



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE

Thelma Jeanette Tajiboy Sic

Asesorado por: Ing. César Augusto Akú Castillo

Guatemala, abril de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE
PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

THELMA JEANETTE TAJIBOY SIC

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Walter Leonel Avila Echeverría
EXAMINADOR:	Ing. Edwin Danilo González Trejo
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 1 de septiembre de 2005.

Thelma Jeanette Tajiboy Sic

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 126-2006.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE**, presentado por la estudiante universitaria **Thelma Jeanette Tajiboy Sic**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, abril 28 de 2,006



/gdech

Fidelis pro illo, Carolingus Albus
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE**, presentado por la estudiante universitaria **Thelma Jeanette Tajiboy Sic**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, abril de 2006.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE**, presentado por el estudiante universitario **Thelma Jeanette Tajiboy Sic**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta que parece decir "Martínez".

INGA. KARLA MARTÍNEZ
Colegiada 5,706

Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas de Castañón
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala abril de 2006.

/mgp

Guatemala, marzo 10 de 2006


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director de Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC

Ingeniero Gómez:

De conformidad con la designación que me hicieran, he realizado asesoría del Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE PIEZAS EN UN DEPARTAMENTO DE CORTE”**, elaborado por la estudiante universitaria **Thelma Jeanette Tajiboy Sic**, previo a optar al título de Ingeniera Industrial.

Luego de revisar el contenido y verificar la consistencia de los temas expuestos, recomiendo la aprobación del siguiente trabajo.

Atentamente,


Ing. César Augusto Akú Castillo

Asesor



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. ASPECTOS TEÓRICOS

1.1 Calidad	1
1.1.1 Definición de la calidad	1
1.1.2 Función de la calidad	1
1.1.3 Sistema de calidad total	2
1.2 Control de la calidad	3
1.2.1 Control de la calidad en la materia prima	3
1.2.2 Control de la calidad del proceso	4
1.2.3 Control de la calidad del producto terminado	4
1.2.4 Estadística	4
1.2.4.1 Población	5
1.2.4.2 Medidas de tendencia central	6
1.2.4.3 Medidas de dispersión	6
1.2.5 Teoría de muestreo	7
1.2.5.1 Métodos de muestreo	8
1.2.5.2 Muestreo al azar simple	8
1.2.5.3 Muestreo al azar estratificado	8
1.3 Herramienta del análisis de control de calidad	9

1.3.1	Diagrama de flujo	9
1.3.2	Planes de muestreo	10
1.3.3	Control del proceso estadístico	11
1.3.4	Diagramas de control	11

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1	Descripción del producto	17
2.1.1	Materia prima	18
2.1.1.1	Tipos de tela	18
2.1.2	Insumos utilizados en el proceso	20
2.2	Descripción del proceso de producción	21
2.2.1	Áreas involucradas	21
2.2.1.1	Planificación	22
2.2.1.2	Corte	22
2.2.1.3	Calidad	22
2.2.1.4	Servicios	23
2.2.2	Proceso de producción	23
2.2.2.1	Corte de tela	23
2.2.2.1.1	Tendido	24
2.2.2.1.2	Corte	26
2.2.2.1.3	Azorado	27
2.2.2.1.4	Bajado	27
2.2.2.2	Diagrama de operación	28
2.2.2.3	Diagrama de flujo	31
2.2.2.4	Diagrama de recorrido	34
2.3	Medios de producción	35
2.3.1	Maquinaria	35
2.3.2	Mobiliario y equipo	37

2.3.3	Descripción del personal empleado en el proceso	38
2.4	Descripción de la calidad actual en el proceso de corte	39
2.4.1	Método de control de calidad	39
2.4.2	Inspección de calidad	40
2.5	Análisis de los desperdicios y reprocesos	41

3. PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

3.1	Diseño del plan de control	43
3.1.1	Establecimiento de los medios de control	44
3.1.2	Operaciones de recolección de datos	45
3.1.3	Interpretación y valoración de los resultados	46
3.1.4	Utilización de los mismos resultados	46
3.2	Control de la calidad de materia prima	46
3.2.1	Definición de los puntos de inspección	47
3.2.2	Definición del plan de muestreo	47
3.2.3	Selección del gráfico de control a utilizar	50
3.2.4	Métodos de prueba para materia prima	50
3.3	Control de la calidad en el proceso	51
3.3.1	Definición de los puntos de inspección	51
3.3.2	Herramientas a utilizar para mejorar el proceso de corte	52
3.3.2.1	Gráfico de Pareto	52
3.3.2.2	Hojas de inspección	56
3.3.2.3	Diagrama de causa y efecto	60
3.3.2.4	Diagrama de flujo	61
3.3.2.5	Diagramas de control	62
3.4	Control de calidad en el producto terminado	64
3.4.1	Método de prueba para producto terminado	64

3.4.2	Elaboración de gráfico de control	65
3.4.3	Análisis de gráfico de control	67

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

4.1	Aplicación del plan de control	69
4.1.1	Prueba piloto	69
4.1.2	Aplicación de parámetros y puntos de control	69
4.1.3	Aplicación de gráficos y diagramas	72
4.1.4	Análisis y discusión de resultados	76
4.2	Nivel académico de los operarios	77
4.2.1	Habilidades y experiencia del personal que efectúa el control de calidad	79
4.2.2	Habilidades y experiencia de los supervisores de calidad	81
4.3	Adiestrar y concientizar al personal sobre la calidad	83

5. MEJORA CONTINUA

5.1	Mejoramiento continuo en el proceso	85
5.1.1	Círculo de mejoramiento de Deming	85
5.1.1.1	Planear	85
5.1.1.2	Hacer	87
5.1.1.3	Evaluar	88
5.1.1.4	Mejorar	88
5.2	Desarrollo del recurso humano	89
5.3	Buenas prácticas de manufactura	91
5.3.1	Condiciones sanitarias del establecimiento	91
5.3.2	Higiene del establecimiento	94
5.4	Programa de seguridad o precaución	94

5.4.1	Análisis del trabajo	95
5.4.2	Identificación de peligros	95
	CONCLUSIONES	99
	RECOMENDACIONES	101
	BIBLIOGRAFÍA	103
	ANEXOS	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Gráfica de la distribución normal.	12
2	Punto fuera de control de determinado proceso.	13
3	Diagrama de operación de tendido de tela.	28
4	Diagrama de operación de corte de tela.	29
5	Diagrama de operación de azorado de piezas.	30
6	Diagrama de flujo de operaciones de tendido.	31
7	Diagrama de flujo de operaciones de corte.	32
8	Diagrama de flujo de operaciones de azorado.	33
9	Diagrama de recorrido del proceso de corte de tela.	34
10	Modelo de tendedora manual.	35
11	Modelo de maquinas cortadoras más utilizadas.	36
12	Mesa de tendido y corte.	37
13	Frecuencia de paquetes cortados con deficiencia representados en un diagrama de Pareto.	55
14	Frecuencia y porcentaje de las causas que dan por resultado un paquete de piezas mal cortado.	55
15	Modelo de una hoja de inspección para las operaciones de corte tendido y azorado.	59
16	Modelo de hoja de reporte de tendido y utilización de tela.	60
17	Diagrama Causa – Efecto enfocado al problema de piezas mal cortadas.	61
18	Gráfico de medias, variación encontrada en piezas defectuosas.	64

19	Gráfico P de muestra variable para el análisis de piezas defectuosas dentro de paquetes cortados.	67
20	Gráfico de control para fracción rechazada, defecto en lona.	73
21	Gráfico de control np en rollos rechazados o defectuosos.	74

TABLAS

I	Simbología del diagrama de flujo.	9
II	Fórmulas para los gráficos de control.	16
III	Tabla del personal distribuido en la planta de corte.	39
IV	Tabla de muestreo para la aceptación o rechazo de lotes de rollos de tela.	50
V	Inspección y registro de paquetes malos.	53
VI	Frecuencia de causas de paquetes mal cortados y su %.	54
VII	Información recopilada al realizar la inspección de patrón.	63
VIII	Datos para la realización del gráfico P para muestra variable.	66
IX	Registro de defectos en rollos.	71
X	Registro de rollos de tela defectuosos.	72
XI	Descripción del consumo de tela antes de implementar mejoras.	75
XII	Consumo de tela con mejoras implementadas.	76
XIII	Factores para determinar los límites de control.	105
XIV	Letras código que determinan el tamaño de la muestra.	106
XV	Tabla para la inspección normal, muestreo simple.	107

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
A_2	Multiplicador de R para determinar la distancia desde la línea central hasta los límites de control.
AQL	Grado de nivel aceptable de calidad.
C	Número de no conformidades o defectos en una muestra.
c	Número máximo permisible de artículos defectuosos en una muestra de tamaño n.
c_1	Número de aceptación inicial de un muestreo doble.
c_2	Número de aceptación secundario de un muestreo doble.
D_3	Multiplicador del promedio de rangos, que determina el límite inferior de control en un gráfico R.

D₄	Multiplicador del promedio de rangos que determina el límite superior en una gráfica R.
LCC	Límite central de control.
LIC	Límite inferior de control.
LSC	Límite superior de control.
n	Número de objetos observados en cualquier muestra.
N	Tamaño del lote.
n₁	Tamaño de muestra inicial en un muestreo doble.
n₂	Tamaño de muestra secundaria en un muestreo doble.
nP	Número de artículos no conformes en una muestra de tamaño n.
P	Proporción o fracción de unidades no conformes en una muestra.

- R** Rango, intervalo o amplitud, diferencia entre el valor máximo y mínimo en un grupo de datos.
- U** Número promedio de no conformidad por unidad.
- X** Promedio de valores observados en una muestra.

GLOSARIO

Adhesivo en spray	Adhesivo que se rocía sobre el marker para pegarlo al tendido.
Almacenador	Persona encargada de guardar el producto terminado en la ubicación debida.
Azorado	Numeración correlativa de partes o piezas, para llevar un control durante el ensamble de las piezas del pantalón.
Bajado	Actividad de empacar todas las piezas de un tendido dentro de las bolsas correspondientes.
Big Pack	Bolsa plástica grande para empacar piezas cortadas.
Bultos	Paquetes de tamaño grande con todas las piezas de determinado pedido.
Cinta para defectos	Cinta adhesiva de color específico para marcar defectos en la tela.
COR	Orden de Corte.
Cuadrador	Persona designada a contar y verificar el número exacto del pedido con las piezas cortas.

Cuchilla	Pieza de la parte trasera de un pantalón.
Etiquetadora	Herramienta manual para colocar etiquetas con el número de pieza.
Falso	Vistas de la bolsa delantera del pantalón.
Jareta	Doblez de refuerzo, de la unión de frente.
Jaula	Caja metálica grande donde se guardan todos los paquetes de un pedido.
Kraft	Papel utilizado para marcar las medidas correspondientes a un tendido.
Lienzo	Manto de tela de determinado número de yardas.
Lona	Tela utilizada para fabricar pantalones vaqueros.
Lote	Cantidad definida de un producto o material acumulado en condiciones que se consideran uniformes para fines de muestreo.
Marker	Diseño en papel de las piezas de un pedido o tendido.
Panel	Delantero o trasero, piezas fundamentales para formar las mangas del pantalón.

Papel tissue	Papel especial para dividir los rollos en el tendido que tengan distinta tonalidad.
Pasadores	Piezas pequeñas unidas a la cintura, con el fin de sujetar el cinturón.
Pretina	Cinta para sujetar la cintura del pantalón.
Prensas para tela	Ganchos para mantener fijo el tendido y facilitar el corte de las piezas.
Reproceso	Operación realizada para corregir un proceso defectuoso.
Serapiado	Actividad de marcar el tamaño del tendido sobre la mesa y colocar papel kraft sobre la misma.
Tendedora	Máquina herramienta utilizada para movilizar el rollo de tela al momento de tender la misma.
Tendido	Tela extendida sobre la mesa de corte con un número determinado de lienzos según pedido o COR.
Trazador	Persona responsable de realizar el serapiado.

RESUMEN

El control de calidad es un sistema de métodos de producción que, económicamente, genera bienes o servicios de calidad, acorde con los requisitos de los consumidores, es por ello que, una forma de ser competitivo en el ámbito de la confección, es ofrecer mejor calidad en todos los aspectos, desde el ingreso de la materia prima, la confiabilidad de los procesos y la entrega del producto terminado.

El sistema de calidad diseñado se define como un control estadístico de procesos, pues, se establecen sistemas y planes de muestreo para la recepción de tela. Durante el proceso productivo, el control se lleva a cabo en ciertas operaciones, en el cual es indispensable una inspección; tal es el caso del control en la tonalidad de la tela, la identificación de defectos en la misma, el corte adecuado de piezas conforme al patrón y la eliminación y reposición de piezas defectuosas.

Con la utilización de técnicas estadísticas para el control e inspección de la materia prima, la eliminación de empalmes en el tendido y la marcación de defectos en la tela se obtiene una significativa disminución de tela que se observa mediante la prueba piloto. A través del estudio, diseño e implementación del sistema de control, se logran cambios significativos en los procesos, tal es el caso de la eliminación del reproceso mediante el combate directo de las causas del mal corte de piezas. El control de calidad en producto terminado, se basa en la construcción de planes de muestreo para aceptación del mismo, por medio de inspecciones visuales e inspecciones por especificaciones de las normas de los puntos críticos analizados.

La retroalimentación es necesaria para que el sistema de calidad se lleve a cabo al máximo, incluye la realización de los tipos adecuados de auditorías, tales como auditorías a los materiales, al proceso y al empaque; además de indicar como inspeccionar y quienes realizarán las inspecciones.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de control de calidad en el proceso de corte de tela para pantalones, que permita elevar la calidad del producto.

Específicos

1. Definir la calidad y describir las herramientas para determinar la misma.
2. Describir el proceso de corte de tela para la confección de pantalones, donde se involucra la calidad.
3. Identificar los puntos críticos en los que debe intervenir el control de calidad.
4. Identificar las herramientas estadísticas que permitan controlar la calidad en cada etapa del proceso de corte.
5. Aplicar las herramientas que se utilizan en la detección y solución de problemas para un mejor control de calidad.

6. Asegurar la calidad del proceso a través de las herramientas de medición de la calidad.

7. Establecer los lineamientos para tener buenas prácticas de manufactura con el objeto de aumentar la eficiencia del proceso y del personal.

INTRODUCCIÓN

La realización del diseño de un sistema para el control de la calidad en el proceso de corte de tela, en una empresa dedicada a la confección de pantalones es importante, debido a que determina la calidad del producto final, además de disminuir los costos en los que se incurre por la contemplación de la mala calidad. El control de la calidad ha sido definido bajo el concepto que involucra la orientación de la organización a la calidad manifestada en la calidad de sus productos, de su personal y contribución al bienestar general.

El control de la calidad se posesiona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad, la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios. Todo esto lleva a pensar que el control es un mecanismo que permite corregir desviaciones a través de indicadores cualitativos y cuantitativos dentro de un contexto social amplio, a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos claves para el éxito organizacional, es decir, el control se entiende no como un proceso netamente técnico de seguimiento, sino también como un proceso informal donde se evalúan factores culturales, organizativos, humanos y grupales.

Para asegurar y controlar la calidad del producto, se tomarán técnicas de control estadístico de proceso, gráficos de datos variables como tallas y estilos en las piezas para la confección de prendas de vestir, de esta manera poder identificar problemas de calidad, para controlarlos y corregirlos.

Para el control en la recepción de la materia prima se implementa una inspección mediante un muestreo de aceptación o rechazo de lotes; de tal manera que los rollos son inspeccionados determinando que cumplan con las especificaciones de calidad y elaborando gráficos de control por variables para analizar la fracción de rollos defectuosos por lote de entrega.

En lo que respecta a gráficos de medias, se tomaran las especificaciones previamente establecidas para analizar y realizar las mediciones de las piezas respecto de los patrones, además se analizan las causas que influyen en el corte defectuoso de las piezas del pantalón por parte de los operarios.

1. ASPECTOS TEÓRICOS

1.1 Calidad

En la actualidad, la calidad de los productos ha venido a tomar una importancia muy significativa en la vida de la gente y en los negocios. Esto es particularmente notable en los países desarrollados en donde el consumidor es sumamente consciente de la calidad y solamente compra los productos que le satisfacen y corresponden al precio que paga por ellos.

Esta situación es la culminación del proceso social y económico que ha venido desarrollándose desde la revolución industrial, la cual se ha visto acentuado en los últimos años.

1.1.1 Definición de la calidad

De acuerdo con la norma A3-1987 ANSI/ASQC, se define la calidad como la totalidad de aspectos, características y herramientas de un producto o servicio que tienen importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas.

Esta definición se apoya en enfoques basados en el producto y en el usuario, es impulsada por la necesidad de entregar valor al cliente, por lo tanto puede influir en la satisfacción y la preferencia.

1.1.2 Función de la calidad

La calidad no es considerada como responsabilidad de una sola persona o de una sola área, sino más bien como una tarea que todos deben compartir. La responsabilidad de la calidad se inicia en el momento en que el departamento de mercadotecnia define las necesidades de calidad del cliente y continúa hasta que el producto terminado está en manos de un cliente satisfecho.

La responsabilidad vinculada a la calidad se distribuye entre las diversas áreas facultadas para tomar decisiones sobre el particular.

1.1.3 Sistema de calidad total

Se refiere al énfasis de calidad que enmarca la organización entera, desde el proveedor hasta el consumidor. La administración de la calidad total enfatiza el compromiso administrativo de llevar una dirección continua y extenderla a toda la empresa, hacia la excelencia en todos los aspectos de los productos y servicios que son importantes para el cliente. La calidad total es un sistema de administración enfocado a las personas, que se dirigen a un continuo aumento de la satisfacción del cliente, a un costo real siempre menor.

Es un procedimiento de todo el sistema y forma parte integral de una estrategia de alto nivel; funciona horizontalmente a través de funciones y departamentos, involucrando a todos los empleados de arriba abajo, y se extiende hacia atrás y adelante para incluir las cadenas de proveedores y clientela.

Los principios centrales de la calidad total son:

Enfoque al cliente; se centra en cumplir o en exceder las expectativas del cliente, por lo que él es el principal juez de la calidad.

Participación y trabajo en equipo; enfoca la atención en las relaciones cliente proveedor y alienta la participación de la totalidad de la fuerza de trabajo en la solución de problemas en el sistema, particularmente aquellos que van mas allá de límites funcionales.

Mejora y aprendizajes continuos; la mejora y el aprendizaje continuo forman parte normal de las actividades de trabajo cotidiano de todos los empleados; debe enfocarse a eliminar la fuente de los problemas y estar impulsado por oportunidades para hacerlo mejor.

1.2 Control de la calidad

El control de calidad es la aplicación de técnicas y esfuerzos para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o de un servicio. Implica la integración de las técnicas y actividades siguientes relacionadas entre sí:

- Especificaciones de qué se necesita.
- Diseño de un producto o servicio de manera que cumpla con las especificaciones.
- Producción o instalación que cumpla con las especificaciones.
- Inspección para cerciorarse del cumplimiento de las especificaciones.
- Revisión durante el uso a fin de hallar información que, en caso de ser necesario, sirva como base para modificar las especificaciones.

La realización de éstas actividades proporciona al cliente un mejor producto o servicio al menor costo. El objetivo es lograr una elevación continua de la calidad.

1.2.1 Control de la calidad en la materia prima

La calidad de los materiales, servicios adquiridos y la oportunidad de su entrega, es crítica en la elaboración de un producto. La calidad en la materia prima se consigue: seleccionando proveedores conscientes de la calidad, asegurándose de que los pedidos de compra definen con claridad los requerimientos de calidad especificados por el diseño e ingeniería del producto, estableciendo relaciones a largo plazo con el proveedor, con base en la confianza, e informando sobre cualquier problema en sus productos.

El departamento de recepción que es el enlace entre compras y producción, debe asegurarse de que los elementos recibidos son de la calidad especificada por el contrato de compra, a través de varias políticas de inspección y de prueba en los materiales.

1.2.2 Control de la calidad del proceso

El papel de la manufactura y ensamble en la calidad de la producción es asegurar que el producto se fabrica correctamente. Para lograr la calidad durante el proceso es necesario realizar una inspección constante en los métodos de trabajo utilizados. El diseño y el mantenimiento deficiente de las herramientas utilizadas en la fabricación e inspección del producto pueden resultar en una calidad pobre e ineficiente.

1.2.3 Control de la calidad del producto terminado

El empaque y almacenamiento correcto tiene la responsabilidad de preservar y proteger la calidad del producto. El control de calidad no debe limitarse a la etapa de la producción, sino que deberá extenderse hasta la distribución y uso del producto. A un cliente insatisfecho no le interesa saber en cuál de las etapas anteriores se generó el defecto.

1.2.4 Estadística

Ciencia que se ocupa de la recopilación, tabulación, análisis, interpretación y presentación de datos cuantitativos.

1.2.4.1 Población

Todo estudio estadístico ha de estar referido a un conjunto o colección de personas o cosas. Éstas que forman parte de la población y se llaman elementos.

En sentido estadístico un elemento puede ser algo con existencia real. A su vez, cada elemento de la población tiene una serie de características que pueden ser objeto del estudio estadístico.

La población puede ser según su tamaño de dos tipos:

Población finita: cuando el número de elementos que la forman es finito, es decir que puede medirse o especificar la cantidad.

Población infinita: cuando el número de elementos que la forman es infinito, o tan grande que puede considerarse infinitos.

Normalmente en un estudio estadístico, no se puede trabajar con todos los elementos de la población sino que se realiza sobre un subconjunto de la misma.

Este subconjunto puede ser una muestra, cuando se toma un determinado número de elementos de la población, sin que en principio tengan nada en común; o una subpoblación, que es el subconjunto formado por los elementos de la población que comparten una determinada característica.

1.2.4.2 Medidas de tendencia central

Para resolver muchos de los problemas de control de calidad bastará con recurrir a una distribución de frecuencia. Sin embargo existe un buen número de ellas en las que no se desee emplear una técnica gráfica o para las que se necesite de la información adicional que proporcionan las técnicas analíticas.

La medida de la tendencia central de una distribución es un valor numérico que describe la ubicación de los datos o en qué medida los datos tienden a agruparse en el centro.

Una manera de obtener un dato numérico que dé una idea de la posición de la población es calcular el promedio o media de todas las observaciones:

$$\bar{X} = \frac{(\sum x_i)}{N}$$

Este importante parámetro permite efectuar comparaciones entre distintas poblaciones. Otras medidas de tendencia central son la moda y la mediana.

1.2.4.3 Medidas de dispersión

La segunda herramienta que se utiliza en la estadística consiste en lo que se denomina medidas de dispersión, mediante las que se describe cómo se diseminan o dispersan los datos en torno del valor central. Una idea de la dispersión de los valores se logra a través del rango de las observaciones, es decir, el valor máximo y el valor mínimo de los datos de la población. Una manera más precisa de dar idea de la dispersión de valores de una población es a través de la varianza o su raíz cuadrada, que es la desviación estándar.

$$\text{Suma de Cuadrados} = \sum (\bar{X} - X_i)^2; \quad \text{Varianza} = \frac{\text{Suma de Cuadrados}}{N} = \frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N}$$

Las fórmulas anteriores son las que se aplican al cálculo de la varianza y desviación estándar de una población de datos. La varianza es un número que permite comparar poblaciones. Cuando la dispersión de las observaciones es grande (datos que se alejan mucho por encima y por debajo del promedio), el valor de los residuos (distancia entre cada dato y el promedio) será grande.

También se utiliza la raíz cuadrada de la varianza:

$$\text{Desviación Standard} = \sqrt{\text{Varianza}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N}}$$

La desviación estándar o desviación típica tiene las mismas unidades que la variable con la que se está trabajando. Tanto la varianza como la desviación estándar permiten comparar el grado de dispersión de distintas poblaciones.

1.2.5 Teoría de muestreo

En general, no es posible disponer de todas las observaciones de un universo o población, ya sea porque es un universo hipotético o porque el elevamiento de todos los datos resulta una tarea excesiva para las posibilidades con las que se cuenta. Normalmente se dispone de una muestra de datos extraídos de un universo, y lo que se pretende es estimar (conocer de manera aproximada) los parámetros del universo por medio de cálculos realizados sobre la muestra.

1.2.5.1 Métodos de muestreo

Cuando es necesario inspeccionar un lote, por lo general una inspección al 100% no será conveniente, por los recursos que tal tarea demandaría, sean éstos de tipo humano, temporal, económico y/o de espacio. Por ello resulta preferible tomar una muestra y hacer una inferencia estadística con respecto a la población, es decir todas las unidades del lote. Sin embargo, hay que tener en consideración que para que esto sea válido, la elección de las piezas de la muestra debe estar determinada solamente por el azar, y debe ser representativa de todo el lote.

1.2.5.2 Muestreo al azar simple

El muestreo simple es aquel en el cual, para determinar el rechazo o la aceptación del lote, solamente se toma una muestra de tamaño n , de la cual, si el número de disconformes no supera el número de aceptación c , el lote será aceptado.

1.2.5.3 Muestreo al azar estratificado

Para obtener una muestra aleatoria estratificada, primero se divide la población en grupos, llamados estratos, que son más homogéneos que la población como un todo. Los elementos de la muestra son entonces seleccionados al azar o por un método sistemático de cada estrato. Las estimaciones de la población, basadas en la muestra estratificada, usualmente tienen mayor precisión (o menor error muestral) que sí la población entera echa un muestreo aleatorio simple.

1.3 Herramientas del análisis de control de calidad







Son técnicas muy útiles para elevar la calidad de los procesos y productos basándose en la inspección del comportamiento de los factores de producción y tienen como objeto vigilar y tomar acciones encaminadas a mantener y mejorar la calidad, estas herramientas son: diagrama de flujo y gráficos de control.

1.3.1 Diagrama de flujo

Es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos utilizados usualmente.

Los símbolos gráficos para dibujar un diagrama de flujo están estandarizados y se describen en la tabla I.

Tabla I. Simbología del diagrama de flujo.

Simbolo	Significado	Simbolo	Significado
	Operación		Demora
	Inspección		Transporte
	Combinada		Almacenaje

Algunas recomendaciones para construir diagramas de flujo son las siguientes:

- Conviene realizar un diagrama de flujo que describa el proceso real y no lo que está escrito sobre el mismo (lo que se supone debería ser el proceso)
- Si hay operaciones que no siempre se realizan como está en el diagrama, anotar las excepciones en el diagrama.
- Probar el diagrama de flujo tratando de realizar el proceso como está descrito en el mismo, para verificar que todas las operaciones son posibles tal cual figuran en el diagrama.

1.3.2 Planes de muestreo

Una muestra debe ser representativa si va a ser usada para estimar las características de la población. Los métodos para seleccionar una muestra representativa son numerosos, dependiendo del tiempo, dinero y habilidad disponibles para tomar una muestra y la naturaleza de los elementos individuales de la población. Por lo tanto, se requiere un gran volumen para incluir todos los tipos de métodos de muestreo.

Los métodos de selección de muestras pueden ser clasificados de acuerdo al número de muestras tomadas de una población dada para un estudio y la manera utilizada en seleccionar los elementos incluidos en la muestra. Los métodos de muestreo basados en los dos tipos de clasificaciones son: muestreos clasificados de acuerdo con el número de observaciones tomadas de una población. Bajo ésta clasificación, hay tres tipos comunes para realizar un muestreo, éstos son: simple, doble y múltiple.

1.3.3 Control del proceso estadístico

Con la finalidad de determinar si los resultados obtenidos en el desarrollo de los procesos en estudio son de un nivel de calidad aceptable, se hace necesario la realización de un estudio de la calidad, mediante el uso de gráficos de control.

1.3.3.1 Gráfico de control

Un gráfico de control es un diagrama de frecuencia con un límite de control superior, que es determinado estadísticamente y de ser posible con un límite de control inferior, las líneas de los límites de control se trazan a los lados de la línea promedio del proceso la cual se ubica en el centro de la gráfica.

Los límites superior e inferior son calculados al correr un proceso ideal (proceso que vaya de acuerdo con los procedimientos estándar y que no tengan ningún ajuste), tomando muestras, e introduciendo los promedios en las fórmulas apropiadas.

La función de un gráfico de control es:

- Definir las metas o estándares del proceso que se desean alcanzar
- Ser instrumento para alcanzar dicha meta
- Formar parte del procedimiento para evaluar si la meta fue alcanzada

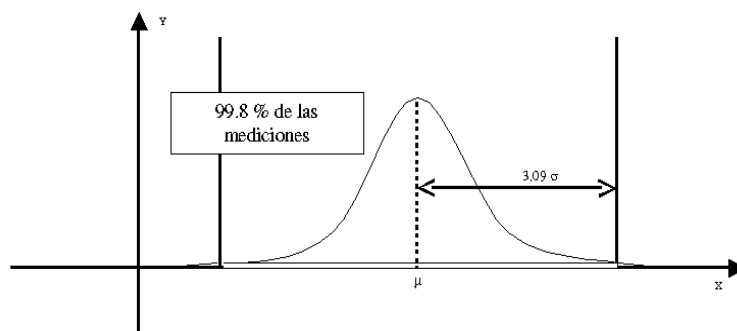
Objetivo de los gráficos:

- Determinar si existen causas de variación asignables
- Determinar la capacidad del proceso
- Tomar decisiones de aceptación ó rechazo
- Evaluar modificaciones en el proceso

Análisis de los gráficos de control

Los límites surgen de la hipótesis de que la distribución de las observaciones es normal. En general se utilizan límites de 2 ó de 3 sigmas alrededor del promedio. En la distribución normal (figura 1), el intervalo de 3,09 sigmas alrededor del promedio corresponde a una probabilidad de 0,998.

Figura 1. Gráfica de la distribución normal

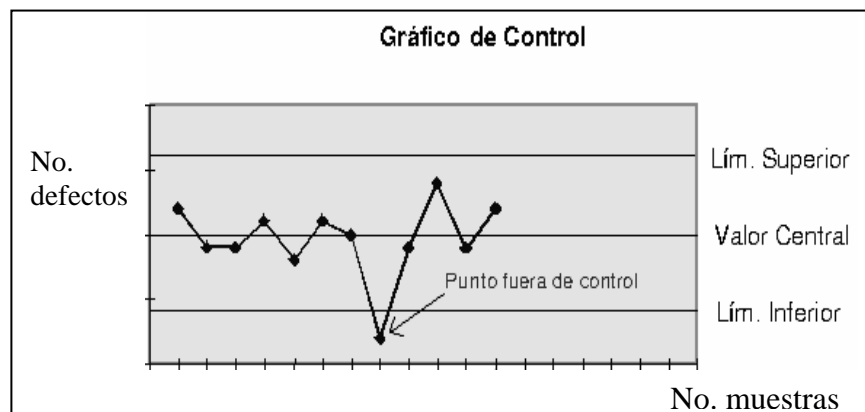


La fluctuación de los puntos entre los límites resulta de la variación que existe en el proceso. Esto se debe a causas comunes que se encuentran dentro del sistema y que pueden ser afectadas solamente si se cambia dicho sistema. Sin embargo, los puntos que caen fuera de los límites de control (véase fig. 2) vienen de causas especiales, que no son parte de la operación normal del proceso, o que son el resultado de una combinación de pasos diferentes del proceso.

Proceso fuera de control

1. Punto fuera de los límites de control, producida por causa especial al azar (R X)

Figura 2. Punto fuera de control de determinado proceso.



2. Desplazamientos repentinos en el promedio del proceso: indica que el promedio del proceso se ha desplazado debido a una causa especial;
Gráfico R: desplazamiento hacia arriba = proceso menos uniforme, desplazamiento hacia abajo = ha mejorado la uniformidad del proceso.

3. Ciclos: secuencias cortas y repetidas en el gráfico X
4. Tendencias: 6 puntos consecutivos en orden ascendente o descendente, gráfico R: tendencia en aumento hacia arriba = empeoramiento, tendencia en aumento hacia abajo = mejoramiento
5. Acercamiento a los límites: 4 o 5 puntos consecutivos fuera del segmento zona C, 2 o 3 puntos consecutivos fuera del segmento (B zona A), elevada proporción de puntos cerca de LCS, LCC, LCI.

Gráficos de control por variables

La variable X es la característica cuantitativa de la calidad. Gráfico individual o de observaciones individuales, determina si existe alguna anomalía, y si está dentro de los límites, esto se analiza con respecto al tiempo.

Gráfico X

Un gráfico X muestra las variaciones en el valor medio de las muestras. La línea central del diagrama está determinada por la media de medias de las muestras y los límites inferior y superior se determinan por medio de la muestra mas /menos el triple de la desviación estándar. Fórmulas en tabla II.

Gráfico R

A diferencia del anterior, el gráfico R muestra variaciones en los rangos (diferencia entre los valores mayor y menor) de las muestras, es decir, cuánto varían las amplitudes de las muestras. La línea central del diagrama es la media de los rangos de las muestras. Los límites, superior e inferior de control también deberían ser determinados a partir de la desviación estándar, pero, se determina a partir de constantes obtenidas de tablas. (Fórmulas en la tabla II.)

Gráficos de control por atributos

En la sección anterior, se mencionó cómo pueden controlarse por medio de gráficos por variables aquellas características de calidad que cabe representar por números.

Sin embargo, hay muchas de ellas que no es posible dimensionar o mensurar. Para esos casos solamente es posible clasificar al producto como conforme o disconforme (defectuosos o no defectuoso), o referir al número de disconformidades (defectos) que tiene la muestra.

Gráfico P (proporción o fracción de no-conformidad)

Indica que las características que definen la calidad del proceso o servicio no se satisfacen. La unidad o el servicio no tienen los requisitos especificados. Fracción de conformidad P; 2 alternativas:

- 1) Tomando n variable, cuando son muy diferentes las muestras
- 2) Tomando n promedio, en muestras parecidas

$P = \text{cantidad de unidades no conformes} / \text{cantidad de elementos observados}$

El gráfico nP es básicamente lo mismo que el gráfico P, con excepción de que la fracción defectuosa se multiplica por el número de artículos en la muestra n , a fin de que el intervalo de valores en la gráfico no sea solamente de 0 a 1 (o de 0 a 100%), sino que se inicie en cero artículos y finalice con el número total de artículos de la muestra. De esta manera ya no se trata de números relativos, sino que se expresa en términos absolutos, trasladando la referencia al número de artículos objeto de estudio. Fórmulas de gráficos P y nP en tabla II.

Gráficos C, U

Para controlar el número de errores o defectos que se encuentran en los productos.

C # de no conformidades por unidad de inspección. Unidades de inspección constante.

U # promedio de no conformidades por unidad (valor absoluto), número de defectos en una pieza. Unidades de inspección no constante.

Objetivo de los gráficos C, U

- Calcular el nivel de calidad promedio
- Identificar causas de variación
- Evaluar el desempeño del personal
(Ver formulas en tabla II)

Tabla II. Fórmulas para los gráficos de control.

Gráfico	LIC	LCC	LSC	
X	$X - A_2R$	X	$X + A_2R$	A_2 es una constante obtenida a partir de tablas (ver anexos 1), y depende del tamaño de n
R	D_3R	R	D_4R	D_3 y D_4 son constantes obtenidas a partir de tablas (ver anexo 1), dependen exclusivamente del tamaño de la muestra.
P	$P - 3 \sqrt{P(1-P)/n}$	P	$P + 3 \sqrt{P(1-P)/n}$	
nP	$nP - 3\sqrt{nP(1-P)}$	nP	$nP + 3\sqrt{nP(1-P)}$	
C	$C - 3\sqrt{C}$	C	$C + 3\sqrt{C}$	
U	$U - 3\sqrt{U/n}$	U	$U + 3\sqrt{U/n}$	

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Descripción del producto

Los pantalones son fabricados tanto para hombres como para mujeres en una gran variedad de tallas y estilos. Otros productos fabricados son: faldas, overoles, chaquetas, shorts, y otros, todo esto en menor cantidad.

El corte de piezas para la confección de pantalones es el tema principal del estudio, éste se produce en grandes cantidades, que constituyen el producto final, el cual debe tener condiciones óptimas de calidad para que los pantalones terminados cuenten con calidad desde el inicio de su fabricación.

En la fabricación de los mismos, el producto tipo lo constituyen los pantalones de lona, los cuales fundamentalmente constan de las siguientes partes:

- Dos paneles delanteros
- Dos paneles traseros
- Dos falsos de bolsas delanteras
- Dos bolsas delanteras de manta
- Un bolsillo
- Dos bolsas traseras
- Dos cuchillas traseras
- Una pretina
- Cinco pasadores
- Dos jaretas para zipper

La producción se realiza conforme a pedidos. Entre los principales clientes figuran:

- THE GAP INC
- TOMY HILFIGER
- OSH KOSH

2.1.1 Materia prima

La materia prima que se utiliza para fabricar la prenda es la tela comúnmente denominada lona y la manta para elaborar las bolsas internas de los pantalones, además se utilizan otros insumos para ayudar a la correcta elaboración de los mismos.

2.1.1.1 Tipos de tela

La tela es adquirida con proveedores especiales, debido a la gran variedad de marcas y estilos que se trabajan se hace necesario adquirir distintas clases de tela, para poder cumplir con la producción. Algunos de los principales proveedores de tela son:

- American Cotton Growers ACG
- Avondale
- Delta
- Denim North America DNA
- Galey & Lord
- Isko

- Kaltex
- Leberly Denim
- Lorber
- Milliken & Company
- Mount Vernon Mills, Inc
- Santanense
- Santista
- Texolin
- UCO Fabrics

Por cada uno de los proveedores se maneja una gran variedad de tipos de tela, de los cuales varían en la composición del tejido, color, ancho, etc.

Algunos ejemplos de esta variedad son:

- Denim 100% algodón
- Denim 85% algodón 15% poliéster
- Denim 83% algodón 17% poliéster
- Denim 66% algodón 34% poliéster
- Denim 87% algodón 12% poly 1% lycra
- Denim 99% algodón 1% spandex (lycra)
- Twill 100% poliéster

Entre los colores de tela más utilizados se tienen:

- Carbón índigo
- Dark blue
- Índigo
- Sand

Algunos de los proveedores de manta son:

- Cone
- Conex Industries, Inc.
- Sand Storm
- Swift
- Uco Fabrics

Tipos de manta:

- Polytwill Natural
- Interlock 50% algodón 50% poliéster
- Charleston Supreme 25% cotton 75% poliéster

2.1.2 Insumos utilizados en el proceso

Los insumos que se utilizan en el proceso no son más que productos adicionales necesarios en el tendido, corte, azorado y empaclado de piezas, éstos productos tienen la función de facilitar al operario el corte de las piezas para la confección de pantalones y cada uno de ellos es importante para lograr una buena calidad en el proceso.

Como insumos se mencionan los siguientes:

- Papel tissue
- Papel kraft
- Adhesivo en spray
- Cinta adhesiva

- Cinta adhesiva especial para marcar defectos
- Etiquetas adhesivas para la numeración de las piezas cortadas
- Pita plástica para amarrar paquetes de piezas
- Cinta plástica para amarrar bultos
- Bolsas plásticas para empacar piezas
- Hules o ligas para fijar paquetes de piezas

2.2 Descripción del proceso de producción

Entregar las piezas de tela cortadas para la confección de las prendas de vestir, involucra las siguientes actividades: tendido (operaciones: serapiar, tender y colocar marker), corte (operaciones: pegar marker, sellar piezas, seccionar tendido y cortar piezas), azorado (operaciones: sellar paquetes, eliminar y reemplazar piezas defectuosas) y bajado (operaciones: cuadrar y empaquetar piezas).

2.2.1 Áreas involucradas

Los departamentos que coordinan en conjunto el proceso de corte juegan cada uno un papel muy importante en el proceso que se analiza, pues, sin la intervención de cada uno de ellos no sería posible llegar a buen término el corte de tela. Estos departamentos o áreas se describen a continuación.

2.2.1.1 Planificación

El personal del departamento de planificación es el responsable de elaborar la planificación diaria de trabajo, esto se hace basándose en las prioridades de producción que se tenga.

En la hoja de planificación se especifica cuáles son las órdenes de corte con mayor prioridad y qué rollos de tela son asignados para las mismas.

2.2.1.2 Corte

El área de corte involucra los procesos de tendido y corte de tela, azorado de piezas y empaclado de las mismas. El departamento de corte es el responsable de cumplir con la planificación diaria de corte, el área de corte es más importante pues aquí se desarrolla todo el proceso de producción.

2.2.1.3 Calidad

En cada paso del proceso de corte el control de calidad está involucrado y por ende el departamento juega uno de los papeles más importantes en la producción, pues garantiza un producto de excelente calidad.

Su función es velar por el cumplimiento de las especificaciones de calidad en la producción, la calidad es inspeccionada durante todo el proceso; en el tendido inicia con la revisión de la secuencia de los rollos de tela que son despachados por bodega de tela, se verifica que la tela corresponda a la asignada al corte, que el tendido cumpla con los requisitos de calidad y exige el reproceso inmediatamente si lo amerita.

2.2.1.4 Servicios

El área de servicios es el responsable de la distribución del producto terminado a las diferentes plantas que se encargan de ensamblar las piezas de los pantalones.

El personal de servicios supervisa que las jaulas donde se encuentran las piezas de las diferentes órdenes de corte estén completas y cumplan con las especificaciones de calidad y con el 5% de margen de seguridad. Siempre se trabaja al 105% de la producción para asegurar que las unidades de producto terminado (pantalones ensamblados) se realicen sin ningún problema.

2.2.2 Proceso de producción

Es la transformación en la que se combinan varios elementos dando lugar a la formación de productos. El proceso de producción lo conforman la serie de actividades que se llevan a cabo para obtener el producto final, éste lo constituyen la totalidad de piezas cortadas para un pedido.

2.2.2.1 Corte de tela

Se refiere a la actividad que involucra cada operación para llegar a buen término el corte de tela necesaria para cumplir con la planificación diaria, logrando de ésta manera la satisfacción del cliente interno, en este caso el departamento de costura ó ensamble de pantalones.

El corte de tela comprende las siguientes fases:

2.2.2.1.1 Tendido

El tendido de lona, no es más que extender la tela sobre la mesa donde se lleva a cabo todo el proceso. Cada tendido se realiza de acuerdo a un marker ó guía donde se imprimen todas las piezas que deben cortarse para una COR (orden de corte), ésta especifica la longitud del tendido que debe realizarse y el número de lienzos que deben tenderse.

El tendido puede hacerse de dos maneras; colocando la tela cara con cara o cara hacia arriba. Cara con cara, se utiliza cuando la prenda que se va a cortar es igual de ambos lados, y, cara hacia arriba cuando existe alguna diferencia entre la parte delantera y la parte trasera de la prenda.

Las actividades más importantes que comprende el proceso de tendido se describen a continuación:

Serapiado: Ésta actividad se realiza previo a tender la tela y se refiere a extender papel kraft sobre la mesa en donde se realizará el tendido, el encargado de ésta operación se guía del informe de planificación del día, para seguir la secuencia de prioridad de las órdenes de corte, y con la información de la misma procede a realizar su trabajo. Coloca el papel kraft de acuerdo a la longitud del marker, pues de ésta será el largo del tendido, luego fija el papel a la mesa con cinta adhesiva y guiándose del marker, establece sobre el papel las divisiones o secciones que contenga el marker, indicando el número de lienzos que debe contener.

Tendido: Los pasos para realizar el tendido son: buscar y trasladar el rollo a la mesa de trabajo, colocar el rollo en la tendedora, quitarle al rollo una longitud de tres yardas para fines de remanente, tender los lienzos (cara con cara o cara hacia arriba).

Cada grupo de tendido cuenta con 3 operarios de los cuales uno de ellos mueve la tendedora de extremo a extremo del tendido, y los dos restantes se dedican a ajustar la tela al tendido. También cortan los extremos de cada lienzo, revisando cuidadosamente que la tela no tenga defectos y si los encuentran los marcan con una cinta adhesiva de color rojo que indica que existe una falla en ése punto de la tela.

Se marcan los defectos con el fin de identificar fácilmente las piezas defectuosas y así poder reemplazarlas en el menor tiempo posible, además, evitar de ésta manera el desperdicio excesivo de tela al extraer de una vez la sección de tela defectuosa.

Colocar marker: En este paso se coloca el marker sobre el tendido cuando el mismo ha llegado a su fin cumpliendo con las especificaciones de la COR. Y así, queda por terminada la operación de tendido.

El tendido de manta se refiere al tendido de la manta con la que se hacen las piezas que forman las bolsas delanteras de los pantalones. Este proceso es similar al del tendido de lona, la única diferencia que existe es que la manta se tiende por medio de una tendedora estacionaria o manual. Los rollos de manta son colocados sobre la tendedora la cual está ubicada al extremo de la mesa de tendido, y son los operarios los encargados de desenrollar la tela y tenderla.

La longitud de los tendidos de manta, es pequeña en comparación a la de los tendidos de tela, dado que la cantidad de unidades que deben cortarse es menor al equivalente de tela; el tendido solamente se realiza cara hacia arriba ó una cara y el número de lienzos que se tienden varía de acuerdo a la cantidad necesaria a cortar, pues depende de la marca, estilo y talla de las piezas.

2.2.2.1.2 Corte

El proceso se refiere al corte en sí de las piezas que conforman la prenda a ensamblar, para ello el grupo de cortadores asignados para determinado tendido realizan las siguientes actividades:

Pegar el marker al tendido, con un adhesivo en spray el cual tiene un efecto temporal ya que después de determinado tiempo el papel se desprende de la tela de tal manera que no afecta la misma.

Sellar las piezas en el marker, esto se realiza con la finalidad de identificar qué piezas corta determinado operario.

Seccionar el tendido, ó cortar en secciones el tendido para distribuirlo a cada cortador con la finalidad de facilitar el corte de las piezas. A cada sección se le colocan ganchos en las orillas evitando de ésta manera que los lienzos de tela se separen.

Cortar las piezas, se realiza el corte de cada una de las piezas que se encuentran en la sección del tendido.

El corte de las piezas de manta es igual al de la tela, los tendidos se dividen o seccionan para mayor facilidad de corte, por lo general un tendido completo lo trabajan 3 cortadores por tal razón dividen el tendido para asignarle una parte a cada operario. Los pasos u operaciones que se realizan en este proceso son los mismos a los del corte de tela; pegar el marker, seccionar el tendido, sellar, cortar las piezas, etc.

2.2.2.1.3 Azorado

El azorado consiste en etiquetar cada una de las piezas, esta actividad se realiza para numerar cada unidad en forma correlativa para facilitar el proceso de costura, así, el operario identifica con rapidez qué piezas corresponden a un pantalón, y evitar mezclar diferentes tallas en una misma prenda, o ensamblar piezas con diferente tonalidad en la tela.

El proceso de azorado es de suma importancia para el proceso de costura. Las operaciones que se realizan en este proceso son: ordenar las piezas cortadas, revisar los paquetes y reemplazar las piezas defectuosas, codificar la etiquetadora manual, pegar la etiqueta a cada una de las piezas, sellar los paquetes azorados, amarrar los paquetes de piezas con hules o pita plástica, revisar el sello de cada paquete, depositar los paquetes de piezas pequeñas en bolsas plásticas (big pack), colocar las bolsas y los paquetes de piezas grandes en las jaulas.

2.2.2.1.4 Bajado

El bajado se refiere realmente a la distribución del producto terminado a todas las áreas de costura, las personas de servicios son las que tienen la responsabilidad de trasladar la tela cortada hacia la planta central, la cual es responsable de distribuir la materia prima (piezas cortadas) a las líneas de ensamble. El bajado o cuadrado de piezas en manta no es más que la operación que se hace con el fin de contar las piezas trabajadas y ver que cuadre en número al especificado en la orden de corte. Todo el proceso de cuadrado comienza con el conteo de las piezas y la reposición de las mismas en el caso de encontrar piezas defectuosas, después de haber realizado esta actividad se forman paquetes con las piezas separándolas en tallas y estilos y luego son colocados en bolsas plásticas para separar cada orden de corte

2.2.2.2 Diagrama de operación

Figura 3. Diagrama de operación de tendido de tela.

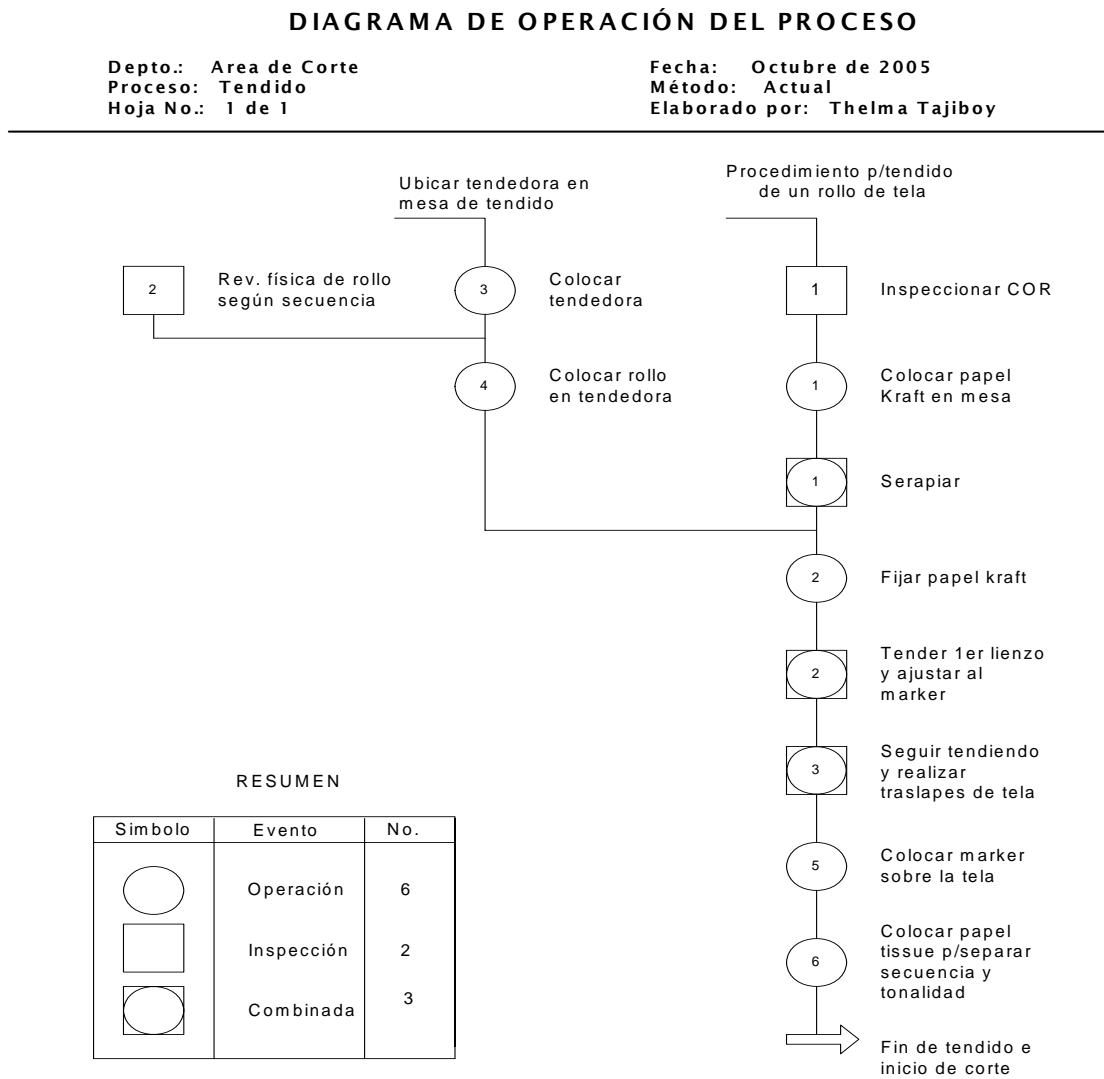


Figura 4. Diagrama de operación de corte de tela.

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO

Depto.: Area de Corte
 Proceso: Corte
 Hoja No.: 1 de 1

Fecha: Octubre de 2005
 Método: Actual
 Elaborado por: Thelma Tajiboy

RESUMEN

Símbolo	Evento	No.
○	operación	5
□	Inspección	3
◻	Combinada	1

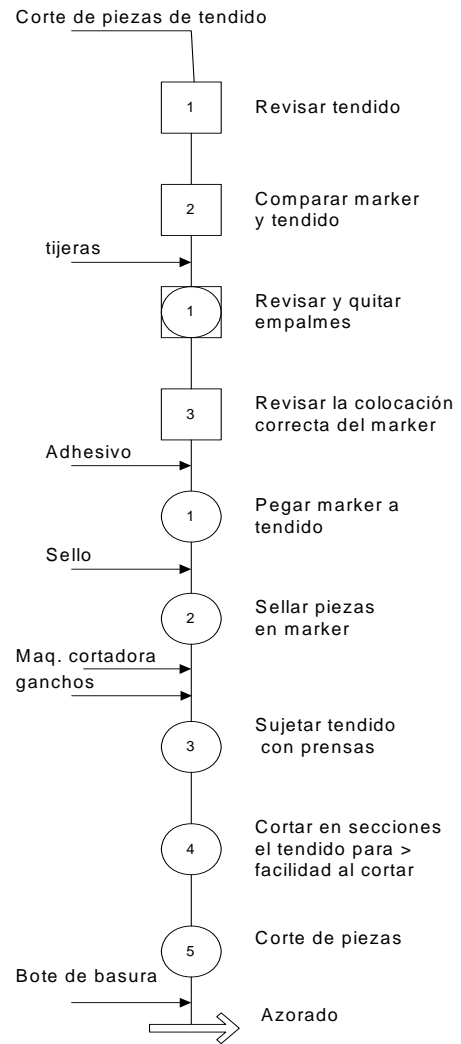
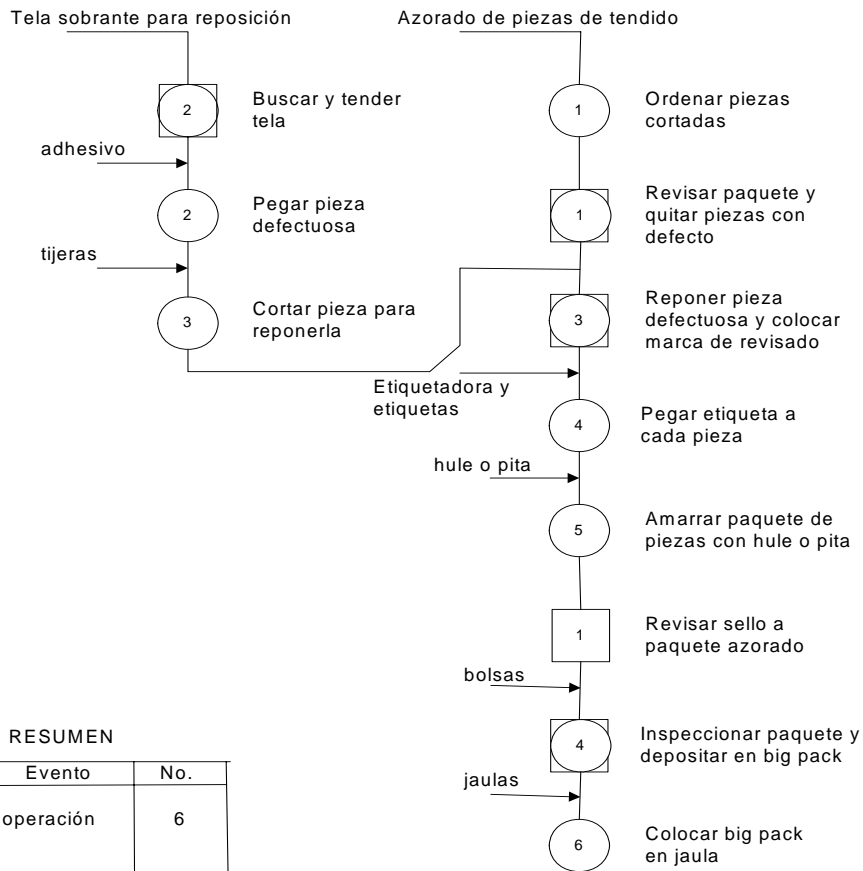


Figura 5. Diagrama de operación de azorado de piezas.

DIAGRAMA DE OPERACION DEL PROCESO

Depto.: Area de Corte
 Proceso: Azorado
 Hoja No.: 1 de 1

Fecha: Octubre de 2005
 Método: Actual
 Elaborado por: Thelma Tajiboy



RESUMEN

Símbolo	Evento	No.
○	operación	6
□	Inspección	1
◻	Combinada	4

2.2.2.3 Diagrama de flujo

Figura 6. Diagrama de flujo de operaciones de tendido.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Depto.: Area de Corte
 Proceso: Tendido
 Hoja No.: 1 de 1

Fecha: Octubre de 2005
 Método: Actual
 Elaborado por: Thelma Tajiboy

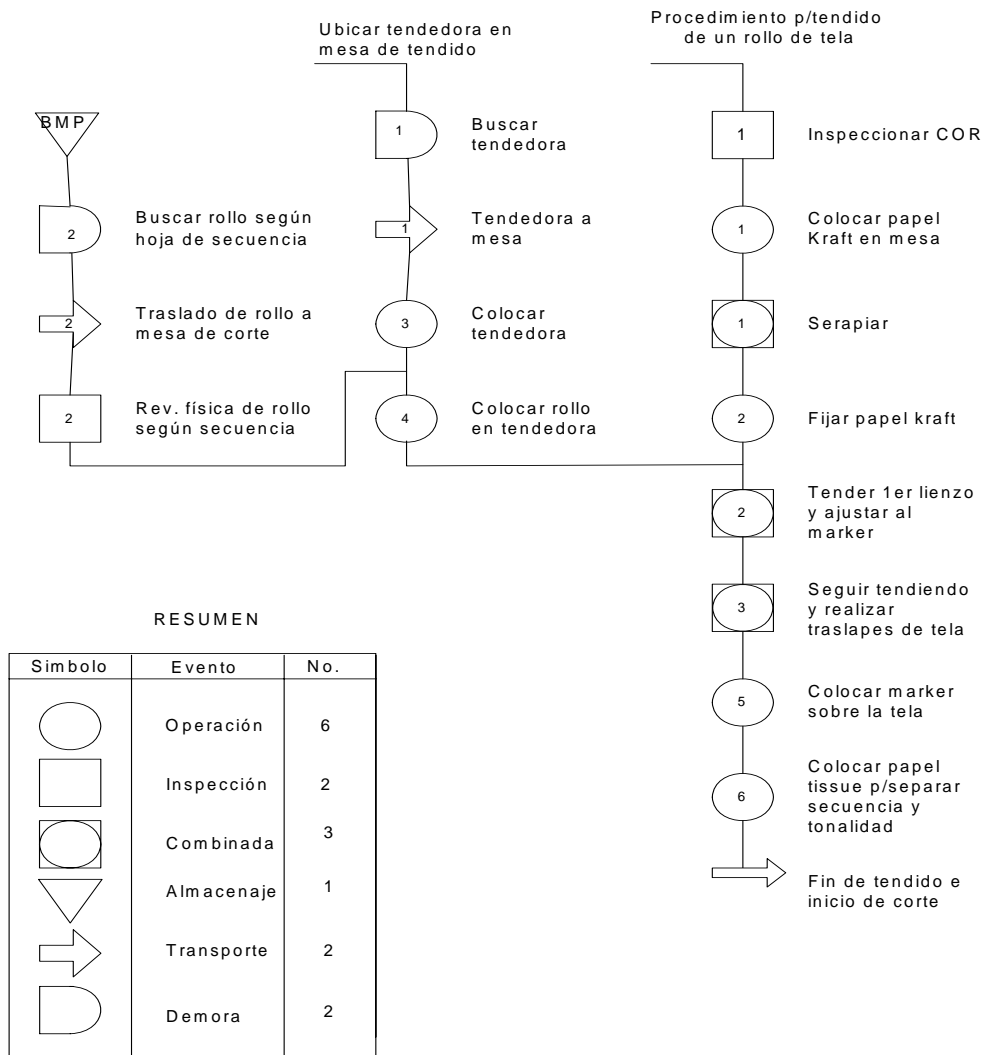


Figura 7. Diagrama de flujo de operaciones de corte.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Depto.: Area de Corte
 Proceso: Corte
 Hoja No.: 1 de 1

Fecha: Octubre de 2005
 Método: Actual
 Elaborado por: Thelma Tajiboy

RESUMEN

Simbolo	Evento	No.
	operación	5
	Inspección	3
	Combinada	1
	Demora	2

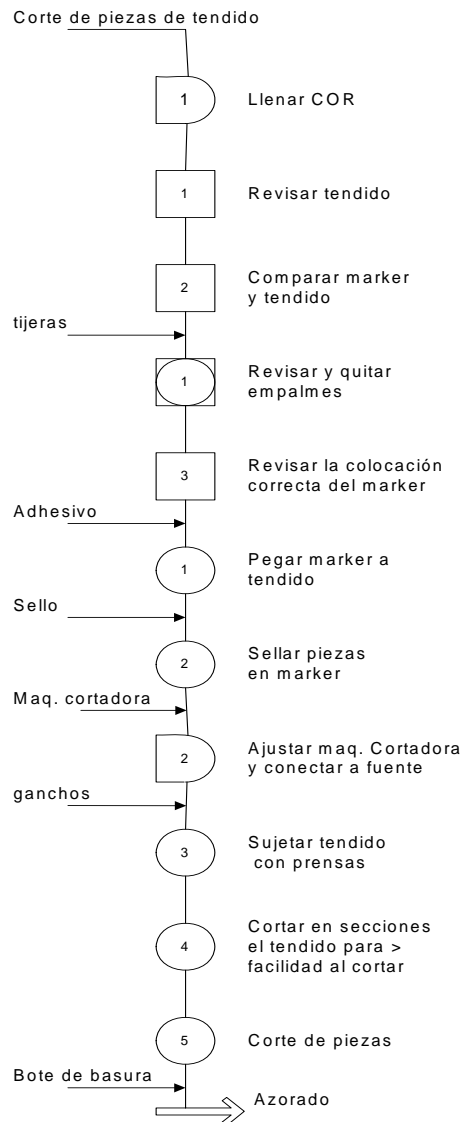
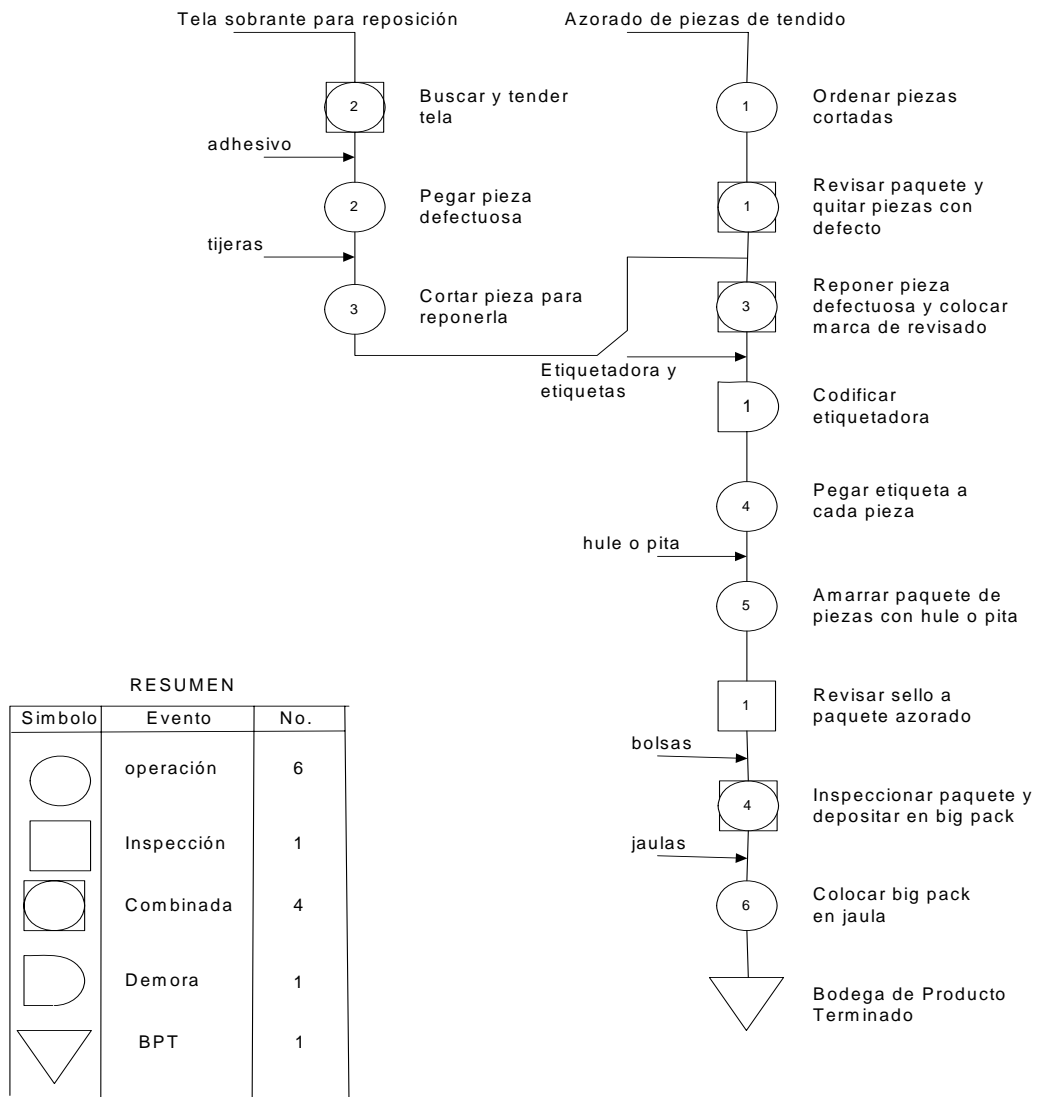


Figura 8. Diagrama de flujo de operaciones de azorado.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

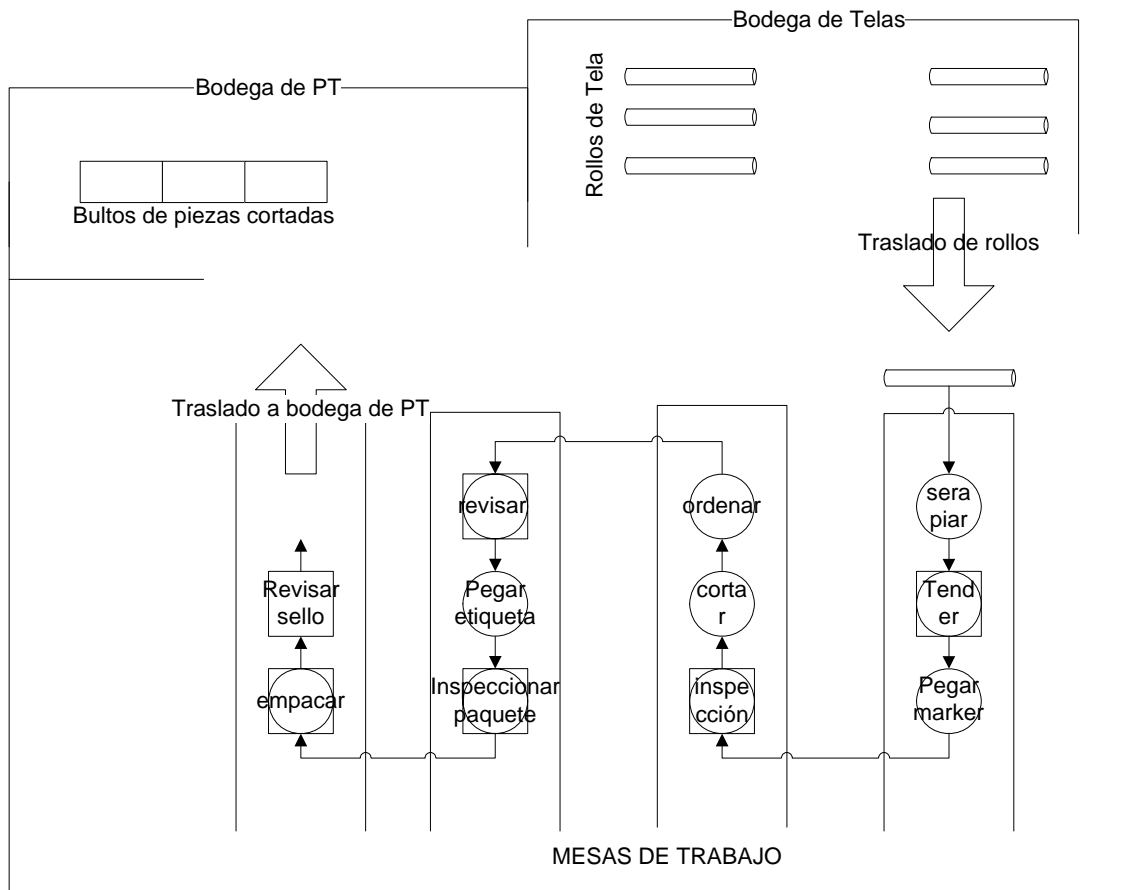
Depto.: Area de Corte
 Proceso: Azorado
 Hoja No.: 1 de 1

Fecha: Octubre de 2005
 Método: Actual
 Elaborado por: Thelma Tajiboy



2.2.2.4 Diagrama de recorrido

Figura 9. Diagrama de recorrido del proceso de corte de tela.



2.3 Medios de producción

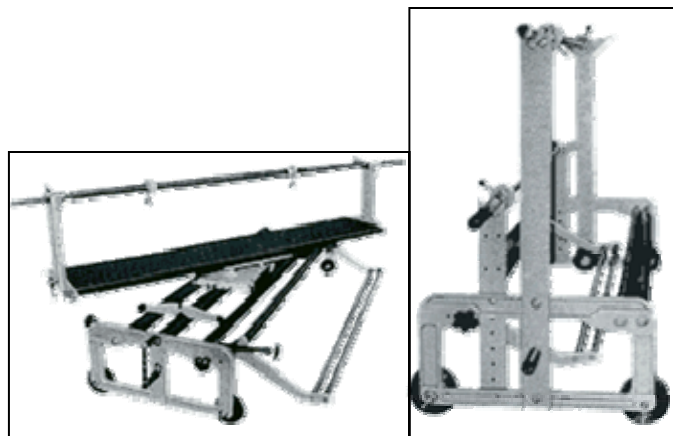
Los medios de producción que son utilizados en la planta de corte son el motor de la producción pues, sin ellos no sería posible realizar el trabajo que se desea, esto lo constituyen la maquinaria, el mobiliario y equipo, y la mano de obra empleada.

2.3.1 Maquinaria

Máquina revisadora de rollos: Ésta máquina es utilizada para la inspección de la tela contenida en los rollos y para la medición del yardaje del mismo. La mayoría de estas maquinas están equipadas con un ojo electrónico para alinear automáticamente una orilla de pliego con el anterior.

Tendedora: máquina que cuenta con un sistema de desplazamiento por medio de rodillos, que se moviliza a lo largo de la mesa de corte, en esta máquina se coloca el rollo de tela para facilitar el tendido.

Figura 10. Modelo de tendedora manual.

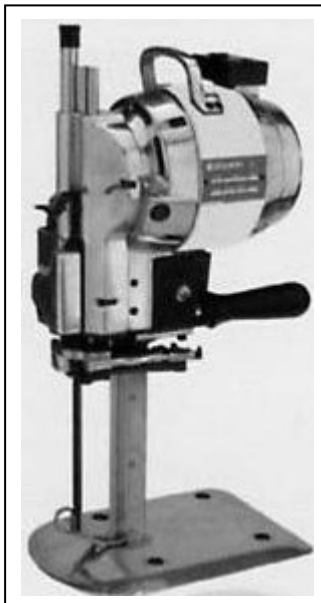


Fuente: <http://www.5estrellas.com/index>

Máquina cortadora: existen varios tipos de máquinas cortadoras, la utilización de las mismas depende del grosor del tendido y tipos de tela, los más comunes son:

- **Cortadora con placa removible:** tiene una capacidad de corte de aproximadamente 20 cm de altura, cuenta con un sistema de doble cuchilla y es útil en el corte de tela de gabardina o de vestir, lona o lycra.
- **Cortadora circular:** tiene capacidad de cortar 8 cm de grosor, esta cortadora es la más utilizada para el proceso de corte de pantalones.

Figura 11. Modelo de las máquinas cortadoras más utilizadas.



Fuente: <http://www.hits.webstat.com>

2.3.2 Mobiliario y equipo

El equipo utilizado en el corte de tela es el siguiente:

Mesa de corte: las mesas de corte son completamente lisas y resistentes al peso por lo que su armazón es de acero. Las dimensiones son: 22 metros de largo, y 1.70 metros de ancho.

Figura 12. Mesa de tendido y corte.



Fuente: <http://www.5estrellas.com/index>

Ganchos para tela: su función es sujetar la tela, son de metal ajustables de 10 a 20 cm de grosor de tela.

Tijeras: en el caso del corte de tela para pantalones, por ser tela de consistencia gruesa, es necesario tener tijeras de acero inoxidable, con cuchilla regular, forjada al calor y ajustable de 8 ½ " (21 cm) total de largo con un corte de 3" (7 cm) de grosor.

Cartucheras: fundas para guardar tijeras con cinturón ajustado al operario.

Guantes metálicos: labrados en metal en forma de malla, con un peso regular, ajustable a la muñeca del cortador mediante velcro, es útil para evitar accidentes con la cuchilla de la cortadora.

Muñequeras: fabricadas de material ligero, ayuda al dolor de mano, mejora la circulación y proporciona mejor soporte.

Afiladores de tijeras: afila tijeras de ángulo regular y de filo de navaja muy fácilmente, su sistema de afilamiento especial protege el acero de sus tijeras para que no se destemplan.

Etiquetadora: herramienta manual para colocar las etiquetas en el azorado.

2.3.3 Descripción del personal empleado en el proceso

El personal involucrado directamente con el proceso de corte de tela, comprende el personal que trabaja en las diferentes operaciones o procesos que son tendido, corte y azorado en donde se utiliza mano de obra directa y en las operaciones de auditoria y servicios se utiliza mano de obra indirecta.

En las operaciones de tendido, corte, azorado y auditoria se forman grupos de trabajo. Los grupos están conformados por un número de operarios de acuerdo al trabajo que se realiza en cada actividad. En la tabla III se describe el número de personas que trabajan en cada una de las áreas que conforman la planta o el proceso de corte, teniendo un total de 104 personas: 94 de mano de obra directa y 10 de mano de obra indirecta.

Tabla III. Tabla del personal distribuido en la planta de corte.

Área	Cargo	# de personas	
		MOD	MOI
Tendido	tendedores	8	
	ayudantes de tendido	16	
	colocador de Marker		1
	supervisor de tendido		1
Corte	cortadores	20	
	supervisor de corte		1
Azorado	azoradores	15	
	ayudantes de azorado	15	
	supervisor de azorado		1
Auditoria de calidad	auditores	20	
	supervisor de auditoria		1
Servicios varios	coordinador de área de servicios		1
	supervisor de área de servicios		1
	auxiliar de carga		1
	montacarguista		1
	azorador de reprocesos		1
	Total	94	10

2.4 Descripción de la calidad actual en el proceso de corte

Los métodos de auditoria de la calidad que actualmente se realiza en la planta de corte de la empresa se describen a continuación, tomando en cuenta la forma de evaluar la calidad en cada operación del proceso.

2.4.1 Método de control de calidad

La calidad se inspecciona a través de un método que se ha implementado y con el que se ha trabajado desde hace tiempo.

El método consiste en 3 fases:

Primera fase: Cuando se realiza el tendido se inspecciona que la tela no tenga defectos y que cada rollo que sea tendido obedezca en secuencia y tonalidad de la orden de corte para no cometer errores al momento de cortar.

Segunda fase: Cuando el paquete de piezas ha sido cortado, se revisan conforme los patrones para comprobar que las piezas fueron cortadas con el debido cuidado obedeciendo los límites de tolerancia de las dimensiones de la pieza.

Tercera fase: Cada paquete de cortado es revisado pieza por pieza para asegurarse de que no existe unidad alguna con tela defectuosa.

2.4.2 Inspección de calidad

Auditoria es la actividad que realiza el departamento de calidad de la planta y se refiere al control de calidad en cada una de las actividades u operaciones del proceso de corte.

Dicho departamento asigna a un grupo de auditores de calidad en las actividades de tendido, corte y azorado para que verifiquen la calidad.

En el tendido se observa que el marker contenga el número correcto de figuras y que las mismas estén completas, se revisa que la calidad y tonalidad de la tela sea la adecuada. El marker debe ser colocado bien extendido y con el adhesivo correcto, en el caso de que la tela tenga algunos defectos ya sea menores o mayores la tela es cortada para eliminar el defecto y luego se realiza un traslape o empalme de tela para reanudar el tendido.

En el proceso de corte de piezas, en cada paquete se revisan las piezas primera, del centro y última contra el nest o patrón y miden las diferencias las cuales deben quedar dentro de los límites de tolerancia aceptables y si la pieza no esta conforme al patrón, el cortador repone o reprocesa la pieza defectuosa. En el azorado se audita el paquete de piezas según estándares de azorado.

2.4.3 Análisis de los desperdicios y reprocesos

En el caso de que los paquetes sean cortados excediéndose de los límites máximos de tolerancia, el cortador que trabajó el paquete vuelve a cortarlo para que quede bien. Si ya no puede cortarse con la máquina debe realizar el corte con tijeras, lo que dificulta el trabajo pues corrige a la vez un número menor de piezas y por lo tanto absorbe mayor tiempo.

Si el paquete fue cortado excediendo el límite inferior de tolerancia el producto se desecha totalmente. Es aquí donde se dificulta todo pues, debe enviarse nuevamente al departamento de diseño de patrón de la pieza desechada para que se imprima nuevamente, buscar un sobrante de tela que tenga exactamente las especificaciones y tonalidad de la que se está trabajando. Además, asegura que tenga la medida necesaria para reponer las piezas que se perdieron y el proceso comienza nuevamente.

Cuando la tela tiene un defecto por menor que sea la tela se corta interrumpiendo el tendido, la tela que se retira por cada rollo es significativa, además, al momento de hacer el empalme también se pierde tela y al final es necesario hacer un pedido nuevo de tela al supervisor retrazando el corte de tela e involucrando excesivos costos.

3. PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

3.1 Diseño del plan de control

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios muestran que se traslada de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final a una etapa de control de calidad en el proceso, con el lema: "La calidad no se controla, se fabrica".

Actualmente se llega a una calidad de diseño que significa no solamente corregir o reducir defectos sino prevenir que éstos sucedan, como se postula en el enfoque de la calidad total. De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además, es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas.

Pasos para el diseño del plan de control

I. Describir el producto

Identificar sus componentes
Determinar las especificaciones

II. Analizar el proceso

Realizar diagramas de proceso
Análisis de las operaciones

Determinar el propósito de cada operación

Evaluar la tecnología utilizada

Efectuar un análisis de riesgos

III. Determinar los puntos críticos

Establecer los límites críticos

Establecer las acciones correctivas

IV. Sistema de monitoreo

Sistema de inspección a utilizar

V. Documentación

Elaboración de la documentación necesaria para realizar el control de calidad

3.1.1 Establecimiento de los medios de control

Existen varias herramientas básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización.

Así también para la industria existen controles o registros que podrían llamarse "herramientas para asegurar la calidad de una fabrica", y éstas son las siguientes:

1. Hoja de control (hoja de recolección de datos)
2. Histograma

3. Diagrama de pareto
4. Diagrama de causa - efecto
5. Estratificación (análisis por estratificación)
6. Diagrama de scadter (diagrama de dispersión)
7. Gráfico de control

Las herramientas tienen la función de:

- Detectar problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimar factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevenir errores debido a omisión, rapidez o descuido
- Confirmar los efectos de mejora
- Detectar desfases

3.1.2 Operaciones de recolección de datos

Las operaciones que se lleva a cabo para recolectar datos varían dependiendo de la situación que se pretende analizar. Es necesario tomar en cuenta que en cada caso de inspección, se procede de una manera distinta debido a que no siempre los problemas y dificultades son las mismas.

En la mayoría de casos se utilizan hojas de control o registro para tabular la información. (ver fig. 15 y 16)

3.1.3 Interpretación y valoración de los resultados

Los resultados obtenidos al realizar cada análisis en los puntos de inspección de los procesos, deben evaluarse detenidamente. Los resultados pueden interpretarse de cualquier manera por eso es importante realizar gráficos para analizarlos de la mejor manera y no proceder erróneamente.

3.1.4 Utilización de los mismos resultados

Los resultados que se obtienen del estudio e inspección de calidad, pueden aportar a la prevención de costos en las operaciones especialmente diseñadas para evitar la mala calidad. Basándose en una buena interpretación de datos se pueden tomar acciones en la empresa para incrementar la efectividad y eficiencia de las actividades y los procesos a fin de proveer beneficios adicionales tanto para la empresa como para los clientes.

3.2 Control de la calidad de materia prima

Los envíos de los proveedores de lona y manta se realizan a través de pedidos, los cuales son entregados en rollos de aproximadamente 110 yardas en promedio, por lo que no es posible hacer un muestreo al azar una determinada cantidad de yardas del rollo por lo que la inspección se podrá realizar solamente inspeccionando el rollo completo.

Debido a que la tela es la materia prima más importante en la fabricación de pantalones, es necesario determinar ciertos parámetros para satisfacer las especificaciones de aceptación.

3.2.1 Definición de los puntos de inspección

El punto más importante en la inspección de telas es en el momento de la recepción de la misma. Se utiliza una máquina revisadora para inspeccionar una cantidad de rollos y determinar si se acepta o rechaza el lote. El rollo es colocado en la máquina y es desenrollado mecánicamente para lo cual es necesario colocar una lámpara fluorescente con iluminación tipo directa por encima de la máquina, para que el auditor de telas pueda identificar los defectos de la misma. Cuando el auditor encuentra defectos inmediatamente marca el defecto con cinta adhesiva especial para sellar defectos, los que más tarde cuando se corte la tela, los inspectores de calidad procedan a eliminar las piezas que estén marcadas con adhesivo.

El auditor debe tener un criterio de aceptación y rechazo de los rollos de tela. Los defectos que deben marcar pueden ser venas de hilo en el tejido, cadenas o uniones en la tela, roturas, manchas y cualquier defecto que perjudique la apariencia de la tela.

En cada entrega de tela entra un promedio de 120 rollos, de los cuales se inspecciona una muestra para determinar si se acepta o rechaza el lote.

3.2.2 Definición del plan de muestreo

El plan de muestreo será el de atributos, lo que significa que el lote es aceptado o rechazado. El método de muestreo a utilizar será simple, se toma una muestra de tamaño (n) de unidades de lote de una manera aleatoria para analizarla y concluir si el lote se acepta o no.

El departamento de auditoria de telas es el encargado de realizar la inspección y por lo tanto debe definir el tamaño de la muestra basándose en el tamaño del lote de rollos de tela que entran en un pedido.

Para definir el plan de muestreo se deben seguir los pasos siguientes:

- 1) Para obtener el tamaño de la muestra se utiliza la tabla I de MIL-STD-105D con ella se obtiene el código correspondiente al tamaño de la muestra (ver anexo 2) Es necesario establecer el nivel de inspección que se llevara a cabo, los niveles que se utilizan son: nivel I para una inspección reducida, nivel II para inspección normal, nivel III para inspección rigurosa. Debido a que se pretende implementar este sistema de control se tomara la inspección normal para evaluar los resultados y más tarde modificar o mantener este nivel.
- 2) Definir el nivel de calidad de aceptación AQL (NCA), para la recepción de tela el porcentaje será de 4% para incrementar el margen de aceptación de los lotes. Este se establece con el objeto de obtener un máximo porcentaje de rollos defectuosos aceptables como promedio.
- 3) Por medio de la letra de código de la muestra, el % de AQL y el nivel de inspección se identifican los criterios de aceptación y rechazo por medio de las tablas de MIL-STD-105D (ver anexo 3)

Rollo defectuoso

Para que un rollo sea considerado defectuoso o no, se ven involucrados otros aspectos que se deben tomar en consideración.

La empresa ha establecido un método de rechazo o aceptación del rollo de tela el cual tiene un sistema de tolerancias como sigue:

Faltante de tela. Al inspeccionar los rollos se mide el yardaje para comprobar que el número de yardas que describe la etiqueta del rollo es correcto. En ocasiones existe un faltante que no es muy significativo tomando en cuenta que algunas veces los rollos ingresan con un exceso en el número de yardas descrito, de tal manera la empresa ha establecido un margen de tolerancia.

Faltante de tela → ≤ 3 yardas → se acepta
→ > 3 yardas → se rechaza

Defectos mayores. La empresa ha determinado como defectos mayores las venas de hilo, uniones de tela y roturas que tengan un tamaño significativo que dañen como mínimo ½ yarda de tela.

Defectos mayores → ≤ 3 defectos → se acepta
→ > 3 defectos → se rechaza

Defectos menores. Son aquellas manchas pequeñas y otros que perjudiquen menos de ½ yarda de tela.

Defectos menores → ≤ 10 defectos → se acepta
→ > 10 defectos → se rechaza

La tabla IV presenta de forma resumida la información para conocer el tamaño de la muestra a utilizar y el número de rollos defectuosos con el cual se acepta o rechaza el lote, dependiendo del número de rollos del lote a inspeccionar, esta tabla se le proporciona al auditor de telas con el fin de reducir el trabajo. (en capítulo 4 ver aplicación en prueba piloto)

Tabla IV. Tabla de muestreo para la aceptación o rechazo de lotes de rollos de tela.

Norma: ABC-STD-105D AQL 4%		Tipo de inspección normal (nivel II)	
Tamaño del lote	Tamaño de la muestra	Aceptar	Rechazar
2 - 8	2	0	1
9 - 15	3	0	1
16 - 25	5	0	1
26 - 50	8	1	2
51 - 90	13	1	2
91 - 150	20	1	2
151 - 280	32	2	3
281 - 500	50	3	4
501 - 1200	80	5	6
1201 - 3200	125	7	8
3201 - 10000	200	10	11

3.2.3 Selección del gráfico de control a utilizar

Para elegir y realizar los gráficos de control es necesario estudiar las características de calidad por atributos en los rollos de tela que es la material más importante y, para identificar los defectos por los cuales los rollos de tela son rechazados se pueden realizar los gráficos P y nP.

3.2.4 Métodos de prueba para materia prima

El control de calidad para la lona y la manta en cuanto a resistencia, bajas en la tonalidad, encogimiento y resistencia al planchado se refiere existe el departamento de colorimetría, este es el encargado de realizar todo tipo de pruebas a la tela para asegurarse de los cambios que pueden existir en el momento de hacer el lavado de las prendas terminada.

3.3 Control de la calidad en el proceso

El proceso de producción en el corte de piezas para ensamblar pantalones es conformado por el tendido, corte y azorado.

3.3.1 Definición de los puntos de inspección

En el proceso de producción del corte de piezas, se consideran como puntos críticos de calidad, debido a que de éstas depende que las piezas del pantalón cumplan con las medidas estándar, llenando así las expectativas del cliente, las siguientes operaciones:

Tendido

Se debe observar que las piezas estén completas en el marker y que sean las tallas adecuadas, se asegura que la tonalidad de la tela sea la adecuada, y que la tela no tenga defectos. Si los tiene, los ayudantes de tendido deben marcarlos con cinta para defectos y así hacer más fácil la identificación de las piezas donde queden los defectos, que en el momento de tender la tela no queden arrugas entre lienzo y lienzo.

Corte

Debe verificarse, que los bloques se corten adecuadamente conforme al patrón respectivo, tomando en cuenta que al momento de cortar mal un bloque éste deberá reprocesarse. Las especificaciones se realizan en base a patrones adicionales tomados de los patrones originales, para comparar las piezas de tela cortadas con respecto al trazo.

Azorado

El azorado se inspecciona, para asegurar que las piezas no tengan defectos en la tela. En la inspección de los bloques de piezas cortadas, puede identificarse con mayor facilidad la pieza de tela con defectos, ya que previamente en la tela han sido marcados los mismos, de tal manera que al encontrar piezas marcadas éstas son eliminadas y remplazadas.

3.3.2 Herramientas a utilizar para mejorar el proceso de corte

En el proceso de producción no pueden utilizarse los mismos métodos de control de la materia prima, debido a que en éste punto se analiza lo que realmente toma parte del mal control de calidad en las piezas, ya que por lo general queda descartada la mala calidad de la tela.

3.3.2.1 Gráficos de pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, se puede decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

Éste se realiza mediante un análisis de la frecuencia de causas que generan paquetes de piezas cortados en forma defectuosa. Los pasos son:

1. Decidir el problema a analizar. En este caso el problema son los paquetes que al finalizar el corte no concuerdan con el patrón correspondiente.
2. Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales. En la tabla V se presenta la información obtenida al inspeccionar 5 tendidos con un total de 130 paquetes cortados, encontrando 22 defectuosos y registrando el motivo de los mismos.
3. Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.

Tabla V. Inspección y registro de paquetes malos.

Bulto	Tendido					Observación	Bulto	Tendido					Observación
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	✓	✓	✓	✓	✗	cuchilla	16	✓	✓	✓	✓	✓	
2	✓	✓	✗	✓	✓	tendido grueso	17	✓	✓	✓	✓	✓	
3	✗	✓	✗	✓	✓	operario, tendido malo	18	✓	✓	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✓	✗	✓	cuchilla	19	✓	✓	✗	✓	✓	tendido grueso
5	✓	✗	✓	✓	✓	operario	20	✗	✓	✓	✓	✓	operario
6	✓	✓	✓	✓	✓		21	✓	✓	✓	✓	✗	pieza pequeña
7	✗	✓	✓	✓	✓	cortadora	22	✓	✓	✓	✗	✓	cortadora
8	✓	✓	✗	✓	✗	cuchilla, operario	23	✓	✗	✓		✓	cuchilla
9	✓	✓	✓	✗	✓	pieza pequeña	24	✓	✓	✓		✓	
10	✓	✗	✓	✓	✓	cortadora	25		✓	✗		✓	operario
11	✓	✓	✓	✓	✓		26		✓	✓		✓	
12	✓	✓	✓	✓	✓		27			✓		✓	
13	✗	✓	✓	✗	✓	cuchilla, cortadora	28			✓		✗	cuchilla
14	✓	✓		✓	✗	pieza pequeña	29					✓	
15	✓	✗	✓	✓	✓	cuchilla	30					✓	
Total bultos malos							4	4	5	4	5	22	

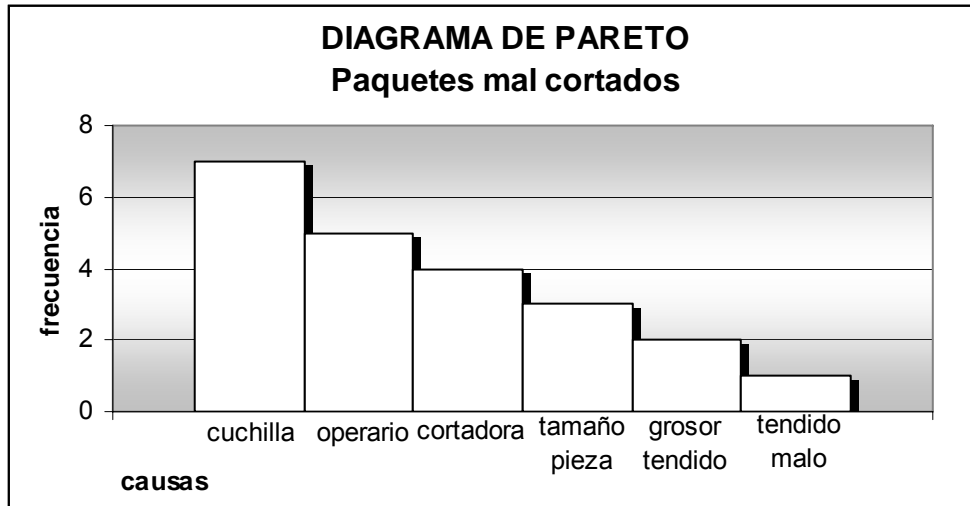
4. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados. (ver tabla VI)
5. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.

Tabla VI. Frecuencia de las causas de paquetes mal cortados y su %.

	causa	frecuencia	frecuencia/N	%	f/N acum.	% acum.
1	cuchilla	7	0.318	32	0.318	32
2	operario	5	0.227	23	0.545	55
3	cortadora	4	0.182	18	0.727	73
4	tamaño pieza	3	0.136	14	0.864	87
5	grosor tendido	2	0.091	9	0.955	96
6	tendido malo	1	0.045	5	1.000	100
	N	22		100		

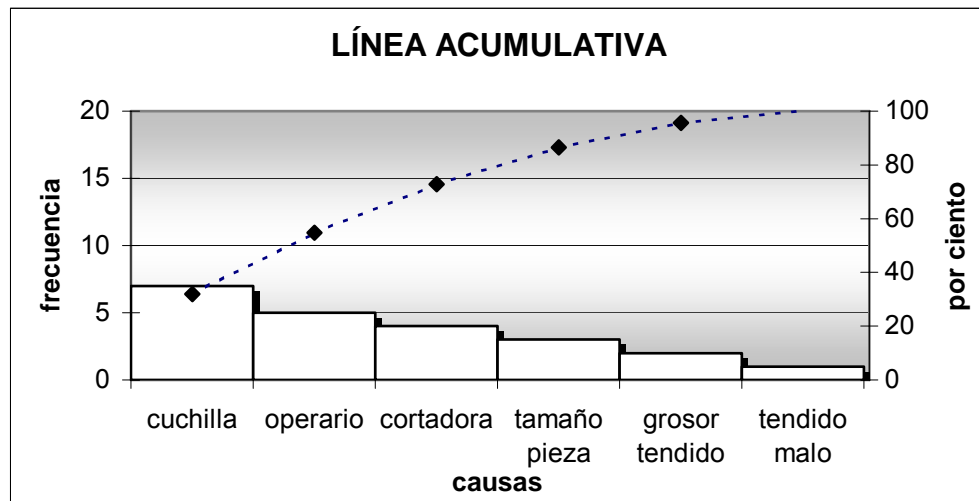
6. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. Construir un gráfico de barras basándose en las cantidades y porcentajes de cada ítem. (ver figura 13)

Figura 13. Frecuencia de paquetes cortados con deficiencia representados en un diagrama de Pareto.



- Dibujar la curva acumulada. Para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente unir los puntos con una línea continua. (ver figura 14)

Figura 14. Frecuencia y porcentaje de las causas que dan por resultado un paquete de piezas mal cortado.



Las figuras 13 y 14 presentan gráficamente la información obtenida al realizar una inspección y análisis del porque se obtienen paquetes cortados de manera defectuosa. El motivo que tiene más frecuencia es el mal estado de la cuchilla, misma que debe ser cambiada periódicamente pues si no está afilada es difícil cortar de manera correcta; otro motivo es el operario, dado que muchas veces no tiene intención de hacer su trabajo bien hecho ó es un operario nuevo sin experiencia, y así existen otras causas de menor frecuencia. Para combatir este problema hay que atacar las causas más frecuentes primero; los operarios deben ser los responsables de cambiar la cuchilla cuando ésta ya no esté afilada y deben crear conciencia de un trabajo bien elaborado.

3.3.2.2 Hojas de inspección

La hoja de control u hoja de recogida de datos, también llamada de registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran estas en una hoja, indicando la frecuencia de observación.

Lo esencial de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad. Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y de forma que puedan ser usados y analizados automáticamente.

De modo general las hojas de recogida de datos tienen las siguientes funciones:

- De distribución de variaciones de variables de los artículos producidos (peso, volumen, longitud, talla, clase, calidad, etc.)
- De clasificación de artículos defectuosos
- De localización de defectos en las piezas
- De causas de los defectos
- De verificación de chequeo o tareas de mantenimiento

Una vez que se han fijado las razones para recopilar los datos, es importante que se analice las siguientes cuestiones:

- La información es cualitativa o cuantitativa
- Cómo se recogerán los datos y en qué tipo de documento se hará
- Cómo se utiliza la información recopilada
- Cómo se analizará
- Quién se encargará de la recogida de datos
- Con qué frecuencia se va a analizar
- Dónde se va a efectuar

Ésta es una herramienta manual, en la que se clasifican datos a través de marcas sobre las lecturas realizadas en lugar de escribirlas, para estos propósitos son utilizados algunos formatos impresos, los objetivos más importantes de la hoja de control son:

- Artículos defectuosos
- Localización de defectos
- Causas de efectos

Una secuencia de pasos útiles para aplicar esta hoja en un proceso es la siguiente:

1. Identificar la operación de seguimiento
2. Definir el alcance de los datos a recoger
3. Fijar la periodicidad de los datos a recolectar
4. Diseñar el formato de la hoja de recolección de datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger, dejando un espacio para totalizar los datos, que permita conocer: las fechas de inicio y termino, las probables interrupciones, la persona que recoge la información, fuente, etc.

Figura 16. Modelo de hoja de reporte de tendido y utilización de tela.

REPORTE DE TENDIDO								
COR _____		Ancho de Tela _____		Cara a cara _____				
Contrato _____		Ancho de Trazo _____		cara arriba _____				
Estilo _____		Largo de trazo _____		Fecha: _____				
Código rolo	Yardas	Lienzos	Yardas tendidas	Lienzos con problemas		Remanentes (yds.)		Total yardas
				manchas	agujeros	no tendido	tendido	

3.3.2.3 Diagrama de causa y efecto

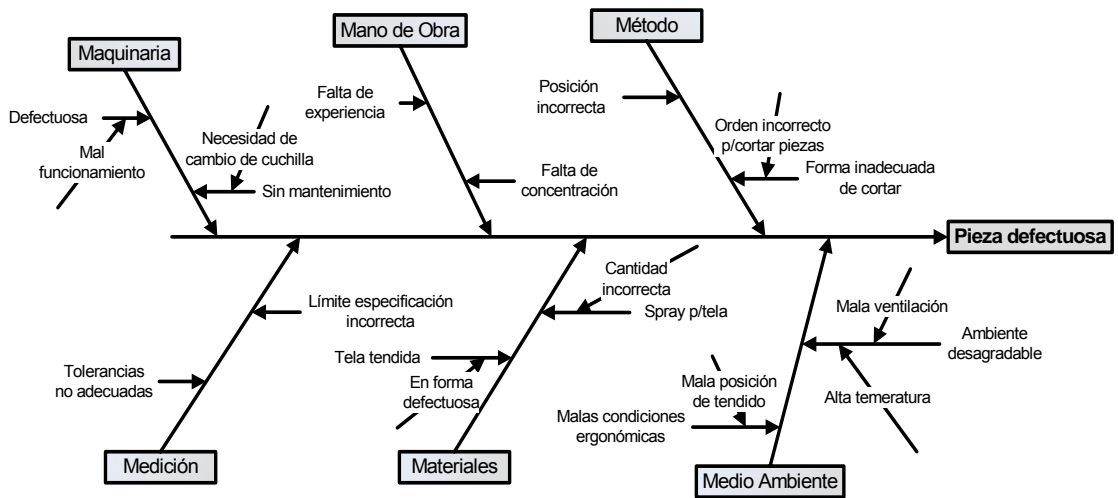
Sirve para solventar problemas de calidad. Éste diagrama analiza las causas que pueden afectar la calidad y el resultado que se obtiene debido a ello.

Los aspectos que toma en cuenta este diagrama son:

- Máquina
- Mano de obra
- Método
- Material
- Medio ambiente
- Medición

En la figura 17 se presenta un ejemplo de la utilización del diagrama de causa-efecto. El problema analizado es la obtención de piezas defectuosas, pues están mal cortadas y rebasan los límites de tolerancia.

Figura 17. Diagrama Causa – Efecto enfocado al problema de piezas mal cortadas.



En ésta gráfica se pueden ver las causas que crean el problema, hay que analizar detenidamente cada factor para llegar al fondo del problema. En este caso se debe tomar en cuenta cada causa y tratar en lo posible de eliminarla para analizar nuevamente el problema y verificar si existen cambios significativos.

3.3.2.4 Diagrama de flujo

Esta herramienta es muy importante para analizar cada paso del proceso de corte e identificar los puntos donde pueden estar presentes las causas de la mala calidad en el proceso. (ver figuras 3 a 8)

3.3.2.5 Diagramas de control

Para inspeccionar la variación existente entre las piezas cortadas y los patrones se realiza una medición de las piezas contra los patrones de un corte de 50 paquetes ó figuras, donde cada paquete cuenta con 52 piezas pues éste es ese el número de lienzos tendidos.

Utilizando un muestreo simple con $N = 52$ y un nivel de inspección general II, de acuerdo a la tabla IV se obtienen los datos siguientes:

Tamaño de lote	Nivel de inspección general II	Tamaño de la muestra
51 – 90	E	13

En la tabla VII se presenta la información recopilada en una inspección de piezas cortadas, de la información anterior se determina que la muestra n es de 13 paquetes cortados, de cada paquete se toman 3 piezas (superior, inferior y central) para verificar las medidas de acuerdo al patrón respectivo.

Las tolerancias establecidas son de ± 0.40 cm, para analizar los datos de forma gráfica se tomaron seis muestras de tamaño n .

Tabla VII. Información recopilada al realizar la inspección de patrón.

n	Variación de medidas pieza - patrón en cm.						
	número de tendido						
	1	2	3	4	5	6	
1	0.03	0.12	0.02	0.11	0.01	0.42	
2	0.15	0.41	0.11	0.13	0.31	0.21	
3	0.32	0.12	0.05	0.20	0.10	0.18	
4	0.18	0.23	0.31	0.01	0.21	0.13	
5	0.01	0.14	0.14	0.40	0.25	0.07	
6	0.13	0.05	0.40	0.07	0.12	0.31	
7	0.24	0.32	0.22	0.02	0.10	0.02	
8	0.15	0.18	0.24	0.21	0.02	0.27	
9	0.35	0.08	0.02	0.30	0.40	0.10	
10	0.28	0.24	0.34	0.06	0.01	0.11	
11	0.02	0.08	0.16	0.10	0.31	0.42	
12	0.24	0.12	0.19	0.16	0.20	0.01	
13	0.30	0.13	0.08	0.23	0.12	0.05	
X	0.18462	0.171	0.175	0.154	0.166	0.2	0.1713
R	0.340	0.360	0.380	0.390	0.390	0.410	0.3783

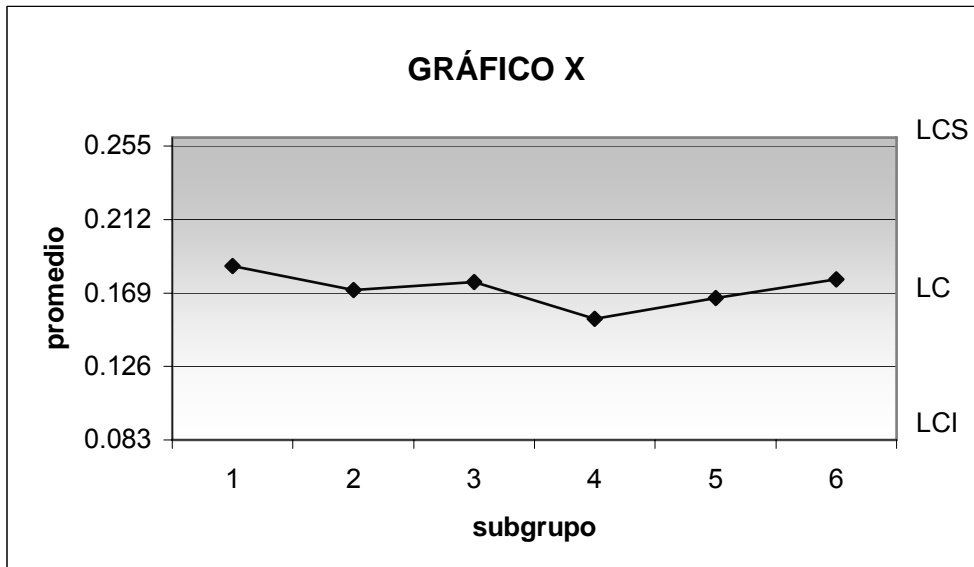
$$LCI = X - A_2R = 0.1713 - 0.249 \cdot 0.3783 = \mathbf{0.077}$$

$$LCC = \mathbf{0.1713}$$

$$LCS = X + A_2R = 0.1713 + 0.249 \cdot 0.3783 = \mathbf{0.265}$$

Como se puede observar en el gráfico de la figura 18, los datos se mantienen dentro de los límites de control, lo que significa que el corte de piezas se ha mantenido dentro de los límites de tolerancia.

Figura 18. Gráfico de medias, variación encontrada en piezas defectuosas.



3.4 Control de calidad en el producto terminado

A cada paquete terminado se le coloca un sello que identifica a los paquetes que se han inspeccionado correctamente y que tienen las piezas completas. Un auditor de calidad ayuda a los bajadores o empacadores a colocar los bloques de piezas que tienen el sello respectivo, en las jaulas para poder ser trasladados al área de costura.

3.4.1 Método de prueba para producto terminado

Se realizará una inspección basada en un muestreo simple de aceptación o rechazo de piezas. Cada bulto o paquete cortado de una COR forma parte de un lote, se seguirá el mismo procedimiento utilizado en la recepción de rollos.

Dependiendo del número de paquetes que contenga el lote, se tomará una muestra para realizar una inspección al 100% de la misma. El paquete será revisado rápidamente, con el fin de asegurarse de que no contenga piezas marcadas (defectuosas) en el caso de encontrar éstas, serán extraídas inmediatamente y reemplazadas por nuevas.

La inspección de calidad del producto terminado es más sencilla que en los procesos anteriores, debido a que la mayor parte de control de calidad se realiza durante el proceso de recepción de materia prima y producción.

3.4.2 Elaboración de gráfico de control

Para controlar el producto terminado se realiza una inspección a los paquetes cortados para analizar el número de piezas defectuosas por paquete. Se revisa un total de 20 paquetes que tienen piezas defectuosas, el número de lienzos o piezas de cada paquete es variable; en la tabla VIII se presenta la información describiendo el número de piezas defectuosas por paquete.

Tabla VIII. Datos para la realización del gráfico P para muestras variables.

Paquetes inspeccionados	lienzos por paquete n	# no conformes	Proporción de no conforme	LCS	LCC	LCI
1	55	3	0.055	0.149	0.056	-0.037
2	45	1	0.022	0.159	0.056	-0.047
3	35	5	0.143	0.173	0.056	-0.061
4	36	2	0.056	0.171	0.056	-0.059
5	38	3	0.079	0.168	0.056	-0.056
6	56	1	0.018	0.148	0.056	-0.036
7	39	2	0.051	0.167	0.056	-0.054
8	48	3	0.063	0.156	0.056	-0.044
9	56	4	0.071	0.148	0.056	-0.036
10	45	1	0.022	0.159	0.056	-0.047
11	50	1	0.020	0.154	0.056	-0.042
12	38	2	0.053	0.168	0.056	-0.056
13	55	4	0.073	0.149	0.056	-0.037
14	45	3	0.067	0.159	0.056	-0.047
15	38	1	0.026	0.168	0.056	-0.056
16	36	2	0.056	0.171	0.056	-0.059
17	40	2	0.050	0.165	0.056	-0.053
18	52	5	0.096	0.152	0.056	-0.040
19	36	3	0.083	0.171	0.056	-0.059
20	48	2	0.042	0.156	0.056	-0.044
Total	891	50				

Fórmulas utilizadas

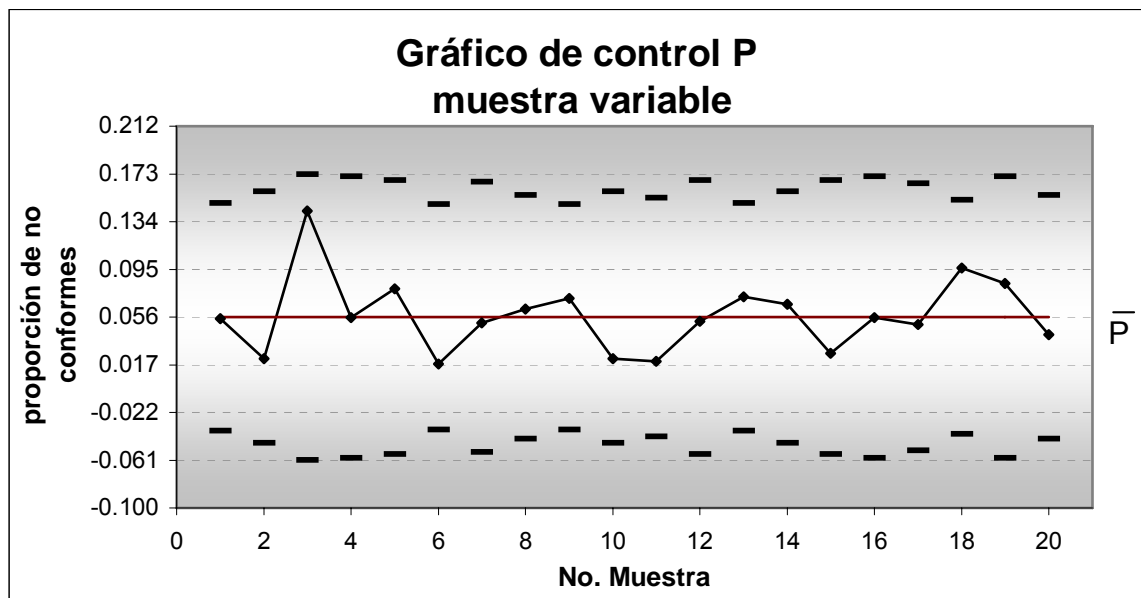
$$\bar{P} = \frac{\text{Total de no conformes}}{\text{Total de inspecciones}} = 50/891 = \mathbf{0.056}$$

$$\mathbf{LCS} = \bar{P} + 3 \sqrt{\bar{P} (1 - P)/n}$$

$$\mathbf{LCI} = \bar{P} - 3 \sqrt{\bar{P} (1 - P)/n}$$

El gráfico a analizar en este proceso de inspección es el gráfico P para muestras variables. Los límites se calculan mediante las fórmulas descritas anteriormente y los resultados se presentan en la tabla VIII, con esta información se crea el gráfico de la figura 19.

Figura 19. Gráfico P de muestras variable para el análisis de piezas defectuosas dentro de los paquetes cortados.



3.4.3 Análisis de gráfico de control

A través del gráfico anterior se analiza la información obtenida mediante la inspección realizada a determinado número de paquetes de piezas cortadas. Como se puede observar la línea que une los puntos que representan el LCC de cada muestra no se alejan de la línea de control central de toda la inspección que es de 0.056. Esto significa que el proceso se encuentra bajo control o que el número de piezas defectuosas encontradas no sobrepasa el nivel aceptable de las mismas.

Los gráficos realizados en este capítulo deben ser realizados por la gerencia de calidad para comprobar que todo el proceso de producción marcha bien o esta bajo control.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

4.1 Aplicación del plan de control

El plan de control diseñado en el capítulo anterior se describe en esta sección realizando una prueba piloto para la inspección y análisis de calidad de los procesos.

4.1.1 Prueba piloto

Para la prueba piloto del plan, dentro de la variedad de aspectos que son controlables estadísticamente y que representan algún parámetro de calidad solamente se analizarán dos procesos.

El primer proceso donde se aplica el control estadístico de calidad es en la recepción de materia prima. El segundo proceso que se analiza es el de la utilización de la tela.

4.1.2 Aplicación de parámetros y puntos de control

Los parámetros para la realización y análisis de la prueba piloto, así como también los puntos de control en la recepción de telas fueron definidos en el capítulo 3 sección 3.2. A continuación se presenta el desarrollo de cada prueba, con el cual se determinará la utilidad de la implementación del sistema propuesto.

Para la recepción de tela

Para fines de prueba se inspecciona un lote de 120 rollos entregados por determinado proveedor.

- 1) Se establecen los criterios de aceptación basados en la información obtenida: tamaño del lote $N = 120$ rollos de tela. De acuerdo a la tabla I de MIL-STD-105D(norma ABC):

Tamaño de lote	Nivel de inspección general II
91 – 150	F

- 2) Nivel de calidad aceptable 4%

- 3) Con la letra código F, se establece el plan de muestreo basándose en la tabla IV para inspección normal y muestreo sencillo se tiene:

Nivel de calidad aceptable AQL = 4			
Letra código	Tamaño de la muestra	Aceptar	Rechazar
F	20	2	3

De la información anterior se pueden obtener los criterios de aceptación y de muestreo de los lotes siguientes:

- Para cada lote de 120 rollos se obtiene una muestra aleatoria de 20 rollos
- Se acepta el lote si tiene 2 o menos rollos defectuosos
- Se rechaza el lote si tiene si tiene 3 o más defectuosos

Tabla IX. Registro de defectos en rollos de tela.

REGISTRO DE DEFECTOS EN LOS ROLLOS DE TELA						
Proveedor: AVONDALE			Fecha entrada: Octubre 13 de 2005			
No. Rollos: 135			Fecha inspección: Octubre 15 de 2005			
No. Pedido: 652			Tipo de tela: Denim 66 % algodón 34 % poliéster			
Rollo	# Yds.	Yds. Medidas	Yds. Faltante	Def. <	Def. >	Acepta/Rechaza
1	100	100.00	0.00	3	1	Acepta
2	112	111.70	0.30	5	0	Acepta
3	109	108.90	0.10	0	1	Acepta
4	102	102.00	0.00	8	2	Acepta
5	105	105.00	0.00	2	1	Acepta
6	116	115.85	0.15	3	0	Acepta
7	120	117.60	2.40	7	0	Acepta
8	118	116.88	1.12	3	1	Acepta
9	108	108.00	0.00	0	3	Acepta
10	117	114.70	2.30	0	2	Acepta
11	119	118.84	0.16	4	0	Acepta
12	114	114.00	0.00	1	1	Acepta
13	121	120.52	0.48	5	0	Acepta
14	96	94.02	1.98	0	0	Acepta
15	120	116.40	3.60	5	2	Rechaza
16	115	115.00	0.00	0	0	Acepta
17	95	93.40	1.60	6	1	Acepta
18	104	103.54	0.46	7	2	Acepta
19	117	114.95	2.05	2	1	Acepta
20	93	91.80	1.20	7	2	Acepta
Disposición final:		Se rechaza un rollo de tela por tener defectos significativos y un faltante de 3.60 yardas.				
Responsable: _____			Firma: _____			

A través de la tabla IX se presenta un informe detallado del registro de inspección de rollos de tela de determinado pedido. Solamente uno de los rollos es rechazado, lo que significa que el lote completo es aceptado por la empresa.

De igual manera se hace la auditoria de telas en cada una de las entregas de los proveedores, en la tabla X se presenta la información de los lotes inspeccionados mediante el método de muestreo elegido.

Tabla X. Registro de rollos defectuosos de tela.

Numero muestra	Tamaño (n)	Defectuosos np	Fracción (P)
1	20	3	0.15
2	20	2	0.1
3	20	0	0
4	20	0	0
5	20	1	0.05
6	20	0	0
7	20	2	0.1
8	20	0	0
9	20	1	0.05
10	20	3	0.15
11	20	0	0
12	20	0	0
13	20	2	0.1
14	20	1	0.05
15	20	2	0.1

Debido a que la calidad analizada, se hace por medio de atributos el gráfico ideal para analizar la información es P para fracciones defectuosas de tela.

4.1.3 Aplicación de gráficos y diagramas

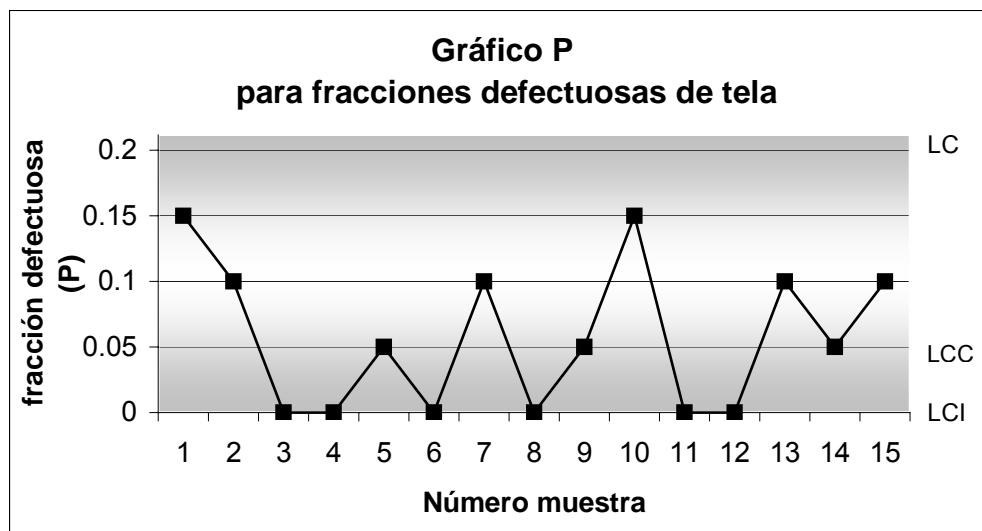
Cálculos para la elaboración del grafico P

$$LCC = \bar{p} = \frac{\text{número total rechazado}}{\text{numero total inspeccionado}} = \frac{17}{300} = \mathbf{0.05667}$$

$$LCS = P + 3\sqrt{P(1-P)/n} = 0.05667 + 3\sqrt{(0.05667(1 - 0.05667)/17)} = \mathbf{0.211763}$$

$$LCI = P - 3\sqrt{P(1-P)/n} = 0.05667 - 3\sqrt{(0.05667(1 - 0.05667)/17)} = \mathbf{-0.09843}$$

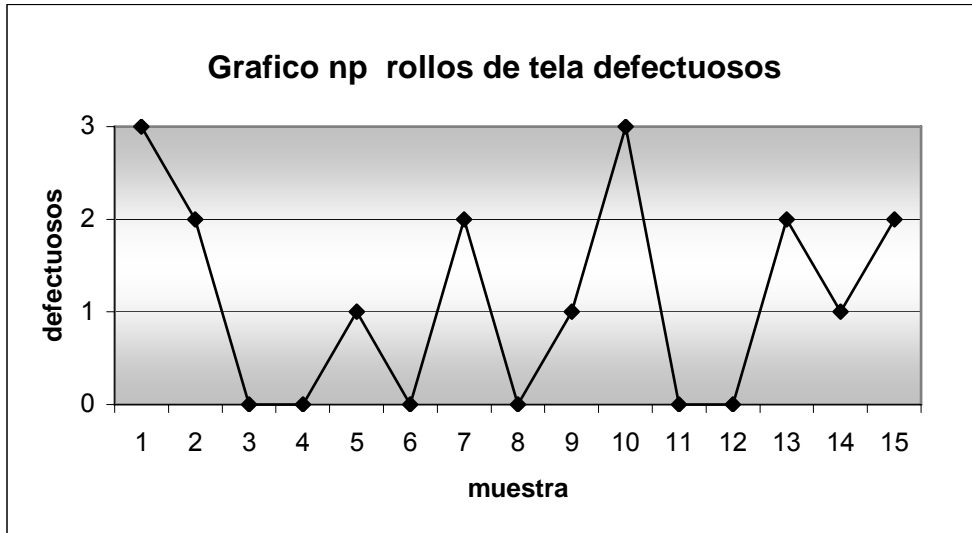
Figura 20. Gráfico de control para fracción rechazada, defecto en Iona.



Análisis del gráfico P para fracciones defectuosas

El gráfico de control por fracciones no conformes de la figura 20, muestra la existencia de rollos defectuosos pero que no rebasan los límites de control, el porcentaje de unidades no conformes se encuentra en su mayoría por debajo del límite de control superior, lo que indica que las entregas de lotes de tela se encuentran bajo control.

Figura 21. Gráfico de control np de rollos rechazados o defectuosos.



El gráfico de la figura 21, básicamente es lo mismo que el gráfico anterior, a diferencia que ésta proporciona información a inspectores que carecen de conocimientos estadísticos; se concluye con base en el gráfico np, que el número de rollos defectuosos por lote se encuentra entre los límites aceptables de control, y mientras los valores se acercan más a 0, se tienen menos rollos defectuosos en cada muestra elegida al azar.

Utilización de tela

En el capítulo 3 se describe el método a utilizar para la señalización de defectos en la tela y la eliminación de empalmes que anteriormente se realizaba desperdiciando grandes cantidades de tela. Con el método propuesto los desperdicios de tela son menores pues desde la inspección de materia prima y tendido se marcan los defectos encontrados evitando quitar la tela que contiene el defecto.

La tabla XI presenta la información recopilada antes de implementar la propuesta para realizar la prueba piloto, como se observa en la tabla la información se basa en 15 órdenes de corte; analizando la tela utilizada, los desperdicios y la tela total consumida. Se presenta además el porcentaje de desperdicio promedio. La tabla XII muestra un análisis de desperdicios después de implementarse el sistema de mejoras para eliminar desperdicios de tela.

Tabla XI. Descripción del consumo de tela antes de implementar mejoras.

Análisis del consumo de telas

Fecha: 9-28 sep. 2005 Analista: Thelma Jeanette Tajiboy

	Orden de corte	Total yds. Tendidas	Desperdicio	Yds. Utilizadas	Desperdicio actual %
1	2287	1562.000	47.3	1609.3	2.94
2	2262	2217.096	66.296	2283.392	2.90
3	2643	2187.416	67.804	2255.22	3.01
4	2232	1008.600	30.75	1039.35	2.96
5	2266	207.774	5.355	213.129	2.51
6	2247	343.602	10.206	353.808	2.88
7	2253	317.040	11.568	328.608	3.52
8	2257	1127.200	33.6	1160.8	2.89
9	2260	1357.300	40.18	1397.48	2.88
10	2268	599.298	17.955	617.253	2.91
11	2670	1389.960	43.796	1433.756	3.05
12	2670	1431.756	36.98	1468.736	2.52
13	2681	481.194	14.706	495.9	2.97
14	2657	1818.700	54.6	1873.3	2.91
15	2675	1303.000	39	1342	2.91
				Promedio	2.92

Tabla XII. Consumo de tela con mejoras implementadas.

Análisis del consumo de telas

Fecha: 5-15 dic. 2005 Analista: Thelma Jeanette Tajiboy

	Orden de corte	Total yds. Tendidas	Desperdicio	Yds. Utilizadas	Desperdicio actual %
1	2724	1869	9.93	1878.93	0.53
2	2722	1605.6	7.386	1612.986	0.46
3	2714	1142.4	13.044	1155.444	1.13
4	2799	78.79	2.435	81.225	3.00
5	2752	1616.69	17.862	1634.552	1.09
6	2755	1412.18	6.601	1418.781	0.47
7	2746	356.6	4.288	360.888	1.19
8	2734	176.8	4.52	181.32	2.49
9	2751	749.84	9.171	759.011	1.21
10	2749	925.16	4.035	929.195	0.43
11	2742	368.64	3.627	372.267	0.97
12	2747	613.4	9.434	622.834	1.51
13	2715	676.49	9.079	685.569	1.32
14	2743	1251.32	5.205	1256.525	0.41
15	2749	1129.88	8.421	1138.301	0.74
				Promedio	1.13

4.1.4 Análisis y discusión de resultados

La prueba en la recepción de materia prima demuestra que los proveedores trabajan con un control de calidad bastante alto en la entrega de rollos de tela. Con el análisis realizado se determina que cada lote de tela contiene un número de rollos considerados defectuosos por la empresa, mínimo que no sobrepasa el nivel de aceptación máximo de 2 rollos por lote.

En el análisis de los desperdicios de tela en la tabla XI, muestra un % promedio de desperdicio de 2.92 %, dato bastante significativo tomando en cuenta que se desea eliminar completamente los desperdicios de tela.

Como se puede observar en la tabla XII los desperdicios han disminuido bastante en comparación con el dato anterior, ahora el porcentaje promedio de desperdicios es de 1.13%, disminuyendo en 1.79 %. Éste nuevo % es de mucha importancia pues se demuestra que con más atención en la inspección de tela y menos empalmes se reduce el número de yardas de tela desperdiciadas. La implementación del sistema de calidad en la inspección de rollos y tendido de los mismos logra una mejora que disminuye los costos por la ausencia de calidad.

4.2 Nivel académico de los operarios

El recurso humano es el elemento más importante dentro de cualquier empresa, ya que de este depende el éxito y desempeño eficiente. Es importante que los operarios que laboran sean aptos para desempeñar eficientemente los procesos de fabricación.

Dentro de la planta de corte se encuentran distintos tipos de operarios, clasificándolos por el tipo de trabajo que realizan de la siguiente manera:

- Supervisores
- Operarios de máquinas
- Operarios manuales
- Auditores de calidad

Supervisores

Los supervisores son personas con conocimientos generales sobre las operaciones que tienen a su cargo como por ejemplo manejar las máquinas, tener capacidad para dirigir operarios, etc.

Nivel académico. Para el puesto de supervisores es necesario que las personas hayan cursado como mínimo el sexto grado de educación primaria, pues se necesita que conozcan y realicen las operaciones matemáticas básicas fundamentales para llenar los formularios correctamente, y así les sea más fácil controlar la producción.

Operarios de máquinas

Son las personas que manejan las máquinas para el corte de piezas. En este caso solamente son los cortadores los que tienen a su cargo una máquina.

Nivel académico. Para los operarios de máquinas, es importante que tengan como mínimo el sexto grado de primaria, ya que durante el proceso se necesita de cálculos básicos de matemática.

Operarios manuales

Se clasifican a todos aquellos operarios que no utilizan máquinas para realizar su trabajo, éstos son: tendedores, azoradores, ayudantes, etc.

Nivel académico. Para los operarios manuales es necesario como mínimo un tercer año de educación primaria, para las operaciones de tendido, azorado, bajado, etc.

Audidores de calidad

Estas son las personas que inspeccionan la calidad en cada operación del proceso de corte.

Nivel académico. La escolaridad de éste nivel es importante ya que los informes de control de calidad son de mucha importancia para la satisfacción del cliente interno y garantizan que no habrán reprocesos por piezas defectuosas, por lo que se considera, como mínimo, un segundo grado de educación básica.

4.2.1 Habilidades y experiencia del personal que efectúa el control de calidad

En esta sección se analiza el conocimiento, la habilidad y la experiencia que debe tener el personal que tiene a su cargo la inspección de la calidad de la producción.

Conocimiento y experiencia

La experiencia y conocimiento de un inspector de calidad está a cargo de la empresa, ya que ésta se encarga de adiestrarlos con base en los puntos de calidad que desea analizar, y el grado riguroso de inspección que quiere aplicar a sus productos; por lo que los conocimientos y experiencia son necesarios, pero no indispensables para éste tipo de operarios.

Un procedimiento de capacitación para inspectores de calidad, consiste básicamente en lo siguiente:

- Indicar al inspector la frecuencia del muestro, el cual se realiza en una tabla, de manera que el inspector encuentre la información rápida para poder extraer una muestra de un determinado lote.
- Indicar la clase de inspección que realizará, ya sea rigurosa, reducida o normal.

Habilidad

Cuando se habla de la habilidad de un inspector, se refiere al grado de agudeza visual y exigencia que éste tenga y a la rapidez de inspeccionar, analizar y reportar las piezas.

Responsabilidades

Auditor de rollos de tela

- Inspeccionar el debido porcentaje de los lotes de rollos de tela
- Realizar el reporte de inspección por puntos de rollos de tela

Encargado de caja de tonalidades

- Revisar después de la auditoria de rollos de tela, una muestra de tela de cada rollo para certificar la tonalidad en la tela
- Verificar la cantidad de cambios de tonalidad

Auditor de tendido de tela

- Auditar la calidad en el proceso de tendido
- Verificar el informe de tendido y chequear el código de los rollos en el proceso

- Realizar el conteo de lienzos y verificar si la cantidad es igual a la reportada
- Revisar el proceso de tendido y cumplimiento de tolerancias para evitar abultamientos en tela que perjudiquen el corte
- Establecer el tiempo de relajamiento de la tela en el proceso de tendido

Auditor de corte de tela

- Auditar el proceso de corte de tela
- Inspeccionar el trazo antes y después de colocarlo sobre el tendido
- Verificar la numeración correcta de cada talla según lo indique el orden de corte en el trazo
- Revisar que el grupo de cortadores asignados cumpla con las medidas de seguridad
- Velar por la integridad del corte al ser depositados en las jaulas
- Inspeccionar el reporte de corte para verificar el estilo, orden de corte y color asignado

Auditor de azorado

- Elaborar el reporte de calidad de corte y enviarlo al departamento de documentación
- Obtener los patrones originales y chequear que el material cortado cumpla con las medidas y tolerancias asignadas a cada talla de determinado estilo
- Verificar que la numeración colocada a cada pieza sea la correcta según el número de orden de corte, la talla y el número correlativo para la misma

4.2.2 Habilidades y experiencia de los supervisores de calidad

Este nivel de empleados debe contar con un conocimiento más amplio que el de los inspectores. Los supervisores tienen más responsabilidades por lo que deben poseer mayor experiencia y habilidades.

Conocimiento y experiencia

Los conocimientos que deben tener los supervisores por lo general son el conjunto de los conocimientos que tiene cada tipo de operario. Deben conocer con amplitud el tipo y la utilización de la maquinaria necesaria en los procesos de producción, así como también deben tener experiencia en cada operación que conlleva el corte de tela.

Responsabilidades

Gerente del departamento de calidad de corte

- Velar por la calidad desde que los rollos de tela ingresan a la empresa hasta que el material es entregado a la línea de costura
- Revisar la realización de auditorías de calidad dentro del proceso de la sala de corte
- Verificar la corrección o solución para cada problema de calidad

Supervisor de tendido

- Cumplir con la demanda de tendido
- Supervisión de tendedores, ayudantes y bajadores de trabajo
- Coordinar asignación de parejas de tendido por mesa

- Revisión y entrega de reportes de tendido
- Aseguramiento de la calidad del tendido y el cumplimiento del tiempo de relajamiento de la tela.

Supervisor de cortadores

- Llevar el control de cortes por mesa
- Organizar, dirigir y controlar grupos de cortadores
- Supervisar el proceso de corte
- Medir eficiencias verificando tiempos de operación
- Mantener seguro al personal, mediante la revisión de la maquinaria y el uso adecuado del equipo para protección personal

4.3 Adiestrar y concientizar al personal sobre la calidad

El papel de los seres humanos en el trabajo ha cambiado a través de los siglos, ya que el impacto de la calidad en la actualidad crea cambios en la estructura emocional de los seres humanos, y esto lleva a un cambio en la conducta de los operarios.

Muchas veces, la conducta de los operarios en lo que respecta a calidad es rebeldía; piensan que el trabajo con calidad, es trabajar bajo presión, lo que conlleva a sinnúmero de problemas que distorsionan el objetivo de la empresa de producir con calidad, ya que los objetivos se tienen que alcanzar con la ayuda de los operarios de la planta. Se necesita de una educación continua, para que el operario identifique la necesidad de mejorar su trabajo, y con ello mejorar su vida.

Para comenzar el adiestramiento, es conveniente conocer individualmente a todos los miembros del personal, hay que verlos, no sólo como un conjunto de empleados de la empresa sino como seres humanos con sus propias finalidades, aspiraciones y ambiciones.

Una forma efectiva de involucrar a los empleados es realizando círculos de calidad, los que deben hacerse en forma voluntaria. Si se le brinda a cada empleado la información pertinente acerca de la importancia que tiene ésta actividad para el mejoramiento de un proceso y, por consiguiente, para él como individuo es posible crear una participación voluntaria, pero en forma masiva para todos los miembros de la empresa.

La participación de todos los individuos que laboran en la empresa, en el logro de la calidad deseada es importante debido a que un sistema de control de calidad por sí solo no determina la calidad de los productos, ya que los operarios implementan y logran el éxito de las actividades planificadas. Se ha determinado que siempre existe una natural resistencia al cambio en toda la empresa, por lo que se debe motivar y dar participación a todo nivel, al fin de hacer coparticipe a cada individuo para que adquiera compromiso y conciencia de la calidad, así se lograra la total satisfacción del cliente.

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Mejoramiento continuo en el proceso

El mejoramiento continuo de un proceso implica personas, materiales, maquinaria y métodos los cuales en conjunto dan forma a un producto.

Cuando se implementa un cambio en determinada operación es necesario que continuamente se analice el proceso, con el fin de asegurar la satisfacción del cliente en cuanto a sus necesidades y expectativas. Esto implica que al analizar el proceso se utilizan herramientas que permitan recopilar información y que las mismas sean utilizadas para la toma de decisiones. Con la aplicación de las herramientas para el mejoramiento de la calidad se puedan definir problemas en una forma clara, establecer prioridades en la solución de los mismos, analizarlos para detectar sus causas, recabar información útil, identificar e implantar las soluciones necesarias para corregir los problemas.

5.1.1 Círculo de mejoramiento de Deming

El círculo de mejoramiento de Deming es una herramienta que se utiliza para controlar y mejorar la calidad en un proceso de producción. El círculo lo conforman cuatro pasos importantes ordenados con una secuencia lógica para el análisis de la situación que se desea mejorar. Estos pasos son:

5.1.1.1 Planear

Entender las brechas entre el estado presente y el deseado, establecer prioridades y desarrollar un plan de acción.

La idea básica de la estrategia o plan para mejorar la calidad de corte, es que cada falla tiene una causa de origen, que tales causas se pueden prevenir y que es mas barato hacerlo.

En la etapa de la planeación se debe:

- Seleccionar el proyecto
- Definir el problema
- Establecer objetivos del proyecto
- Preparar un programa
- Buscar las causas
- Elegir acciones correctivas

Con base en lo anterior, se propone la siguiente estrategia:

1. Reducir los costos por fallas mediante la solución de problemas
2. Invertir en las actividades preventivas
3. Disminuir los costos de valuación cuando sea factible y con bases estadísticas
4. Evaluar y enmendar continuamente los esfuerzos de prevención a fin de mejorar aun más la calidad

Una vez, que mediante técnicas de análisis, se sabe cual es el área donde hay que efectuar un problema, se organiza un equipo de proyecto.

5.1.1.2 Hacer

En ésta etapa, los encargados o supervisores que necesitan dar solución a un problema necesitan:

- Implementar los cambios y recolectar información basada en resultados reales
- Poner en práctica la acción correctiva de acuerdo a un programa de pruebas
- Capacitar al personal
- Manejar la resistencia al cambio
- Controlar y evaluar la acción correctiva

Los objetivos generales del mejoramiento de la calidad para todos los empleados de la empresa serán:

1. Crear un sentido de responsabilidad por la participación activa en el logro de mejoras.
2. Desarrollar las actividades necesarias para llevar a cabo las mejores propuestas.
3. Crear el hábito de lograr mejoras continuamente.

El programa se diseñará e implementará en los diversos departamentos, contando con la participación del personal de operaciones, pasando por las áreas de funciones, hasta abarcar todos los niveles de la empresa.

Al personal de operaciones se le debe animar a que ellos mismos se fijen metas u objetivos para la calidad. La gerencia deberá apoyar estas metas proporcionando capacitación, proyectos, recursos, etc.

5.1.1.3 Verificar

En la etapa anterior se realizan los proyectos para mejorar la calidad en determinado proceso, en ésta etapa se debe evaluar los programas para determinar si son o no factibles. La verificación se realiza mediante se implementa el sistema propuesto.

En ésta etapa se debe:

- Observar los efectos
- Analizar la información
- Confirmar la eficacia de la acción
- Analizar los resultados
- Precisar los problemas
- Determinar si el plan esta funcionando correctamente o hay otras oportunidades de mejora

5.1.1.4 Actuar

En ésta etapa los supervisores deben:

- Estudiar los resultados
- Rediseñar los sistemas
- Registrar la actividad de mejoramiento
- Cambiar los estándares
- Reentrenar en caso necesario
- Poner en práctica de manera continua
- Instituir control y asegurarse que se mantenga en el nivel adecuado de desempeño.

El primer paso en la implementación de un programa de calidad consiste en decidir si dicho programa beneficiará a la empresa.

Las empresas que cuentan con recursos limitados, deben tener presente que el tiempo que tarde la implementación y los gastos implicados pueden resultar excesivos, en éste caso es conveniente concentrarse en un elemento de medición como los desechos o fallas externas de fácil valoración.

5.2 Desarrollo del recurso humano

El recurso humano es el elemento más importante en cualquier empresa. Es quien lleva a cabo cada etapa del proceso, y si no tiene conciencia sobre la importancia de mejorar la calidad, así como de todas sus implicaciones, no podrá lograrse el objetivo de establecer exitosamente un plan de control de calidad.

La capacitación no debe restringirse al departamento de control de calidad de piezas o, en caso no exista éste departamento, a las personas que realizan las tareas de verificación de la calidad. Debe capacitarse a todo el personal de la empresa sobre las herramientas que se utilizarán para llevar a cabo esta labor, tales como los formatos de toma de datos a utilizarse en cada etapa del proceso, la manera de elaborar los gráficos de control, así como la forma correcta de tomar los datos. Cuando todo el recurso humano de la empresa se encuentra informado acerca de los beneficios de la aplicación del plan de control de calidad, se generara una actitud positiva hacia él mismo, además de que los empleados seguramente encontrarán fallas en el plan y presentarán una propuesta de mejora, generando una correcta retroalimentación.

Aparte de esto no debe olvidarse que las prácticas de calidad cambiarán con el tiempo, así como la mano de obra es variable en el tiempo, con lo cual no basta con dar una capacitación inicial al momento de implantar el sistema, sino que es necesario dar capacitación de mantenimiento, es decir, capacitación para las personas que son de reciente ingreso para la empresa, y también para los empleados que cambien de puesto y éste requiera nuevos conocimientos sobre el plan de calidad.

Los principales temas a tratar en un curso de capacitación sobre control de calidad son:

- Definiciones sobre control de calidad
- Definición de la calidad
- Costos de calidad
- Diagramas de proceso
- Control estadístico de la calidad
- Gráficos de control (por atributos y por variables)
- Muestro de aceptación
- Conceptos estadísticos

Y luego, para finalizar, debe darse a conocer el sistema de control de calidad de la empresa:

- Variables a controlar
- Procedimiento de inspección
- Procedimiento de rechazo
- Utilización de los formatos de toma de datos

5.3 Buenas prácticas de manufactura

Representan hoy un elemento primordial para el aseguramiento de la calidad y constituyen el prerrequisito junto con los Procedimientos Operativos Estándar de Saneamiento (SSOPs) para la implementación del Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (HACCP), así como también el punto de partida para aplicar las normas ISO o de Gestión Total de Calidad (TQM). Las BPM pueden aplicarse en todo tipo de establecimiento en el que se realice alguna de estas actividades: elaboración, faena, fraccionamiento, almacenamiento, transporte de alimentos elaborados o industrializados. Esto no significa que no pueda aplicarse a la industria textil, por lo contrario puede aplicarse y así mejorar la producción.

Por ello un adecuado programa de BPM debería incluir procedimientos relativos a:

- Estructura edilicia
- Condiciones higiénico-sanitarias del establecimiento
- Higiene del personal
- Control del proceso de elaboración
- Materias primas
- Almacenamiento y transporte del producto final
- Control de plagas

5.3.1 Condiciones sanitarias del establecimiento

Se sugiere que los establecimientos estén ubicados en una zona libre de inundaciones, humos, gases, polvos y radiaciones, alejada de zonas urbanas; con vías de fácil acceso, pavimentadas, con desagües y que permitan el tránsito de camiones.

Aspectos importantes:

- La construcción debe ser sólida, con iluminación natural y/o artificial y buena ventilación
- Los materiales no deben ser contaminantes
- Los espacios deben ser amplios, suficientes para realizar las operaciones
- Debe existir separación entre las áreas de ingreso de materia prima y de salida del producto final.
- En el diseño de la planta se debe tener en cuenta el equipamiento necesario para la actividad a realizar
- Se deberá implementar un plan de saneamiento y lucha contra plagas, el cual debe ser controlado periódicamente.

Consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo:

Mejoramiento del alumbrado

El nivel de iluminación que se requiere depende de la clase de trabajo que se realice en un área determinada. Para obtener un buen alumbrado es necesario:

- Reducir el deslumbramiento instalando el número adecuado de fuentes de luz
- Utilizar lámparas incandescentes
- Lograr una aproximación a la luz blanca
- La eliminación de toda sombra proporcionando el nivel correcto de iluminación

- Emplear el alumbrado más eficiente que proporcione la calidad y cantidad de luz deseada en el sitio de trabajo

Control de la temperatura

La temperatura debe regularse de manera que permanezca entre unos 18° y 24°C durante todo el año. Si puede mantenerse este nivel, la pérdidas y retrasos por exceso de calor o de frío como calambres, fatiga y alteración de la destreza manual, se reducirán al mínimo.

Ventilación adecuada

Los gases, vapores, humos, polvos y toda clase de olores causan fatiga que aminora la eficiencia física de un trabajador, y suele ocasionar tensiones mentales. Éstas condiciones elevan la temperatura del cuerpo y producen una lenta recuperación después de las labores, dando por resultado una fatiga considerable, por lo que es importante mantener una ventilación adecuada. Esto puede lograrse mediante sistemas de escape o extracción, dispositivos humedecedores o de absorción y la protección completa del personal por medio de equipo individual de respiración.

Control de ruido

Todos los ruidos intermitentes o constantes tienden a excitar emocionalmente al trabajador, alterando su estado de ánimo y dificultando que realice un trabajo de precisión. Controversias, conflictos personales y otras formas de mala conducta entre los obreros, pueden ser atribuidos con frecuencia a ruidos perturbadores. Para contrarrestar el ruido los operarios deben utilizar tapones en los oídos si el nivel de ruido es bastante alto.

5.3.2 Higiene del establecimiento

Un buen programa de cuidado y conservación en industrias tiene por objeto:

1. disminuirá los peligros de incendios
2. reducirá los accidentes
3. conservara el espacio de trabajo
4. mejorara el ánimo del personal

Las estadísticas de los accidentes industriales indican que un gran porcentaje de accidentes es el resultado de un cuidado deficiente del local en que se trabaja.

5.4 Programa de seguridad o precaución

El programa de seguridad industrial tiene como objetivo incorporar a la empresa en un trabajo permanente de análisis, diagnóstico e implementación de programas de acción, con el fin de proteger al trabajador contra riesgos de accidentes laborales.

La seguridad en el trabajo es el conjunto de técnicas y procedimientos que pretenden eliminar ó disminuir el riesgo de que se produzcan lesiones en el entorno de trabajo.

La prevención de los riesgos laborales se realiza mediante técnicas que se aplican para determinar los peligros relacionados con tareas, el personal que las ejecuta, personas involucradas, equipos y materiales que se utilizan y el ambiente donde se ejecuta el trabajo.

5.4.1 Análisis del trabajo

Es necesario analizar el sitio de trabajo para cerciorarse de que los empleados no corran ningún riesgo de sufrir un accidente.

5.4.2 Identificación de peligros

Ésta etapa tiene por objetivo identificar los posibles eventos no deseados que pueden conducir a la evidencia de un peligro a fin de definirse las hipótesis que podrán acarrear consecuencias significativas.

Por tanto, deben emplearse técnicas específicas para la identificación de los peligros, entre las cuales es importante mencionar:

- Listas de verificación
- Análisis preliminar de peligros
- Análisis de modos de fallas y efectos
- Estudio de peligros y operabilidad

Con relación al ser humano, los datos de confiabilidad o de probabilidades de fallas, deben utilizarse con mucha cautela porque existen muchos factores que influyen en este proceso, tales como:

- Tipos de fallas
- Condiciones ambientales
- Características de los sistemas involucrados
- Tipos de actividades u operaciones realizadas
- Capacitación de las personas involucradas
- Motivación

- Disponibilidad de normas de calidad y procedimientos operacionales
- Tiempo disponible para la ejecución de tareas.

Un factor que se debe considerar en el análisis es el error humano durante la realización de una determinada operación, sobre todo los errores de mantenimiento, a causa de los cuales ocurre casi el 60 a 80% de los accidentes mayores que involucran al error humano.

Protección de los puntos de peligro como sitios de corte y transmisión de movimiento

Los medios de salvaguarda deben estar correctamente diseñados para que den la protección adecuada sin estorbar la producción. Los requisitos de salvaguarda apropiados son:

- Proteger efectivamente al trabajador
- Permitir la operación normal de la maquinaria o sistema en igual o mayor grado que el existente antes de la instalación de la guarda
- Permitir el mantenimiento normal de las máquinas o sistemas

Los trabajadores industriales se dan perfecta cuenta de que toda maquinaria o equipo que carece de la debida protección es peligroso. Si se les expone a estas situaciones de trabajo, habrá una tendencia natural a laborar con el menor esfuerzo posible como medida de precaución. Además, toda empresa industrial que escatime gastos razonables para librar un peligro visible a sus empleados, no puede esperar tampoco una completa cooperación de parte de ellos.

Dotación del equipo necesario de protección personal

Debido a la naturaleza de la operación o a consideraciones económicas, o a ambos factores, no es siempre posible eliminar ciertos peligros por cambios de métodos, equipo y herramientas. Cuando éste sea el caso, a menudo puede protegerse totalmente un operario mediante el equipo de protección personal. Éste equipo comprende gafas o anteojos, delantales, chaquetas especiales, guantes metálicos para los cortadores, equipo respiratorio o mascarillas.

Los trabajadores deben ser instruidos acerca de la importancia de utilizar el equipo de protección especificado y desarrollar en ellos el convencimiento deseado de no apartarse del uso de lo prescrito para tal equipo. Su cumplimiento debe ser una condición para permanecer en el empleo.

Organizar un programa adecuado de primeros auxilios

El más adelantado programa de seguridad industrial no será capaz de eliminar por completo todos los accidentes y daños. Para atender adecuadamente todos los casos de lesión que pudieran presentarse, es esencial un programa de primeros auxilios bien formulado. Este medio comprenderá la instrucción y la difusión de sus normas de manera que todos los trabajadores se den cuenta del peligro de una infección.

Debe establecerse un procedimiento completo a seguir en caso de accidente, con instrucciones adecuadas para todos los niveles de supervisión. Debe existir además un dispensario de primeros auxilios bien equipado para atender a personas lesionadas o enfermas, hasta que se disponga de la atención médica necesaria.

5.4.3 Limpieza y cuidado del área de trabajo

Desde la perspectiva y con el instrumental de las diversas disciplinas que influyen en el área de la prevención de los accidentes y de las enfermedades profesionales, pueden instruirse desde temprana edad a todas las personas, al uso de técnicas y mecanismos para mantener en buen estado el área de trabajo. La limpieza del lugar donde se realizan las tareas de tendido corte y azorado, es muy importante para conservar en perfectas condiciones el área y equipo de trabajo.

Las personas encargadas de la limpieza deberán realizar su trabajo evitando incomodar a los operarios. El trabajo de limpieza se lleva a cabo antes, durante y después de realizar el trabajo, debido a que el corte de tela provoca muchos residuos de tela que contaminan el ambiente. Se debe tener claro que la limpieza no está bajo la responsabilidad solamente de un grupo de personas, sino más bien, está a cargo de toda la gente que labora en la planta pues, cada operario es responsable de colocar los desperdicios en su sitio.

CONCLUSIONES

1. Para controlar la calidad en el corte de tela es importante planear y diseñar un sistema de evaluación, de ésta manera, se puede facilitar la utilización de un método de elevación de la calidad en los procesos.
2. Lograr la calidad en el corte de piezas para la confección de pantalones de lona es de vital importancia para la presentación del producto final, es por ello que se deben poner en práctica todas las herramientas posibles para evaluar, controlar y mejorar la calidad.
3. Entre las herramientas más importantes utilizadas para el control de calidad están: el gráfico de Pareto, la hoja de inspección, diagramas de causa y efecto, de flujo de operaciones y de control.
4. Para lograr un plan de control es necesario conocer a profundidad cada aspecto de las operaciones que conforman el proceso de corte, con el análisis de las operaciones se determina dónde es necesario involucrar una inspección de calidad.
5. Un punto importante para realizar una inspección es en la recepción de telas, por lo que se hace un muestreo para determinar si cada lote de tela que ingresa cumple con los niveles de aceptación.
6. El auditor debe reconocer los aspectos importantes para rechazar un rollo de tela, éstos son: venas de hilo en el tejido, uniones en la tela, roturas, manchas y cualquier defecto que perjudique la apariencia de la tela.

7. En el tendido se inspecciona el marker, la tonalidad de la tela, defectos en tela, tendido adecuado, en el corte se observa que paquetes se corten adecuadamente de acuerdo al patrón, y, en el azorado se asegura que no existan piezas defectuosas y que el etiquetado de las mismas sea correcto.
8. La utilización de técnicas estadísticas para el control de calidad pueden ayudar significativamente a detectar problemas de calidad, pues éstas muestran la variación de los procesos, exponen así diferencias con respecto a los estándares preestablecidos.
9. Con las herramientas de control utilizadas en la implementación del sistema de control de calidad, se observan debilidades de control durante el proceso de corte y a través de la recolección de datos y construcción de gráficos de control se determinaron las mejoras logradas a través de la inspección de calidad diseñada.
10. Al implementar el sistema de control, se determinan las fallas en calidad, se aseguran las causas y se propondrán soluciones, así como reducir los costos por devolución, reproceso, desperdicio y el uso doble de recursos humanos, con ello la empresa podrá incrementar sus niveles de calidad y mantenerse en el mercado.
11. La seguridad en el trabajo es muy importante, a través de un programa de seguridad industrial los operarios y el personal en general se sienten más seguros en las instalaciones de la planta, lo cual se refleja en la producción.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario para hacer un estudio de control de calidad en una empresa de producción, conocer a fondo cada una de las operaciones del proceso para determinar dónde se encuentran los puntos críticos de la calidad y, de ésta manera, poder hallar las soluciones y/o la disminución de los mismos.
2. En actividades donde se encuentra un número grande de variaciones en los procesos es preciso establecer un método estable para realizar el trabajo, pues, de otra forma, el estudio o medición de actividades no será el más efectivo y, generalmente, por este motivo se incurre en errores que pueden ser perjudiciales para la empresa.
3. En una empresa industrial, realizar un proyecto de gran magnitud tiene una desventaja a la hora de realizar un estudio de cualquier tipo, pues, es necesario abarcar todos los componentes en el proceso para, así, determinar las actividades esenciales del proceso de producción y es importante contar con el apoyo de determinadas autoridades involucradas en dichos procesos.
4. Cuando se trata de actividades con un gran número de variables en los procesos, una forma de comprender y realizar un estudio con mayor precisión es agenciarse de suficiente documentación para encontrar un método estándar de producción y, de ésta manera, trabajar con mayor facilidad comprendiendo los procesos a plenitud e implantando mejoras que sean realmente productivas.

5. Las técnicas utilizadas en los planes de muestreo de aceptación y rechazo generan grandes ahorros, como por ejemplo, el de sustituir una inspección al 100%, con base en estos planes se puede realizar una inspección a materiales y en diversos puntos del proceso.

6. Al implementar el sistema de control es necesario introducir el cambio de forma adecuada, ya que, de lo contrario, la resistencia encontrada en la empresa puede hacer que el sistema fracase aunque éste sea efectivo. Las operaciones administrativas que la organización necesita para completar la misión de calidad influyen: finanzas, recursos humanos, capacitación, etc.

7. La importancia de capacitar a los inspectores de calidad sobre las técnicas estadísticas de inspección y muestreo, así como establecer procedimientos para realizar dichas inspecciones en las estaciones diseñadas, es grande para lograr la excelencia en los productos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Besterfield, Dale H. **Control de Calidad.** 4ª ed. México. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1995. 508 pp.
2. Douglas C. Montgomery. **Control Estadístico de la Calidad.** México, D.F. Grupo Editorial Iberoamericana. 1991. 650 pp.
3. Feigenbaum, Armand B. **Control Total de la Calidad.** 1ra. ed. México DF. Compañía Editorial Continental, S.A. de CV, 1986. 871 pp.
4. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad.** Edición revisada. México: editorial McGraw-Hill, 201. 401 pp.
5. Pocasangre Barquero, Jaime Antonio. **Técnicas para mejorar la calidad en una empresa.** Tesis Ing. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1984. 126 pp.

ANEXOS

Tabla XIII. Factores para determinar los límites de control.

Tabla C Factores para determinar los límites de control 3-sigma de los gráficos de \bar{X} y R a partir de \bar{R}

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

Límite de control superior para $\bar{X} = UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$
 Límite de control inferior para $\bar{X} = LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

(Si se emplea un valor especificado de \bar{X} ' en vez de $\bar{\bar{X}}$ como línea central del gráfico de control, debe substituirse $\bar{\bar{X}}$ por \bar{X} ' en las fórmulas anteriores.)

Límite de control superior para $R = UCL_R = D_4 \bar{R}$
 Límite de control inferior para $R = LCL_R = D_3 \bar{R}$

Todos los factores de la tabla C se basan en una distribución normal.

Fuente: Control Estadístico de la Calidad. Douglas C. Montgomery, pg. 632

Tabla XIV. Letras código que determinan el tamaño de la muestra.

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

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

Fuente: Control Estadístico de la Calidad. Douglas C. Montgomery, pg. 640.

Tabla XV. Tabla para la inspección normal, muestreo simple.

Niveles de calidad aceptable (inspección normal)

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

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

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

Fuente: Control Estadístico de la Calidad. Douglas C. Montgomery, pg. 641.