: se debe anotar los requerimientos del cliente, los resultados obtenidos y las diferencias. Debe anotarse las tres mediciones echas para el encogimiento, torque y Solideces.
  - Peso real y objetivo
  - Ancho real y objetivo
  - Encogimientos largo y ancho
  - Torque
  
- Resultados de las variables cualitativas: sobre las cualidades del producto
  - Solideces
  - Delta E ( referencia con el color target )
  - Sistema de 40 puntos
  - EL tacto de la tela

Por último debe indicarse si el departamento de calidad de la empresa aceptó o rechazó el lote. . En la figura No. 28 se muestra un modelo de un certificado de calidad.

**Figura No. 28**  
Certificado de calidad

Certificado de Calidad									
<p><b>TEXPASA</b> <i>Control de Calidad</i></p>									
<p><b>INFORMACION GENERAL</b></p>									
Fecha		Programa							
Batch		Cliente							
Tela		Proceso							
Color		Peso(LB)							
<p><b>PESO FINAL</b></p>									
PESO (GR./M. <sup>2</sup> ) RESULTADO	PESO (GR./M. <sup>2</sup> ) OBJETIVO	MENOR PESO (GR/M <sup>2</sup> ) A-5% TOLERANCIA	MAYOR PESO (GR/M <sup>2</sup> ) A +5% TOLERANCIA	DESVIACION %					
<p><b>ANCHO</b></p>									
ANCHO (PULGADAS) RESULTADO	ANCHO (PULG) OBJETIVO	MENOR ANCHO (PULG) A -0.5" TOLERANCIA	MAYOR ANCHO (PULG) A +0.5" TOLERANCIA	DESVIACION %					
<p><b>VARIABLES CUANTITATIVAS</b></p>									
ENCOGIMIENTO LARGO		ENCOGIMIENTO ANCHO		TORQUE					
%	PROMEDIO	%	PROMEDIO	%	PROMEDIO				
<p><b>VARIABLES CUALITATIVAS</b></p>									
SOLIDEZ LAVADO	SOLIDEZ AL FROTE HUMEDO      SECO		PROCESO DE PRUEBA	DELTA "E"	TACTO				
<p><b>Sistema de 40 puntos</b></p>			<table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="width: 100px;">ACEPTADO</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td>RECHAZADO</td> <td></td> </tr> </table>			ACEPTADO		RECHAZADO	
ACEPTADO									
RECHAZADO									
<p>Observaciones</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>									
<p>VOBO. _____</p> <p>GERENTE CONTROL DE CALIDAD</p>									



### 4.6.3 Hojas de tabulación

#### Hoja de tabulación para inspección de tela

Se diseñó una hoja para poder tabular los resultados de las inspecciones físicas con el sistema de 40 Pts.

Se deben seleccionar 3 rollos de tela e inspeccionarle unas 50 yardas aproximadamente a cada uno, penalizando los defectos de 1 a 4 puntos como máximo, por cada yarda de tela. Para cada lote debemos llenar la información en la parte superior de la hoja, luego procedemos a tender el rollo en una mesa inspeccionando cada pliegue (aprox. 5 yardas), medimos el ancho al inicio, al medio, al final del rollo y lo anotamos. Al terminar sumamos todos los puntos anotados, las yardas inspeccionadas y la cantidad de yardas con al menos un defecto.

Luego calculamos los resultados de la siguiente manera:

$$\text{Puntos por 100 yardas} = \frac{100 \times \text{Puntos totales}}{\text{Yardas totales inspeccionadas}}$$

$$\% \text{ de defectuoso} = \frac{\text{Total de yardas con al menos un defecto}}{\text{Total de yardas inspeccionadas}}$$

Esta hoja nos sirve para documentar todos los defectos que se puedan encontrar en los rollos inspeccionados visualmente, y mantener un histórico de resultados.





## 5. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION

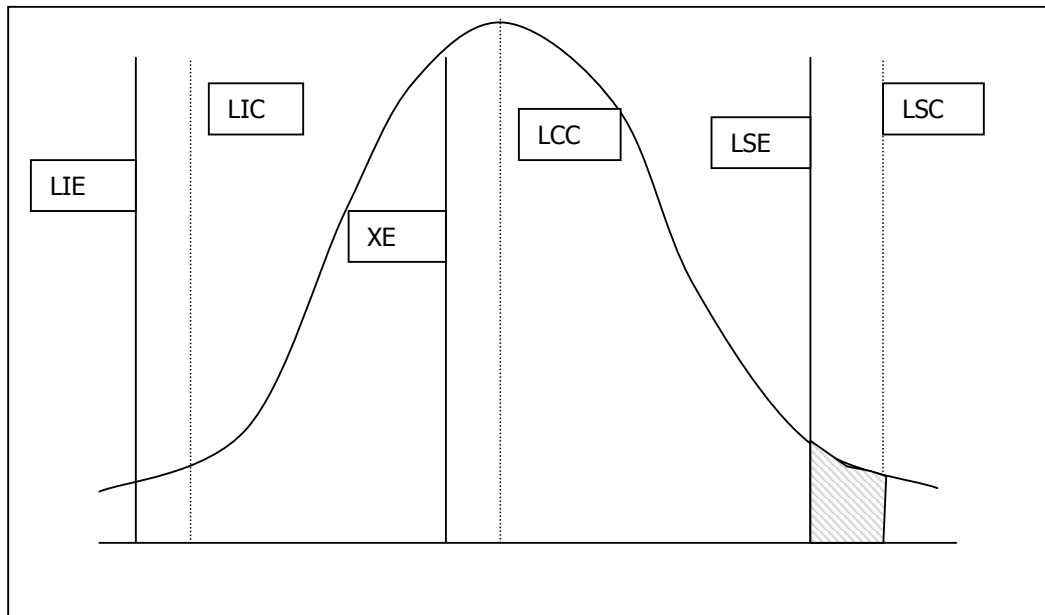
### 5.1. Interpretación de los resultados de la medición de calidad

Los resultados obtenidos en los gráficos de control pueden ser interpretados de la siguiente manera:

- **Pruebas de peso:** en el gráfico de la figura 13 se puede observar que el peso promedio se encuentra en 188.72 gr/m<sup>2</sup>, mientras que el peso objetivo es de 180 gr/m<sup>2</sup>, además el 75% de los datos se encuentra por encima de la media y un lote salió rechazado del límite superior de especificación, por lo que se encuentra fuera de control.

#### Figura No. 30

Distribución normal de datos para pruebas de peso



Como se puede observar existe una fracción de los datos que pueden salir fuera del límite superior de especificación.

Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$

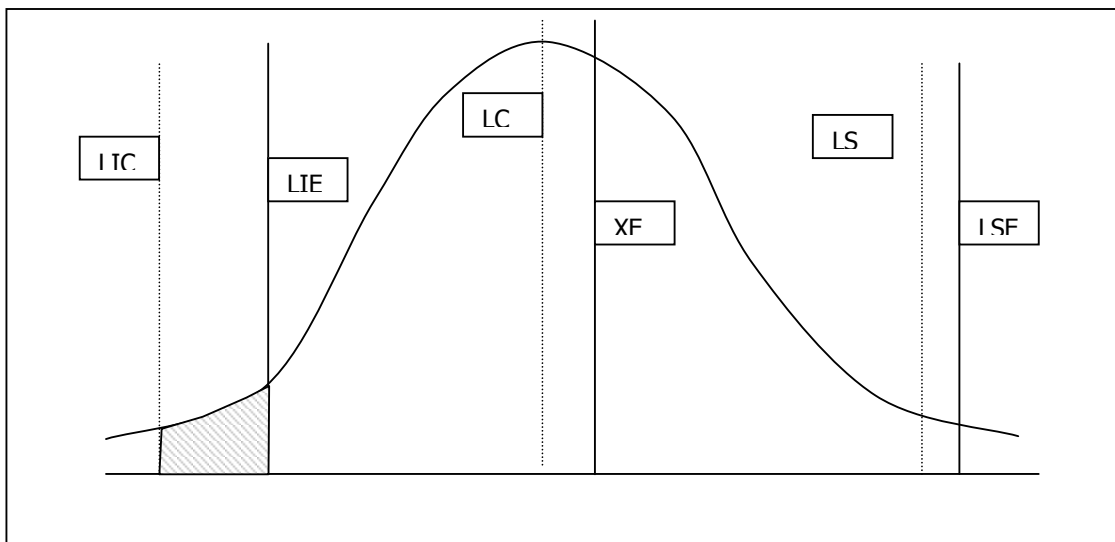
$$RCP = \frac{194.5 - 175.5}{6 ( 2.73)} = 1.144 > 0$$

Sí tenemos capacidad del proceso, sin embargo los datos están sesgados por encima de la media, por esta razón debemos hacer un cambio en el proceso para reducir el peso promedio:

- Reducir el consumo de hilo en el tejido en un 4 %
- Cambiar el procedimiento de compactación ( mayor estiramiento)

• **Pruebas de anchos:** Al analizar el gráfico de ancho de la figura 14 se puede observar que los datos se encuentran por debajo de la media en ¼ de pulgada.

**Figura No. 31**  
Distribución normal de datos para pruebas de anchos



Como se puede observar en la figura 31 existe una parte de los datos que puede caer fuera del límite inferior de especificación

Para la capacidad del proceso tenemos:

$$RCP = \frac{LSE - LSI}{6\sigma}$$

$$RCP = \frac{28.5 - 27.5}{6(0.195)} = 0.85 < 1$$

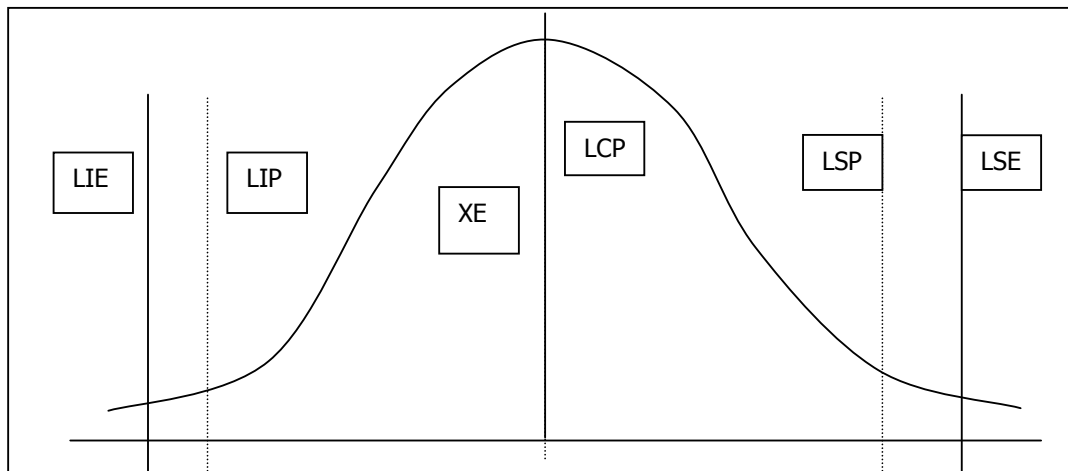
Esto indica que no se tiene capacidad en el proceso y el proceso no cumple con la especificación, por esta razón debemos ajustar:

- El tiempo de secado
- Chequear estiramientos en las plegadoras
- Debemos ajustar en  $\frac{1}{4}$  el ancho de la zapata de salida de la compactadora para subir el ancho promedio

• **Pruebas de encogimiento a lo largo:** en el gráfico de encogimiento a lo largo de la figura 15 podemos observar que todos los datos están bajo las especificaciones del cliente.

### Figura No. 32

Distribución normal de datos para pruebas de encogimiento a lo largo



Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$

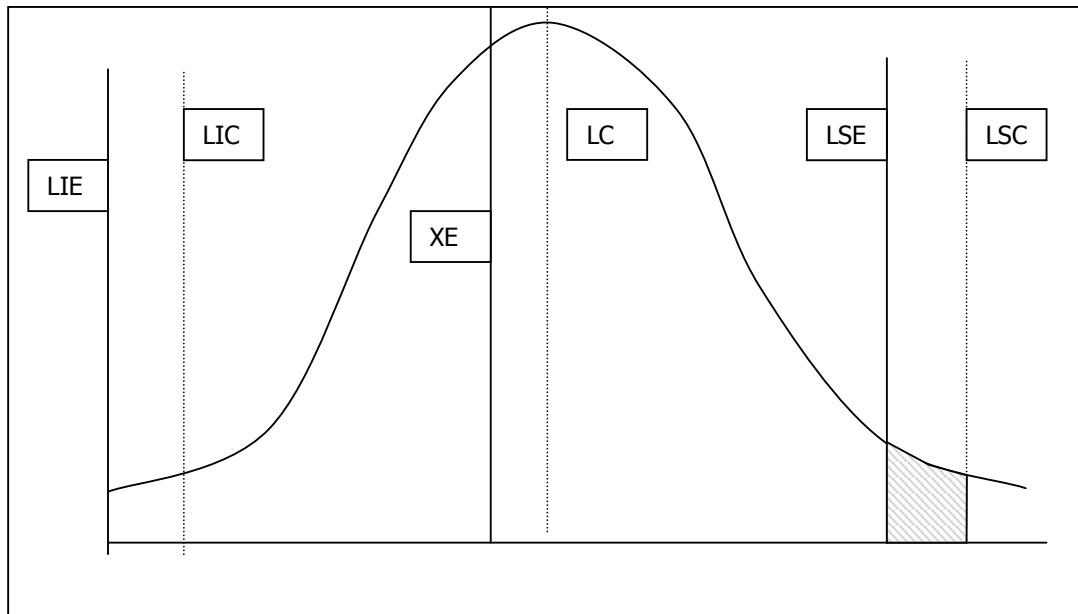
$$RCP = \frac{7.5 - 0}{6 ( 0.679)} = 1.84$$

De aquí se concluye que el proceso se encuentra bajo control y que si se tiene capacidad en el proceso, por esta razón no se debe cambiar nada.

- **Pruebas de encogimiento a lo ancho:** en el gráfico de la figura 16 se puede observar que no se encuentra bajo control, ya que la media de los datos es casi el límite superior de especificación, y por esta razón hay varios datos fuera de especificación.

**Figura No. 33**

Distribución normal de datos para pruebas de encogimiento a lo ancho



En la figura 33 se puede observar que una porción de los datos se encuentra fuera del límite superior de especificación

Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$

$$RCP = \frac{7.5 - 0}{6 (0.986)} = 1.26 > 0$$

De aquí concluimos que si tenemos capacidad del proceso mas sin embargo no se cumple con las especificaciones del cliente ya que el límite superior de proceso es 9.07% y el de especificación de 7%. Por esta razón debemos hacer algunos cambios para reducir el encogimiento a lo ancho del producto los cuales pueden ser:

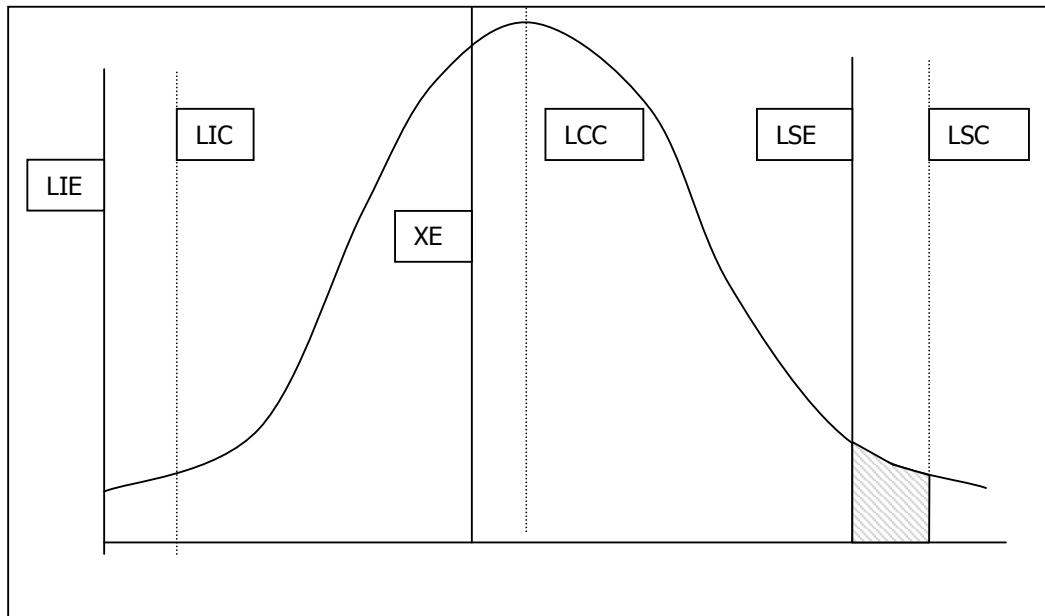
- Reducir el consumo para poder darle mayor compactación a lo largo y no afectar el peso de la tela
- Ajustar el tipo de compactación
- Reducir el ancho en la zapata de salida de la maquina compactadora
- Cambiar la maquina de tejido de la tela

• **Pruebas de torsión:** en el gráfico de control de la figura 17 podemos observar que tenemos unos datos fuera de especificación y que el límite superior de proceso es mayor al límite superior de especificación, por esta razón se dice que el proceso no esta bajo control.



**Figura No. 34**

Distribución normal de datos para pruebas de torsión



De la figura 34 se puede observar que una porción de los datos puede caer fuera del límite superior de especificación

Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$
$$RCP = \frac{5.5 - 0}{6(1.069)} = 0.857 < 1$$

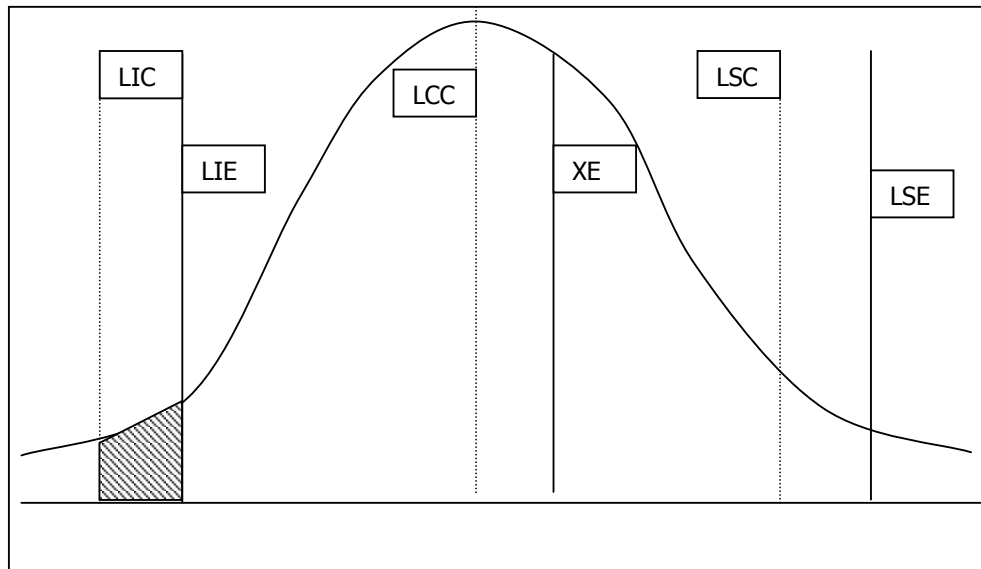
Esto indica que no se cumple con la capacidad del proceso ya que el RCP es menor que 1, y el proceso no se encuentra bajo control, por esta razón se debe hacer cambios en el proceso para que el torque no sea mayor que 5.5%:

- Reducir el estiramiento en las plegadoras
- Chequear la torsión del hilo
- Monitorear la torsión de la tela en la maquina teñidora
- Ajustar la maquina de tejido

• **Pruebas de solidez al lavado** en esta pruebas lo que interesa es el límite inferior ya que un producto está rechazado si el resultado es menor de 3, en el gráfico de la figura 18 se puede observar que hay tres datos fuera de control, y el límite inferior de control es menor al límite inferior de especificación, por esta razón se dice que el proceso se encuentra fuera de control.

**Figura No. 35**

Distribución normal de datos para pruebas de solidez al lavado



Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$

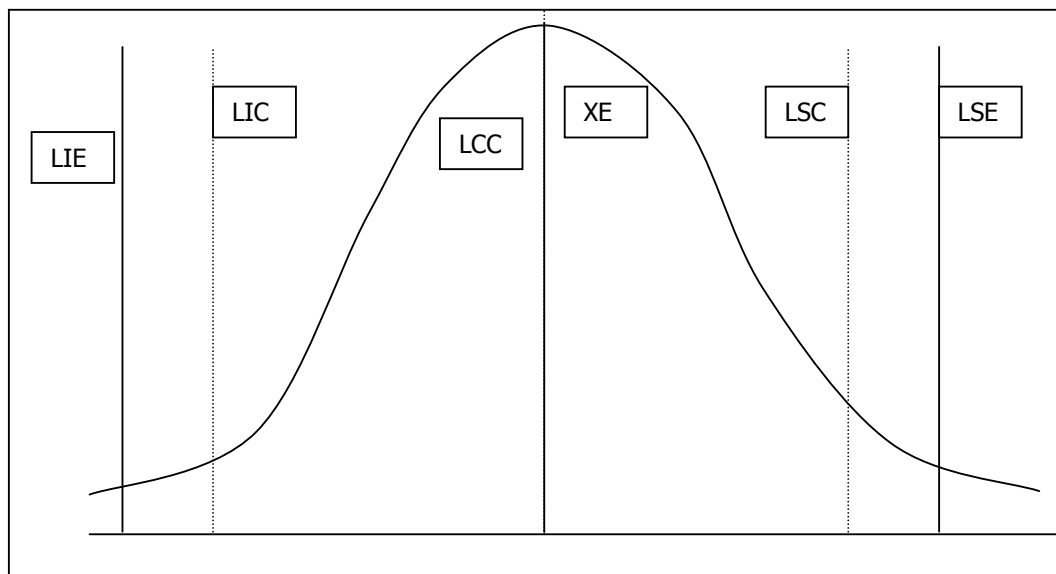
$$RCP = \frac{5 - 2}{6(1.07)} = 0.46 > 0$$

El proceso no está bajo control y no se puede cumplir con la capacidad del proceso, por esto se debe:

- Chequear la calidad de los tintes
  - Revisar el procedimiento de tintura para que se fije bien el colorante
  - Subir el tiempo de agotamiento del colorante
  - Cambiar el colorante si este no cumple con los requerimientos del cliente
- **Pruebas de solidez al frote:** de igual forma que en la prueba de solidez al lavado, en estas pruebas lo que nos interesa es el límite inferior ya que un producto está rechazado si el resultado es menor de 3, en el gráfico de la figura 19 podemos observar que todos los datos están dentro de especificación (mayor que 3).

**Figura No. 36**

Distribución normal de datos para pruebas de solidez al frote



En la figura 36 se puede ver que todos los datos cumplen con los límites de especificación.

Para la capacidad del proceso tenemos

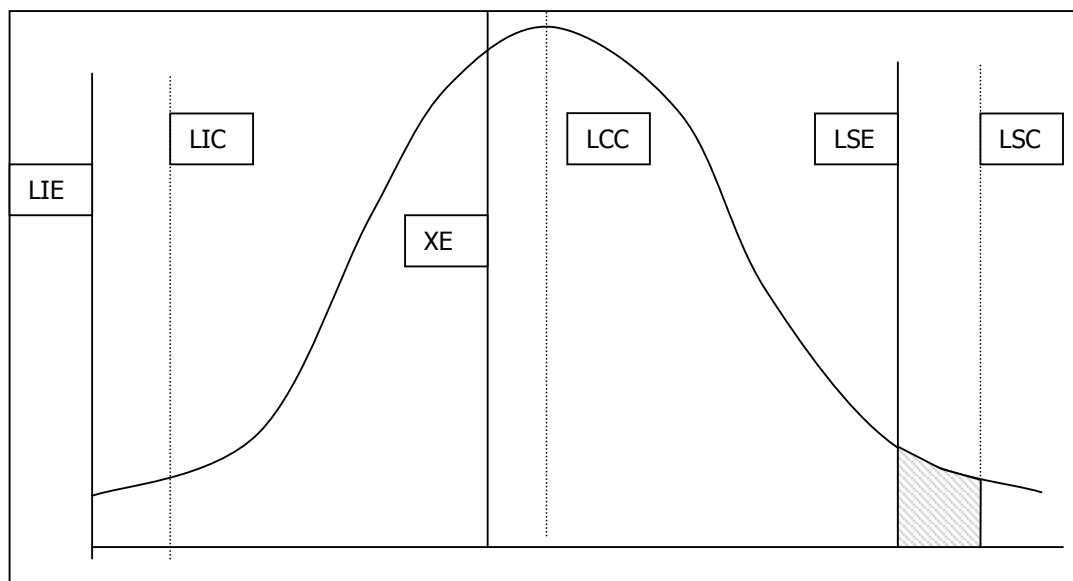
$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$
$$RCP = \frac{5 - 2}{6(0.23)} = 2.17$$

Si es posible cumplir la capacidad del proceso , no tenemos problemas con la solidez al frote para el tipo de tinte utilizado.

- **Pruebas de control de tonos:** en el gráfico de la figura 20 se puede observar que hay dos datos fuera de control, el límite superior de control es mayor al límite de especificación el cual es 1.

**Figura No. 37**

Distribución normal de datos para pruebas de control de tonos



El gráfico de la figura 37 muestra la porción de datos que esta fuera de control ya que el límite superior de control es mayor al límite superior de especificación.

Para la capacidad del proceso tenemos

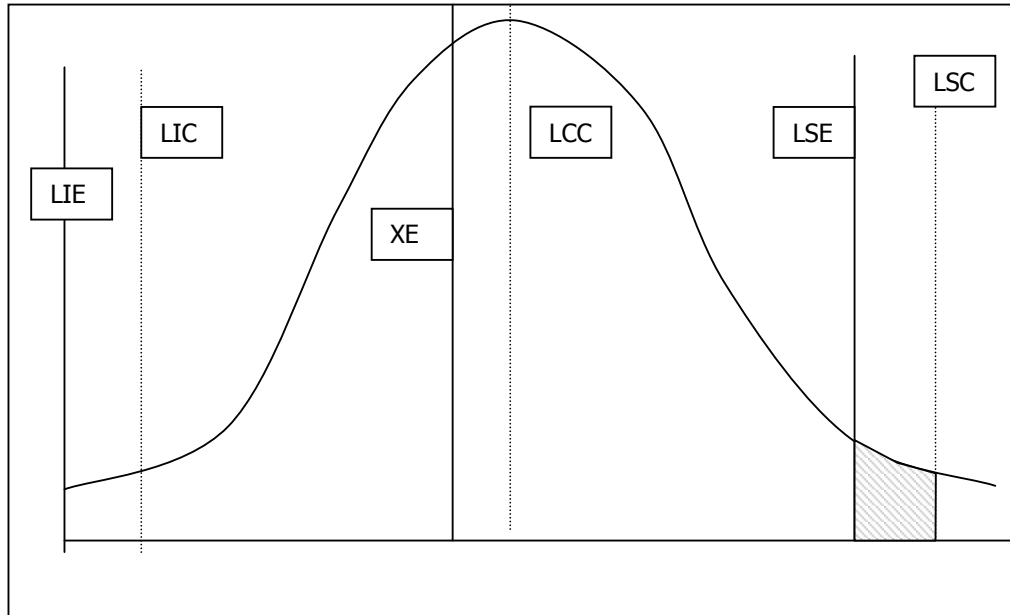
$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$
$$RCP = \frac{1 - 0}{6(0.1545)} = 1.078 > 0$$

Sí es posible cumplir con el proceso, pero se debe mejorar la variabilidad del mismo para bajar el límite superior de control y asegurar que todos los lotes estén dentro del delta "E" igual a 1:

- Revisar que los estándares de puntos críticos del proceso estén en buenas condiciones.
  - Verificar las condiciones básicas del teñido para garantizar la reproducibilidad de los lotes.
  - Verificar las fichas técnicas del producto.
  - Asegurar que los químicos se encuentren dentro de los parámetros establecidos.
  - Monitorear los procedimientos utilizados por los operarios y supervisores.
  - Comprobar que la tela utilizada tenga la misma absorción que la del estándar.
- 
- **Pruebas de inspección de tela:** en la figura 21 se puede observar que 5 lotes no entran dentro de la especificación y el límite superior de control esta por encima de los 40 puntos permitidos para aceptar un lote.

**Figura No. 38**

Distribución normal de datos para pruebas de inspección de tela



Para la capacidad del proceso tenemos

$$RCP = \frac{LSE - LSE}{6\sigma}$$
$$RCP = \frac{40 - 0}{6(6.79)} = 0.98$$

El gráfico de control para la inspección de tela no se encuentra bajo control y no es posible cumplir con el proceso, debido a esto se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Analizar el Pareto de los diferentes defectos que presente el producto y atacar los tres defectos mas grandes.

- Monitorear los traslados de material para evitar manchas por manejo.
- Trabajar con colorantes diluidos y no en polvo
- Asegurar que los suavizantes sean afines al proceso
- Identificar los rollos de tela que tengan muchos defectos y asegurarse que no se cosan dos rollos defectuosos en el mismo batch.

## **5.2. Evaluación de métodos propuestos**

Para mejorar la calidad se debe poder medir y determinar indicadores, de lo contrario no podemos mejorar nada. Los métodos propuestos para obtener los resultados de calidad han funcionado bien ya que al tener procedimientos estandarizados para obtener los resultados podemos comparar y analizar mas fácilmente los mismos.

Los clientes se encuentran satisfechos de los métodos utilizados para la medición de las variables de calidad

El método propuesto que tuvo mayor impacto fue el de estándares de puntos críticos de lavado, ya que anteriormente hasta tener seco el producto se tomaba la decisión de reprocesar un lote y actualmente se verifica que el producto cumpla con el estándar antes de pasar al siguiente proceso y no se le incrementa mayor costo al producto reprocesándolo al final.

El porcentaje de reprocesos antes de implementar los métodos era de 25 %, luego de la implementación bajó a 5.5 %, esto nos indica que ha habido una mejoría notoria en la productividad de la empresa

### 5.3. Evaluación de hojas de control propuestas

Se encontró que al implementar las hojas de control, se obtuvo una mejoría de 100% de errores de cambio de fórmula de proceso, ya que anteriormente el operario debía recordar el procedimiento a utilizar en el lote a trabajar y cometía errores constantemente.

Con las hojas de control centralizadas desde una máquina, el producto obtiene el mismo procedimiento de tintura, extractado, secado y compactado, uniformizando así los resultados de calidad.

**Tabla No. XIX**  
Ventajas y desventajas

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se crean antecedentes del proceso	Datos errados
Mejor supervisión de los procesos	Aumento de costos de papelería y útiles y contratación de nuevo personal
Se estandariza el proceso	Descontento del personal al haber mayor control
Mejor supervisión de los procesos	
Distribución de los materiales y herramientas necesarias según el puesto de trabajo de cada operario	
Minimizar tiempos de proceso	

### 5.4. Resultados de la implementación de Gráficos de control

Con la implementación de gráficos de control por producto, se logró proporcionar información de forma ordenada y clara, para utilidad del gerente o encargado del departamento de calidad, la cual al ser analizada adecuadamente dará como efecto una excelente calidad y mayor productividad a costos bajos.



Al aplicar estos métodos estadísticos como herramientas en el proceso de control de calidad, se reducen los costos sin afectar la calidad del producto ya que la toma de decisiones esta fundamentada en base al análisis de los resultados históricos. Los procesos pueden ser estandarizados para poder cumplir con los estándares requeridos por el cliente, para que el este satisfecho, repita la compra y se generen mas ventas.

## CONCLUSIONES

1. Se propone la utilización de los gráficos de control, específicamente, el de medias con el fin de contar con una herramienta técnica y objetiva para la toma de decisiones que permita detectar los problemas de calidad antes de que el producto llegue al cliente externo.
2. Para elaborar telas teñidas se tiñe el batch se extracta, se pliega, se seca y se compacta. Los puntos críticos de control en los cuales se debe tener especial cuidado son: inspección de tela en crudo, pesaje de químicos y colorantes, descruce de la tela, porcentaje residual de peróxido, comparación con estándar de la primera muestra de teñido, comparación con estándar después de jabonado, comparación con estándar después de suavizado, comparación con estándar terminado antes de secar y compactar y pruebas de encogimiento antes de compactado.
3. El estudio realizado, muestra la manera de aplicar métodos estadísticos como herramientas valiosas en el proceso de control de calidad, los cuales son: Gráficos de control, para poder tomar decisiones sobre resultados históricos, la capacidad del proceso para tomar decisiones respecto a cambios en el proceso, diagramas de Pareto para identificar los problemas de mayor impacto, diagramas de causa y efecto para determinar los factores que provocan las variaciones en las variables de calidad.
4. Actualmente, no existe un laboratorio de control de calidad, al producto terminado se le hacen pruebas sin ningún procedimiento. Las pruebas de encogimiento y troqué se llevan a cabo sin dejar

un tiempo de relajación de la tela y sin un registro de los resultados. Para evaluar el color se toma, solamente, el criterio visual del auditor y no se utiliza espectrofotómetro para calcular el Delta E.

5. Las variables que deben ser estudiadas con ayuda de estadísticos de calidad son: el peso, el ancho, el encogimiento, el torque, la solidez al lavado y al frote.
6. Para la toma de decisiones se elaboraron gráficos de control de medias, en ellos, los responsables pueden ver, instantáneamente, las tendencias de los resultados de calidad y pueden ejecutar cambios en el proceso fundamentándose de los resultados históricos analizados
7. Para uniformizar la forma de recopilar los resultados de calidad se propuso en el capítulo 3 un procedimiento para cada variable de calidad, de esta forma, se puede certificar que los resultados obtenidos son reales y tomados siempre de la misma manera.
8. Luego de implementar cualquier sistema de control es importante el seguimiento, así, cumplir con el objetivo para el cual fue implementado. El ciclo de mejora se desarrolló en cuatro pasos: planear, hacer, verificar y actuar, de esta manera, cada sistema implementado debe ser revisado y actualizado, constantemente, para obtener, así, una mejora continua.

## RECOMENDACIONES

1. Deben revisarse, constantemente, los estándares que se utilizan como parámetros de comparación del proceso, ya que, con el tiempo pueden ensuciarse o deteriorarse y se puede modificar erróneamente un proceso que esté bueno cuando el estándar es el que no sirve.
2. Es necesario contar con personal bien adiestrado y con un nivel de educación adecuado a las necesidades del departamento de calidad, también, estos deben mantenerse en constante capacitación de acuerdo a los progresos que se alcancen.
3. El enfoque de calidad debe ser en el proceso o de prevención y no de corrección, para no incurrir en reprocesos que quitan capacidad en los procesos, creando cuellos de botella y aumentan el costo de los productos y, muchas veces, estos costos no se toman en cuenta y pueden ser el motivo del fracaso de la empresa.
4. Debido a que un defecto de tela es irreversible, es decir, no se puede reprocesar, los rollos de tela en crudo deben ser inspeccionados al 100%, luego se debe identificar la cantidad de defectos por rollo, de tal manera que al coserlos para formar un batch la suma de defectos no sea en promedio mayor al 5% del batch. El objetivo de este procedimiento es de no unir varios rollos de tela defectuosos en el mismo batch, para no afectar la inspección final.

5. Se debe lograr una buena motivación y orientación del personal hacia las metas y objetivos de la organización, de tal manera que sea el mismo personal el que proponga soluciones y ayude a resolver problemas.
6. Llevar bitácoras de problemas con sus soluciones, pues, en el futuro, se puede tener un problema similar y, de esta manera, será mas fácil solucionarlo.
7. Formar círculos de calidad para tratar temas específicos que puedan afectar de una manera directa el desarrollo de la producción.
8. Realizar pruebas de medición de costos periódicamente, de acuerdo a métodos establecidos en el departamento de control de calidad y asegurar que la reducción de costos se mantiene sin afectar la calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Evans, J. Y Lindsay, W. **Administración y control de la calidad.** México: Ibero América. (1995).
2. Evertt, A. **Productividad y calidad.** México: Ventura Ediciones. (1991).
3. **Folleto Texpasa,** Guatemala (1998)
4. Garcia, G. **Diccionario Textil.** (3 era ed.) USA : Billiang Publishing.
5. Gutierrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** México: Universitaria, (1957).
6. Hollen, N. **Introducción a los Textiles.** México: Limusa, S.A. (1997).
7. Kume, H. **Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad.** (7ma. Ed. ) Colombia: Norma. (1997).
8. Montgomery, Douglas. **Control estadístico de la calidad.** México: Editorial Iberoamerica, (1991).
9. **Tecnical Manual of the AATCC.** Vol. 12. (1997). USA.