



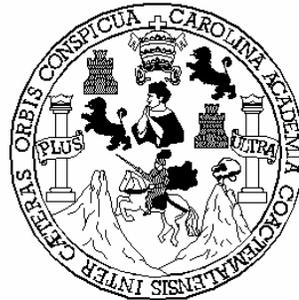
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL DEPARTAMENTO DE ESPONJA EN LA EMPRESA DIVECO, S.A.

**Carmen Estefani Estrada Estrada
Asesorada por el Ing. Jorge Alberto Soto Bran**

Guatemala, febrero de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL DEPARTAMENTO DE ESPONJA EN LA EMPRESA DIVECO, S.A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARMEN ESTEFANI ESTRADA ESTRADA

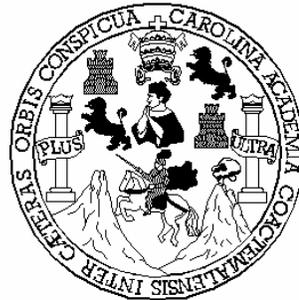
ASESORADA POR ING. JORGE ALBERTO SOTO BRAN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
EXAMINADOR	Ing. José Vicente Guzmán Shaul
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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:

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL DEPARTAMENTO DE ESPONJA EN LA EMPRESA DIVECO, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 1 de octubre de 2003.

Carmen Estefani Estrada Estrada

Dedicatoria

- A Dios Por permitirme llegar a este momento, infinitas gracias.
- A mis padres Homero Ely Estrada Lara, Carmen Estrada de Estrada, por su amor, comprensión y apoyo.
- A mis hermanos Homero Stanley, José Efraín, Hernán Alejandro y Gladys Mayté, por todo su apoyo.
- A mi sobrina Natalie Alejandra por su alegría y cariño.
- A mis abuelitos José Efraín Estrada, Magdalena Lara de Estrada, Carlos Manuel Estrada y Refugio Dubón por sus sabios consejos.
- A mis tíos, tías, primos y primas Por su cariño y apoyo incondicional.
- A mis amigos Por sus consejos y constante apoyo.
- Al profesional Ing. Jorge Alberto Soto
Por su valiosa ayuda en la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES Y CONCEPTOS DEL CONTROL DE CALIDAD	1
1.1 Definición de calidad	1
1.2 Definición de sistemas de control de calidad	2
1.3 Importancia de los sistemas de control de calidad.....	2
1.4 Tareas del control de calidad	3
1.4.1 Control del nuevo diseño.....	3
1.4.2 Control de recepción.....	3
1.4.3 Control del proceso y del producto.....	4
1.4.4 Estudios y actividades especiales	6
1.5 Factores que controlan la calidad	6
1.5.1 Mercados	6
1.5.2 Mano de obra	6
1.5.3 Capital	7
1.5.4 Administración	7
1.5.5 Materia prima	7
1.5.6 Máquinas y métodos.....	7
1.6 Control estadístico de la calidad.....	8
1.6.1 Términos estadísticos.....	8
1.6.2 Teorema del límite central	10

1.6.3	Control de calidad de variables.....	10
1.6.4	Control de calidad de atributos	11
1.6.5	Gráfica de control para el porcentaje defectuoso	12
2.	ANÁLISIS ACTUAL DE LA EMPRESA.....	13
2.1	Identificación de la empresa.....	13
2.1.1	Información general	13
2.1.2	Misión	13
2.1.3	Visión.....	13
2.1.4	Valores	14
2.2	Que produce la empresa y como lo hace	15
2.2.1	Historia	15
2.2.2	Características generales del producto	16
2.2.3	Descripción del proceso.....	18
2.3	Análisis actual de control de calidad.....	20
2.3.1	Departamento de alambre	20
2.3.2	Departamento de somieres.....	22
2.3.3	Departamento de carpintería	23
2.3.4	Departamento de revestido.....	24
2.3.5	Departamento de colchones.....	25
2.4	Análisis actual de control de calidad del departamento de esponja	26
2.4.1	Control de densidad	26
2.4.2	Control de temperaturas.....	29
2.4.2.1	Control temperaturas en los químicos.....	29
2.4.2.2	Control temperaturas del área de curado	30
2.4.3	Control de las características de la esponja	31
2.4.3.1	Permeabilidad.....	31
2.4.3.2	Capacidad de elongación	31
2.4.3.3	Resistencia al desgarre	31

2.4.3.4 Resistencia a la compresión	32
---	----

3. PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL DEPARTAMENTO DE ESPONJA.....	33
3.1 Descripción del producto	33
3.1.1 Componentes.....	33
3.1.2 Especificaciones de sus componentes.....	34
3.1.3 Especificaciones del producto.....	34
3.1.4 Uso final	36
3.2 Análisis del proceso.....	36
3.2.1 Análisis de cada una de las operaciones	38
3.3 Programa de monitoreo	41
3.3.1 Inspección.....	41
3.3.2 Diseño de un plan de muestreo	43
3.4 Gráficos de control por variables.....	46
3.4.1 Capacidad del proceso.....	46
3.4.2 Gráfico de medias	47
3.4.3 Gráfico de rangos	54
3.5 Gráfico de control por atributos.....	57
3.5.1 Gráfico P	57
3.5.2 Gráfico NP	60
4. IMPLEMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD ..	65
4.1 Etapas de la implementación	65
4.2 Formación cultura de calidad	68
4.3 Prevención de los defectos	69
4.4 Reconocimiento de los progresos	69

5. MEJORA CONTINUA	73
5.1 Mejora continua.....	73
5.2 Evaluación.....	75
5.3 Prevención	75
5.4 Costos de la calidad	76
5.5 Consideraciones de costo	77
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama de Pareto del departamento de alambre	21
2	Diagrama de Pareto del departamento de somieres	22
3	Diagrama de Pareto del departamento de carpintería	23
4	Diagrama de Pareto del departamento de revestido	24
5	Diagrama de Pareto del departamento de colchones	25
6	Histogramas control de densidad 15.5 Kg/m ³	27
7	Histogramas control de densidad 17.5 Kg/m ³	27
8	Histogramas control de densidad 20.5 Kg/m ³	28
9	Diagrama de flujo laminado de bloques	37
10	Plantilla de recolección de datos	42
11	Gráfico de medias de la densidad 15	49
12	Gráfico de medias de la densidad 17	51
13	Gráfico de medias de la densidad 20	53
14	Gráfico de rangos de la densidad 15	54
15	Gráfico de rangos de la densidad 17	55
16	Gráfico de rangos de la densidad 20	56
17	Gráfico P (fracción defectuosa)	60
18	Gráfico NP (láminas defectuosas)	62
19	Relación entre calidad y costo.	77
20	Relación entre el costo de control de calidad y el número de unidades defectuosas terminadas.	78

TABLAS

I	Especificaciones de los componentes de la esponja	34
II	Letras clave del tamaño de la muestra	44
III	Maestra para la inspección reducida	45
IV	Número de muestras para la densidad 15	47
V	Muestras del gráfico de medias de la densidad 15	48
VI	Resultados obtenidos de cálculos de la densidad 15	48
VII	Muestras del gráfico de medias de la densidad 17	50
VIII	Resultados obtenidos de cálculos de la densidad 17	51
IX	Muestras del gráfico de medias de la densidad 20	52
X	Resultados obtenidos de los cálculos de la densidad 20	53
XI	Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 15	54
XII	Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 17	55
XIII	Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 20	56
XIV	Muestras para el gráfico P	58
XV	Resultados del gráfico P	59
XVI	Resultados del gráfico NP	61

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
LES	Límite de Especificación Superior
LEC	Límite de Especificación Central
LEI	Límite de Especificación Inferior
N	Tamaño lote
NCA	Nivel de Calidad Aceptable
σ	Desviación estándar
Cp	Capacidad del proceso
X	Media de medias
R	Rango
P'	Fracción defectuosa

GLOSARIO

Calidad	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.
Control de calidad	Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de calidad.
Cultura organizacional	Son las diferentes políticas que adopta una organización o empresa hacia sus diferentes públicos.
Desviación estándar	Es la raíz cuadrada de la variancia. Es un valor numérico, expresado en las unidades de los valores observados, que mide la tendencia a la dispersión de los datos.
Disocianato de tolueno (TDI)	TDI (disocianato de tolueno) son utilizados en combinación con poliéteres polioles como materia prima en la producción de piezas técnicas elastoméricas.
Media aritmética	Es la suma de las observaciones realizadas dividida entre la cantidad de observaciones correspondientes.

Planificación de la calidad	Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir con los objetivos de la calidad.
Polyol	Poliéteres-polioles, utilizados en formulaciones de poliuretano que, en combinación, son utilizados en la producción de espumas flexibles para colchones, muebles de estar, sillones, autopartes, componentes para calzados, acolchados y aislantes acústicos.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
Rango	Diferencia entre los números más altos y los más bajos en una distribución de frecuencias.
Variancia	Media de la suma del cuadrado de los valores observados a partir de la media.

RESUMEN

Un sistema de control de calidad es el conjunto de procesos relacionados entre sí, seguidos por una empresa para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos de calidad establecidos.

Debido al análisis del proceso y de la situación actual, se determinó como necesario para diseñar el sistema de control de calidad, utilizar un sector de este departamento, el cual es el proceso de laminado de bloques. Este se estudió, por medio del diagrama de flujo de operaciones y del análisis de la capacidad del proceso, además de considerar necesario el uso de gráficos de control para tener mejores indicadores del estado de calidad.

Los gráficos de control indican la calidad del proceso en el período en el que se toman las muestras y si éste está bajo control o no, cuando el proceso no está bajo control se deben tomar decisiones y realizar una investigación sobre las causas especiales que hacen que el proceso no esté bajo control.

El sistema de control de calidad puede mejorar la calidad de los productos debido a que no sólo se trata de tomar muestras y registrar los resultados, si no que también de formar una cultura de calidad y un proceso de mejora continua.

El personal con conocimientos de calidad, puede aportar más con sus habilidades para tomar decisiones correctas en cuanto a calidad se refiere. Por lo tanto es importante capacitar al personal, para que pueda hacer uso de las herramientas estadísticas en el mejoramiento continuo.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de control de calidad, mediante un estudio técnico y estadístico para la empresa, específicamente para el departamento de esponja.

Específicos

1. Comprender y conocer el proceso de producción en el laminado de esponja.
2. Considerar a través de un estudio técnico los aspectos necesarios para diseñar un sistema de control de calidad para el departamento de esponja.
3. Servir de referencia para el departamento de esponja y la gerencia de producción en la obtención de información que sea útil para el control de la calidad en el proceso de producción.
4. Utilizar el control estadístico de calidad, para tomar decisiones basadas en hechos reales y datos exactos.
5. Determinar cómo el nuevo sistema de control de calidad puede mejorar la calidad de los productos.
6. Involucrar al personal, en el control de la calidad pues es posible obtener a través de sus habilidades beneficios para la empresa.
7. Conocer los tipos de costos en los que se incurre al implementar la calidad.

INTRODUCCIÓN

Las empresas nacionales se han visto obligadas a mejorar la calidad de sus productos y o servicios, pues están compitiendo en el ámbito mundial, y esto ha generado mayores exigencias, que les permitirán seguir siendo competitivas.

Un sistema de control de calidad establece las etapas de cuándo y con qué frecuencia se debe inspeccionar los productos, así como cuántas unidades deben ser sometidas a prueba, a fin de verificar la calidad. Este proceso es seguido por una empresa para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos o estándares de calidad establecidos previamente tomando en cuenta que las variaciones o sea las desviaciones de las normas pueden ser atribuidas a diferentes causas, las cuales deben corregirse mediante la utilización de métodos de control efectivos.

La empresa DIVECO S. A., en adelante denominada la empresa; se dedica a la fabricación de camas, para lo cual necesita distintos materiales, entre estos la espuma de poliuretano natural flexible en adelante denominada esponja, proporcionada por el departamento de esponja. Como la mayoría de empresas, ésta debe contar con un sistema de control de calidad que le permita cumplir con las exigencias y expectativas de los clientes tanto internos como externos.

El sistema de control de calidad, debe adecuarse a las necesidades de la empresa y debe proporcionar un proceso para evaluar el desempeño de las operaciones comparándolo con las normas y especificaciones establecidas.

1. GENERALIDADES Y CONCEPTOS DEL CONTROL DE CALIDAD

1.1 Definición de calidad

La calidad puede ser un concepto confuso, en parte porque las personas visualizan la calidad en relación a diferentes criterios según su papel individual en la cadena de producción y de comercialización.

Por lo tanto calidad se visualiza desde diferentes perspectivas de acuerdo al papel que desempeña en una organización.

Algunas definiciones de calidad son:

- Eliminación de desperdicio
- Cumplimiento de políticas y procedimientos
- Proporcionar un producto bueno y utilizable
- Hacerlo bien desde la primera vez que se hace
- Agradar o satisfacer a los clientes

Definición basada en el producto

Función de una variable específica y medible. Las diferencias en calidad reflejan diferencias en el valor de algún atributo del producto.

Definición basada en el usuario

Adecuabilidad para el uso pretendido, es decir, lo bien que el producto evoluciona al llevar a cabo su función pretendida.

Definición basada en la manufactura

Resultado deseable de una práctica de ingeniería y de manufactura, es decir, del cumplimiento de las especificaciones. Las especificaciones son metas y tolerancias determinadas por los diseñadores de los productos y servicios.

La definición oficial según la norma A3-1987 ANSI/ASQC de calidad es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícitas o explícitamente formuladas.

1.2 Definición de sistemas de control de calidad

Un sistema de control de calidad es el conjunto de procesos relacionados entre sí seguidos por una empresa para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos de calidad, establecidos por la propia empresa.

1.3 Importancia de los sistemas de control de calidad

Un sistema de control de calidad simplifica las tareas y facilita el intercambio tanto dentro de la empresa como fuera de ésta.

Para la empresa este sistema representa una ventaja en la competencia internacional, eliminando barreras en intercambios internacionales.

1.4 Tareas del control de calidad

Las tareas del control de calidad giran alrededor de la producción y los procesos de servicios que la hacen posible, por lo que estas tareas pueden calificarse.

1.4.1 Control del nuevo diseño

Se refiere al establecimiento y especificación de la calidad deseable, incluyendo un análisis de la función del producto, prueba en un ambiente semejante al de su uso, clasificación de características, establecimiento de niveles y estándares, análisis de tolerancia y las pruebas piloto antes de la producción formal se inicie.

Esta tarea se debe trabajar conjuntamente con el departamento de ventas y con los ingenieros de diseño para establecer los requerimientos de la calidad, basándose en la necesidad del cliente, la función de los productos, su garantía, capacidad de venta y valor.

1.4.2 Control de recepción

Comprende la recepción y almacenamiento de los materiales necesarios para la fabricación. Entre sus principales funciones pueden mencionarse:

- a) Confrontar con los proveedores los procedimientos y medidas de control de calidad.

- b) Valorar la calidad de los materiales comprados según las especificaciones y de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- c) Disponer apropiadamente de los materiales comprados según las especificaciones y de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- d) Estudiar con los proveedores, a través del departamento de compras, la implantación de planes de certificación de calidad, por lo que el proveedor debe proporcionar los resultados de su inspección.
- e) Proporcionar al departamento de compras una clasificación de proveedores basada en la calidad de su producto.

1.4.3 Control del proceso y del producto

Es el control de los productos en el lugar mismo de la elaboración y durante su aplicación en el servicio, de tal forma que cualquier variación, respecto a las especificaciones de calidad, se pueda corregir antes de que se obtenga un producto defectuoso, para lo cual es necesario:

- a) Determinar la capacidad de los procesos de fabricación para alcanzar los requerimientos de calidad.
- b) Valorar el rendimiento en calidad de la maquinaria y nuevos equipos de fabricación.

- c) Inspeccionar los procedimientos de calidad durante el proceso de fabricación, la fidelidad a los procedimientos, la estabilidad del proceso y la relación entre la calidad del producto y las condiciones del proceso.
- d) Inspeccionar si el empaquetado, los materiales de la expedición y carga están de acuerdo con las especificaciones.
- e) Tomar medidas para disponer prontamente los materiales y producto rechazado.
- f) Enviar a las secciones apropiadas toda la información, para que se tomen medidas correctivas y asegurarse de que tales medidas se han llevado a cabo.
- g) Mantener una conciencia y disposición de seguridad en toda la organización.
- h) Analizar las quejas de los clientes, examinando los productos devueltos y tomar la medida necesaria para determinar la responsabilidad y los hechos.
- i) Medir las características finales del producto, para asegurarse de que cumple con las características de conformidad y funcionamiento que han de satisfacer al cliente.

1.4.4 Estudios y actividades especiales

Están formados por la conducción de investigaciones y pruebas para la localización de causas que motiven productos defectuosos y para determinar la posibilidad de mejorar las características de calidad. Adicionalmente debe desarrollar nuevas técnicas en el control de calidad, a través del desarrollo de programas de entretenimiento al personal, tratando de inculcar una idea de calidad en toda la organización.

1.5 Factores que controlan la calidad

Para obtener una buena reputación sobre la calidad de un producto, es necesario que las políticas internas de la empresa acerca del control de calidad, revisen y consideren su acción en los conceptos de las 7M, consideradas como los factores fundamentales que afectan la calidad del producto.

1.5.1 Mercados

Requiere una dirección flexible, que permita la adaptación al cambio, ya que debido a que el avance tecnológico se transmite al consumidor a través de los productos nuevos o modificados, cada mercado exige más y mejores productos que satisfagan sus necesidades actuales.

1.5.2 Mano de obra

Toda empresa con miras a la especialización, necesita cubrir sus necesidades técnicas de producción a través del elemento humano, creando así una demanda de mano de obra calificada.

1.5.3 Capital

Como resultado del aumento en las inversiones, la gerencia debe enfocar su atención hacia el campo del control de calidad, como medio para la reducción de costos, evitando los desperdicios y los reprocesos, para provocar la amortización de las nuevas inversiones por medio del aumento de la productividad.

1.5.4 Administración

La responsabilidad de la calidad debe distribuirse entre todos los grupos especializados de la empresa, reglamentando las mediciones necesarias durante el proceso a fin de asegurar que el producto final cumple con los estándares de calidad.

1.5.5 Materia prima

Por ser ésta una de las partes fundamentales de la calidad del producto, los límites de tolerancia para su aceptación se vuelven cada día más estrechos, desechando la inspección visual a cambio de las mediciones técnicas, físicas y químicas.

1.5.6 Máquinas y métodos

A medida que las empresas transforman su trabajo sobre sistemas automatizados y mecanizados, se hace más crítica una buena calidad a bajo costo, que incluye la mejor distribución física de la planta y sus instalaciones.

1.6 Control estadístico de la calidad

1.6.1 Términos estadísticos

Población

Una población, o universo, como en ocasiones se denomina, representa a todos los objetos en una determinada clase o conjunto definido. En un sentido estadístico los valores asociados a estos objetos constituyen la población.

Muestra

Una muestra es parte de una población. Hay varios tipos de muestras que pueden usarse en la estadística. Para el propósito del control estadístico de la calidad, el interés se dirige hacia las muestras aleatorias. Una muestra aleatoria es un grupo de datos que probablemente sean seleccionados de la población igual que cualquier otro grupo de datos; esto implica que cada uno de ellos tiene iguales probabilidades de ser seleccionado de la población.

Probabilidad

En el curso de las actividades diarias se encuentran constantemente situaciones que implican incertidumbre. Por lo cuál se hace uso de la probabilidad para describir entre situaciones.

Arreglo

Es el ordenamiento de los datos de valores mayores o menores o viceversa.

Distribución de frecuencia

La distribución de frecuencias es un arreglo de los valores y de su correspondiente número de ocurrencias en los datos reunidos.

Medidas de tendencia central

Son tres las medidas de tendencia central que son de interés en el control estadístico de la calidad.

La media aritmética

Es la suma de las observaciones realizadas dividida entre la cantidad de observaciones correspondientes.

La mediana

Valor que divide una serie de observaciones ordenadas de manera tal que la cantidad de elementos que la precede es igual a la cantidad de elementos que la siguen.

Moda

La moda de un conjunto de números es el valor que aparece con la mayor frecuencia.

Distribución normal

Es una base teórica del control estadístico de la calidad. Tiene varias características. En teoría es perfectamente simétrica y tiene forma de campana. Puede ser representada por el uso de la media aritmética y la desviación estándar. Pero aún más importante que estas características, es posible con un grado específico de exactitud, utilizando conceptos basados en la distribución normal.

Medidas de dispersión

En el control de calidad se usan ampliamente dos medidas de dispersión, la amplitud y la desviación estándar.

La amplitud o rango

Puede definirse como la diferencia entre los números más altos y los más bajos en una distribución de frecuencias.

La desviación estándar

Es la raíz cuadrada de la variancia. La variancia es la media de la suma del cuadrado de los valores observados a partir de la media. La desviación estándar es un valor numérico, expresado en las unidades de los valores observados, que mide la tendencia a la dispersión de los datos. Una desviación estándar grande indica una mayor variabilidad en los datos que en el caso de una desviación estándar pequeña.

1.6.2 Teorema del límite central

El teorema del límite central es una de las proposiciones más sorprendentes en matemáticas, y es la base para la mayoría del muestreo llevado a cabo en el control de calidad.

1.6.3 Control de calidad de variables

Las gráficas para el control de calidad se usan para el control diario de los procesos de producción. Dos tipos básicos de gráficas son de uso común: la gráfica para las medias y la gráfica para las amplitudes o rangos. Ambas gráficas permiten el trazo de valores de muestra sobre una escala de tiempos.

Gráfica para las medias

Una gráfica para las medias contiene dos escalas. La escala horizontal representa tiempo. En la escala vertical existen graduaciones para trazar los valores muestrales. La escala vertical tiene su centro en el valor medio de la población o media. También son necesarias otras dos líneas: los límites de control superior e inferior. Por lo general, éstos son determinados con referencia a la desviación estándar de la media de la muestra.

Gráficas de amplitud o rangos

Son muy valiosas en el control estadístico de la calidad, debido a que indican los cambios en la dispersión de los valores máximos y mínimos en una distribución de frecuencias. Cuando la amplitud o rango aumente más allá de los límites de control, está indicada la acción correctiva. La elaboración de una gráfica de amplitud o rango es similar a la gráfica de media.

Para un control de calidad efectivo es indispensable usar ambas gráficas juntas. La razón para ello es que una u otra gráfica, cuando se usan solas, no describen exactamente la situación. Para explicar esta relación, se examinan en primer lugar las medias cambiantes y luego las amplitudes o rangos cambiantes.

1.6.4 Control de calidad de atributos

En el control por atributos, la distribución está basada en la proporción de unidades defectuosas y aceptables. Una distribución basada en tales proporciones se conoce como distribución binomial.

1.6.5 Gráfica de control para el porcentaje defectuoso

La gráfica de control para el porcentaje defectuoso se conoce como una gráfica p. Se elabora igual que las gráficas de la media y de la amplitud, con límites de control superior e inferior. La proporción media de artículos defectuosos es el punto en el cual se traza el centro de la línea.

Aplicaciones de las gráficas P

En la mayoría de las industrias de manufactura la condición final será aquella en la cual el porcentaje defectuoso sea cero. Sin embargo, fabricar de manera que no resulten defectos puede no ser económico, o puede indicar que los estándares de las especificaciones son tan amplios que todos los artículos que se producen quedan dentro de los límites de control.

2 ANÁLISIS ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Identificación de la empresa

2.1.1 Información general

Debido a su localización la empresa tiene acceso tanto por la calzada Roosevelt, la calzada Mateo Flores, así como la calzada San Juan, lo cual contribuye para que ésta no tenga ningún problema de acceso vial. Además por su ubicación cuenta con una estación de bomberos a 500 metros de distancia, así como gasolineras al salir a la calzada San Juan y otra al salir de la calzada Roosevelt.

2.1.2 Misión

Consolidar a la empresa, para que sea líder en la fabricación de camas en los mercados centroamericanos y del sureste de México.

Utilizar las más adecuadas y modernas técnicas de producción, sistemas actualizados de información; que le permitan ofrecer a sus clientes productos de óptima calidad, a un precio justo respaldado por la garantía de su marca y los servicios personalizados que satisfacen totalmente sus necesidades.

2.1.3 Visión

Ser en la región centroamericana el proveedor líder de productos y servicios de calidad para dormir y descansar bien. Y penetrar en el sur-este de México a través de:

- Creatividad
- Innovación
- Tecnología
- Administración estratégica de recursos

2.1.4 Valores

Respeto a la dignidad humana

Tratar a cada persona como un ser que merece ser tratado con respeto sin importar diferencias de credos, cultura, sexo, raza, ideología, etc.

Integridad

Proceder con honestidad, honradez, y rectitud en todas las fases de nuestra vida laboral. Actuando de acuerdo a las normas éticas y morales reconocidas.

Trabajo en equipo

Participar y desempeñar de una manera efectiva el rol que nos corresponde, en la búsqueda de alcanzar los objetivos comunes trazados por la empresa, actuando con empatía y responsabilidad.

Trabajo arduo

Trabajar con energía y pasión en el desempeño de nuestras actividades diarias buscando siempre nuestra superación y crecimiento.

Excelencia

Decisión en la búsqueda constante de lo mejor.

Responsabilidad social

Actuar conscientes de ser parte de una sociedad, cuyo desarrollo nos beneficia, cumpliendo nuestras obligaciones para con ella y apoyar proyectos sociales.

2.2 ¿Qué produce la empresa y cómo lo hace?

2.2.1 Historia

La empresa inicia en el año de 1974 como fábrica de esponja, produciendo masivamente láminas de esponja de diferentes densidades y tamaños. En 1976 se invierte en maquinaria para la fabricación de camas, éstas eran a base de esponja, lo que le permitió iniciarse en el mercado nacional de este producto.

Al adquirir maquinaria para la elaboración de resortes, se inició con la producción de colchones, elaborados con una unidad de resortes recubierta de esponja.

Al pasar los años se fueron ampliando los modelos con el afán de convertirse en la empresa líder. En esta etapa se combinaba algodón y esponja.

Como resultado de su constante innovación e implementación de tecnología de punta, esta empresa introduce sus nuevos modelos con *pillow top* y *doble pillow top*. Estos modelos se caracterizan por tener incorporado gruesas capas de enguatado extra en ambas o en una cara del colchón.

En 1996 con la inquietud de ofrecer una cama realmente ortopédica, la empresa adquirió la franquicia de una marca estadounidense y lanza al mercado el modelo ortopédico.

En los años 1997-1998 se eliminó el uso de algodón en la fabricación de camas, siendo su único componente de acojinamiento hasta la fecha la esponja.

Por sus altos estándares de calidad, esta empresa califica como miembro de ISPA, *International Sleep Products Association*, (Asociación Internacional de Productos del Dormir).

En 2003 se adquirió la franquicia de una marca norteamericana reconocida mundialmente. Hoy en día, esta empresa es la fábrica de camas más grande en Centroamérica.

La empresa a través de sus 30 años de experiencia y con la misión de ser la empresa líder en la fabricación de camas en toda Centroamérica, ha implementado tecnología de punta e innovado en sistemas de descanso para brindar un producto de alta calidad, efectivo y garantizado.

2.2.2 Características generales del producto

Descripción general

Una cama es una pieza que sirve para descansar o dormir en ella. Por lo general consta de un armazón o estructura de apoyo, comúnmente denominada base o somier y de un colchón.

La cama es un producto no perecedero. La unión de la base y el colchón es lo que comúnmente se denomina cama y también es conocido como set.

En esta industria se producen diferentes modelos ya que cada uno de estos satisface diferentes segmentos de mercado, estos se encuentran divididos en:

- a) Modelos funcionales
- b) Modelos saludables
- c) Modelos inteligentes

Estos modelos se producen en cinco tamaños

- Imperial
- Semimatrimonial
- Matrimonial
- Queen
- King

Cada uno de estos modelos en sus diferentes tamaños, proporcionan 15 productos diferentes, en dimensiones y en fórmula de fabricación ya que se tienen construcciones diferentes y colores específicos en cada modelo. Teniendo como diferenciación la calidad de las telas y el tipo de multienguatado.

Se tiene como política dos colores diferentes de tela como mínimo para cada modelo, por lo que se obtienen treinta productos diferentes.

Una de las últimas innovaciones de esta empresa, es el modelo para niños, una de sus características es tener un lado del colchón con tela impermeable y el otro con tela enguatada, con una garantía de 10 años.

Además cuenta con una línea de modelos de lujo, dirigidos a personas que no escatiman en invertir en su descanso y salud. Obteniendo la más alta tecnología e innovaciones en sistemas de dormir.

2.2.3 Descripción del proceso

El proceso de fabricación de esta empresa cuenta con equipos de tecnología de punta, utilizados desde la transformación del alambre hasta la obtención del colchón. Además de utilizar las mejores materias primas tanto nacionales como internacionales, con lo que se garantiza la mejor calidad.

Proceso de fabricación de la base o somier

Se selecciona la madera, que es clasificada y transformada con tecnología de punta, en la procesadora de madera, que es parte de la empresa, obteniendo a través de ella madera de alta calidad. Se elabora la base con un diseño estructural que garantiza el soporte de los pesos a los que es sometido.

El proceso es un ensamblado por medio de grapas colocadas a presión a través de un sistema neumático. Se cubre la base con esponja de alta densidad y borde perimetral enguatado. Las esquinas son reforzadas internamente con esponja para darle forma y protección al somier.

Se inspecciona la calidad de los acabados y se coloca el guardapolvo especial y los protectores plásticos de las esquinas. Finalmente la base es empacada con bolsas de plástico especiales para garantizar que en el manejo no sufra daños; procediendo a ingresarla a la bodega de producto terminado a través de una banda transportadora.

Proceso de producción del colchón

Se produce la esponja, de alta densidad, alta resiliencia, resistencia al desgarre y dureza por compresión.

Se lamina la esponja automáticamente para obtener piezas de distintas medidas y espesores que componen la estructura interna; garantizando el confort en cada colchón. La mayoría de los modelos de colchones tienen incorporado un sistema de esponja corrugada.

Se elaboran las capas que cubrirán el colchón por medio de una máquina multienguatadora computarizada que posee más de 300 diseños; siendo lo último en tecnología *multiquilting*. Se utilizan telas importadas con alto contenido de algodón brindando mayor frescura.

Se fabrican las unidades de resorte con alambre espiral y marco perimetral de diferentes calibres; conteniendo cada unidad, mayor cantidad de resortes y de menor diámetro interno que la competencia. Dependiendo del modelo así es el tipo de resorte.

La unidad de resortes se cubre con fieltro o fieltro engomado en los modelos ortopédicos y láminas de esponja, se recubre con capas enguatadas que llevan una entretela para poder realizar el amarre especial de todo el material de acojinamiento.

Luego se finaliza el proceso con el cierre del colchón, utilizando bias especial e hilos altamente resistentes con una máquina cerradora de costurado.

A través de un sistema mecanizado llega el producto terminado al área de inspección y colocación de etiqueta de garantía, luego de esto es empacado con bolsas plásticas especiales para garantizar que en el manejo no sufra daños, luego ingresa por un sistema de banda a bodega de producto terminado.

2.3 Análisis actual de control de calidad

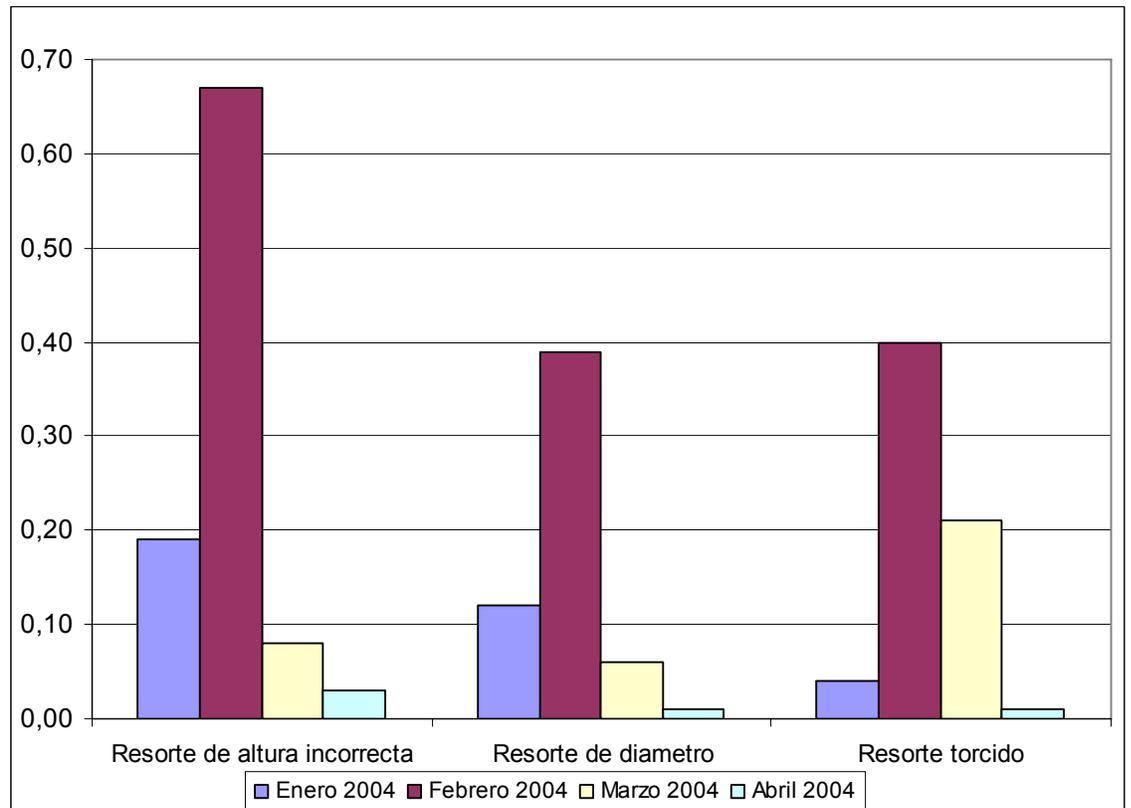
2.3.1 Departamento de alambre

En este departamento en cuanto a materia prima se refiere; el alambre, se somete a pruebas de torsión antes de iniciar el proceso.

Se elabora mensualmente un diagrama de Pareto en el que se analiza la incidencia de defectos por el proceso, entre los que se pueden mencionar:

- Resorte de altura incorrecta
- Resorte de diámetro incorrecto
- Resorte torcido

Figura 1. Diagrama de Pareto del departamento de alambre



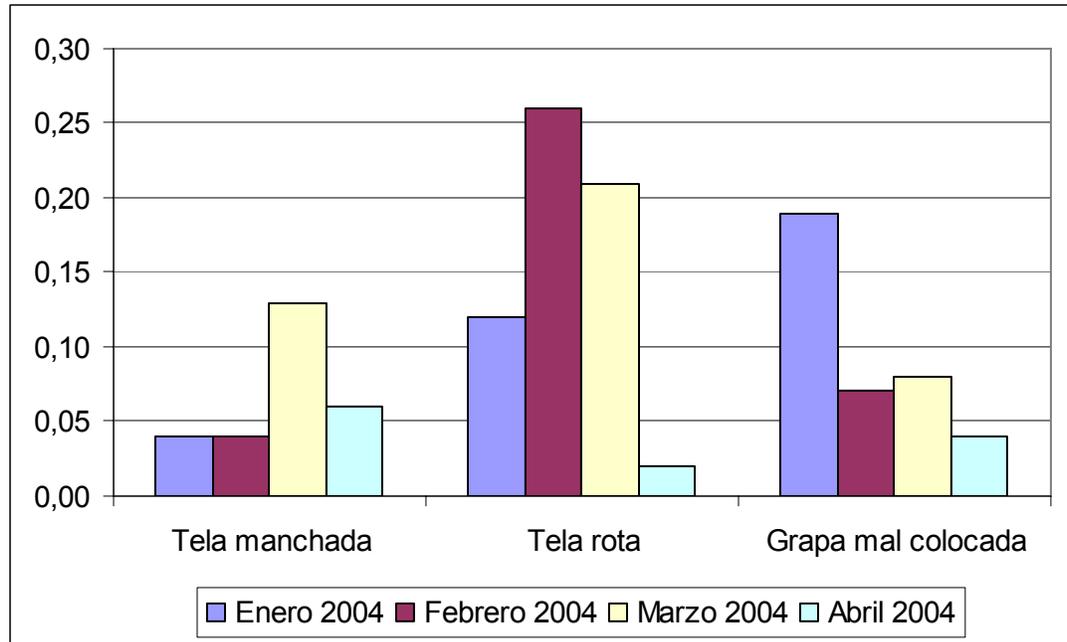
2.3.2 Departamento de somieres

Se elabora mensualmente un diagrama de Pareto en el que se analiza la incidencia de los siguientes defectos:

- Tela manchada
- Tela rota

- Grapa mal colocada

Figura 2. Diagrama de Pareto del departamento de somieres



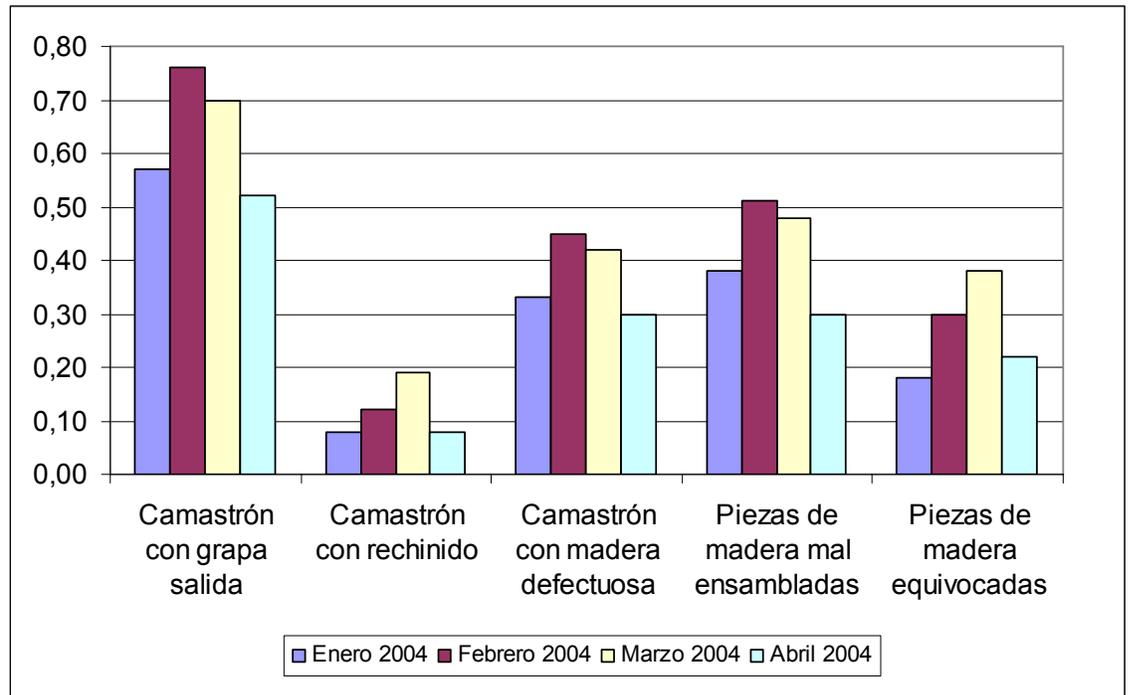
2.3.3 Departamento de carpintería

Se elabora mensualmente un diagrama de Pareto para analizar la incidencia de defectos como:

- Camastrón con grapa salida
- Camastrón con rechinido
- Camastrón con madera defectuosa
- Piezas de madera mal ensambladas

- Piezas de madera equivocadas

Figura 3. Diagrama de Pareto del departamento de carpintería



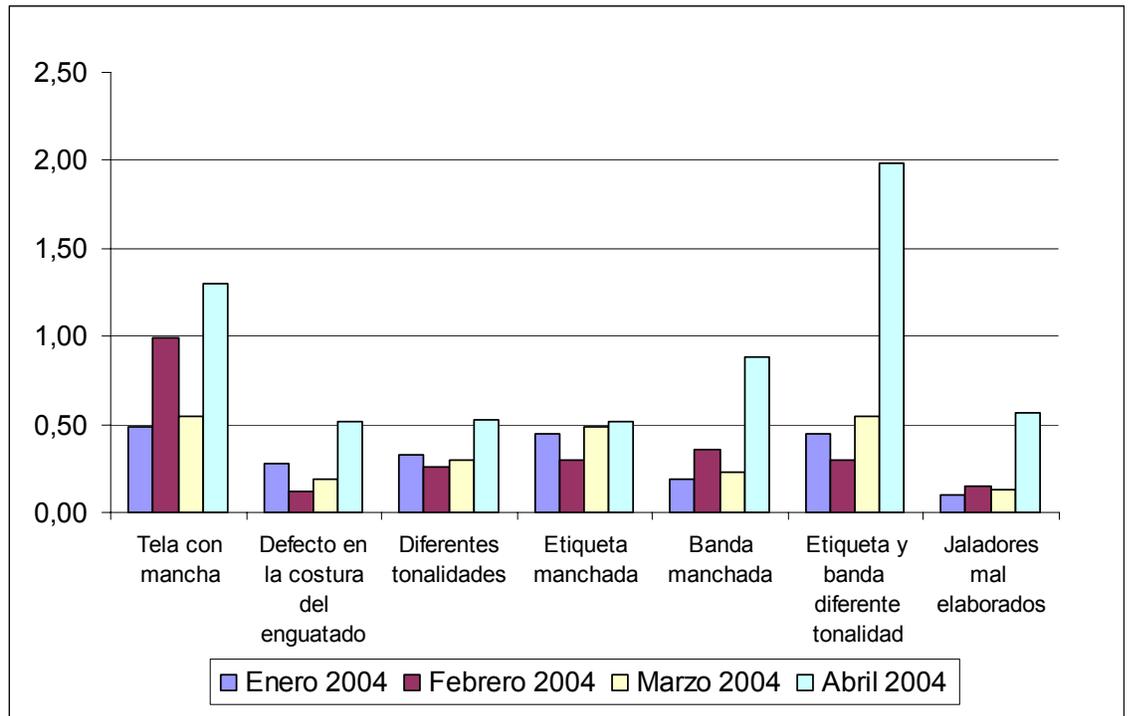
2.3.4 Departamento de revestido

Se elabora mensualmente un diagrama de Pareto en el que se analiza la incidencia de los siguientes defectos:

- Telas con mancha
- Defecto en la costura del enguatao
- Diferentes tonalidades
- Etiqueta manchada
- Banda manchada
- Etiqueta y banda con diferente tonalidad

- Jaladores mal elaborados
- Hilo de color inadecuado

Figura 4. Diagrama de Pareto del departamento de revestido

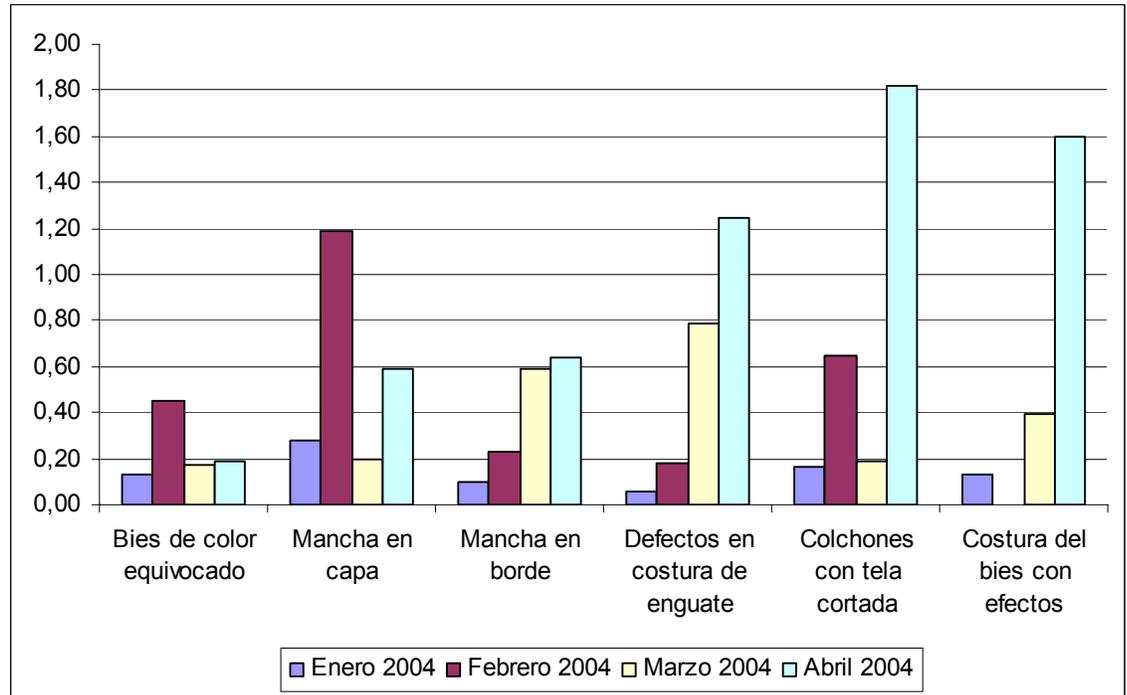


2.3.5 Departamento de colchones

Se elabora mensualmente un diagrama de Pareto en el que se analiza la incidencia de los siguientes defectos:

- Bies de color equivocado
- Mancha en capa
- Mancha en borde
- Defectos en costura del enguate
- Colchones con tela cortada
- Costura del bies con defectos

Figura 5. Diagrama de Pareto del departamento de colchones



2.4 Análisis actual del control de calidad del departamento de esponja

2.4.1 Control de densidad

La densidad es la característica principal como producto porque de ella se derivan todas las propiedades y características de las esponjas.

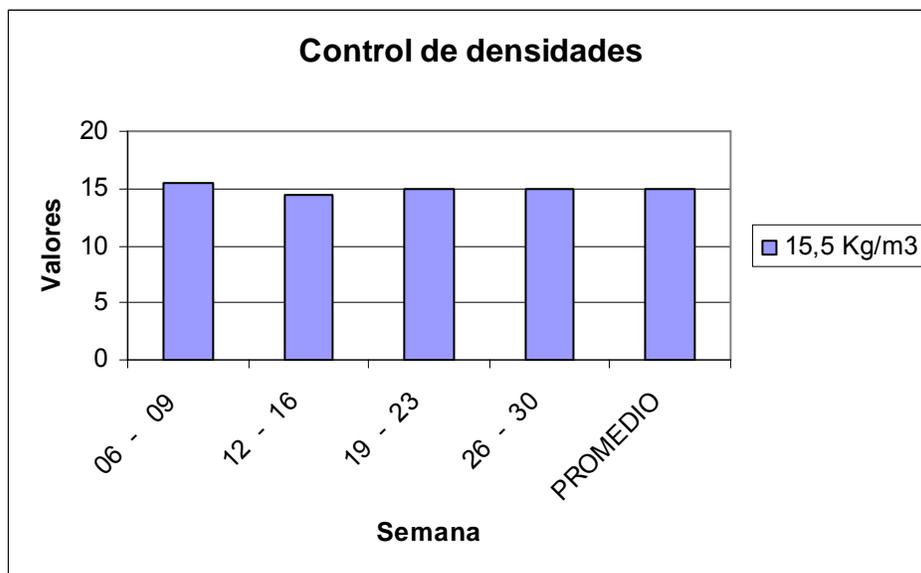
En el cálculo de la densidad se deben de seguir los siguientes pasos:

- Pesarse una lámina de esponja, obtener este peso en kilogramos.

- Medir la lámina para obtener su volumen al multiplicar su largo, ancho y grosor en metros cúbicos.
- Finalmente se calcula la densidad, la cual se obtiene al dividir el peso (masa) entre el volumen, obteniendo así la densidad en Kg./m^3 .

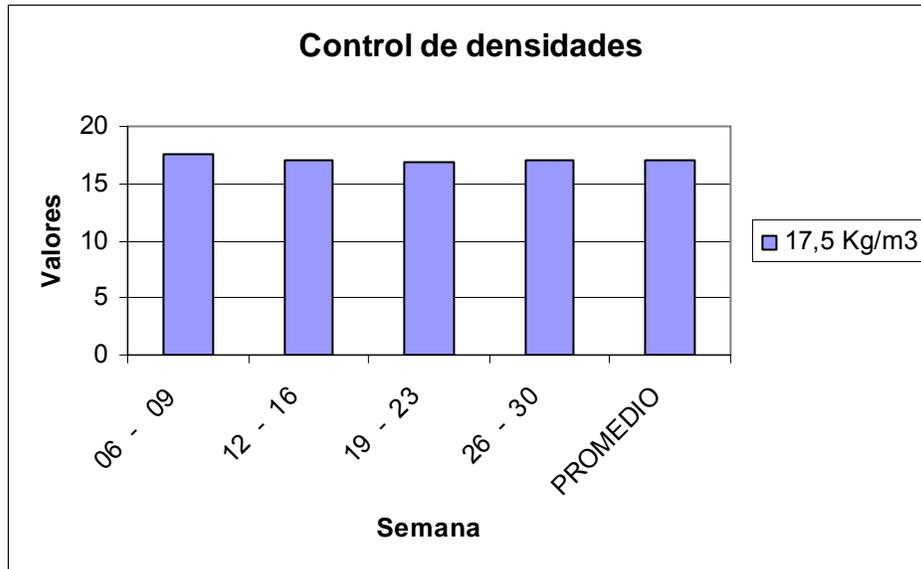
Actualmente se analizan los resultados promedio, utilizando para ello los siguientes gráficos:

Figura 6. Histogramas del control de densidad 15.5 Kg/m^3



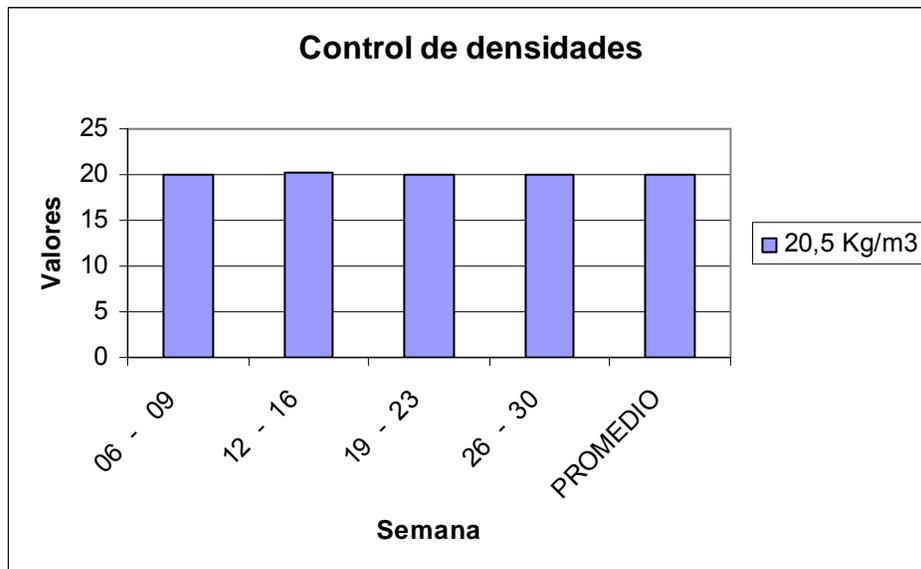
Fuente: reporte mensual de producción del departamento de esponja

Figura 7. Histogramas del control de densidad 17.5 Kg/m³



Fuente: reporte mensual de producción del departamento de esponja

Figura 8. Histogramas del control de densidad 20.5 Kg/m³



Fuente: Reporte mensual de producción del departamento de esponja.

De acuerdo con los chequeos semanales de las densidades se puede observar que las densidades están dentro de los rangos ideales. Las gráficas muestran el desarrollo semanal y el promedio mensual por cada densidad.

En la propuesta se analizarán las densidades 15 Kg/m³, 17 Kg/m³ y 20 Kg/m³, por representar el 75% de la producción, y por considerar obtener un mejor análisis de éstas por medio de los gráficos de control por variables.

2.4.2 Control de temperaturas

2.4.2.1 Control de temperaturas en los químicos

En el proceso tanto la temperatura de los químicos y las condiciones ambientales afectan la reacción química ya sea de manera favorable o desfavorable; por lo que se observan los siguientes parámetros en el proceso:

- Control de la temperatura ambiente, la cual en su condición ideal debe estar entre 23°C - 26°C.
- Control de la temperatura de los químicos, Polyol(*polioxipropilen glicol*) y TDI (*disocianato de tolueno*), los cuáles se deben mantener entre 15°C – 20 °C. Para lo cual la máquina se encuentra equipada con un sistema intercambiador de temperatura a través de agua llamado chiller, este se debe utilizar cuando la temperatura ambiente es mayor a 25°C para que regule la temperatura de los químicos en sus correspondientes depósitos y no ocurra ningún problema en el proceso de expansión o espumado.

Este control de temperaturas se realiza para determinar que las condiciones son las adecuadas para la realización del proceso de espumado. Para realizar un correcto análisis de este proceso, es necesario tener un amplio conocimiento y experiencia en cuanto al proceso de espumado o expansión, así como conocimientos de química, por lo tanto este no será utilizado para la propuesta del sistema de control de calidad.

2.4.2.2 Control de temperaturas del área de curado

El área de curado debe ser ventilada con aire fresco. Ya que el curado es un proceso de intercambio de temperaturas. Además, se utiliza un termómetro digital y una termo cupla de 60 centímetros de largo que se inserta en la parte central del bloque, buscando que llegue al centro, que es donde se genera la mayor temperatura. Esta se mantiene por un período mínimo de 2 horas de observación ya que es en este período donde se alcanza la temperatura máxima y se entra en la fase de enfriamiento o descenso de la temperatura.

Se tienen establecidos los parámetros de temperaturas máximas a desarrollar por densidad, en los distintos bloques o paneles de esponja tanto rectangulares como cilíndricos.

Las temperaturas máximas están definidas por densidad

Densidad 15 Kg/m³ 165°C

Densidad 17 Kg/m³ 161°C

Densidad 20 Kg/m³ 158°C

Estas son observadas y controladas diariamente, como se explicó en el párrafo anterior, es importante tomar en cuenta que se da mayor énfasis a las

esponjas de menor densidad que son las que se aproximan al riesgo de fuegos o incendios.

Estas son verificadas como control de seguridad de la planta. Por lo tanto la temperatura no se analizará en el sistema de control de calidad.

2.4.3 Control de las características de la esponja

2.4.3.1 Permeabilidad

La permeabilidad es catalogada como excelente, muy buena, buena o mala. Ya que es determinada a través de soplar la superficie de la esponja y determinar la resistencia al paso del aire. A menor resistencia, excelente calidad o mejor porosidad, a más resistencia menor calidad o menor porosidad.

2.4.3.2 Capacidad de elongación

La capacidad de elongación o resistencia a la tracción, es la carga que sufre la esponja antes de romperse, mientras más baja sea la densidad su resistencia a la tracción o elongación es menor, ya que el material es menos plástico.

2.4.3.3 Resistencia al desgarre

Esta característica va en función de la calidad de la esponja, es regida por la densidad. Una buena esponja debe tener suficiente resistencia al desgarre.

En este caso la esponja debe tener una buena resistencia al desgarre debido al proceso que es sometida, pues puede ser engrapada o costurada.

2.4.3.4 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión o dureza no es regida por la densidad, es independiente de ésta, esta característica se le da a la esponja a través de los aditivos en el proceso de espumado, es importante tomar en cuenta que al hacer más dura una esponja se pierden sus otras propiedades como su resistencia al desgarre, su elasticidad y plasticidad.

La dureza o resistencia a la compresión, es la capacidad de carga, y se mide a través de la indentación, ésta es la que se aplica en un sector o área específica, y la compresión es aplicada sobre la totalidad de la superficie. En este caso es utilizada la compresión.

Debido a que el proceso mantiene un buen resultado en estas características, en la propuesta se utilizará para los gráficos por atributos, el porcentaje de láminas irregulares que son rechazadas para el proceso de ensamble.

3 PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA EL DEPARTAMENTO DE ESPONJA

3.1 Descripción del producto

La esponja de poliuretano es un material flexible y poroso con propiedades mecánicas particulares que le otorgan características de múltiple aplicación en la industria. Es un material sumamente versátil que se puede utilizar en una extensa gama de aplicaciones.

3.1.1 Componentes

Entre los componentes principales, se pueden mencionar los siguientes químicos

- Polyol
- T.D.I.
- Silicona
- Amina
- Cloruro de metileno
- Catalizador T-9

Tanto el cloruro de metileno como el agua se utilizan como reactivos en el proceso de espumado o expansión.

3.1.2 Especificaciones de sus componentes

Los componentes de la esponja, deben tener una serie de especificaciones químicas como las que se presentan a continuación:

Tabla I. Especificaciones de los componentes de la esponja

Especificaciones del polyol:	
Número de hidróxido, mg KOH/g	54.5 - 57.5
Número de ácido, mg KOH /g	0.02 max
Insaturación, meg/g	0.04 max
Ph (10:6 IPA/ H2O)	6.5 – 8.0
Agua, wt. %	0.05 max
Color, pt-co	50 max
Apariencia	PASS
Especificaciones TDI	
Acidez, como HCL	0.0040 max
Color, APHA	25 max
Análisis, TDI	99.7 min
Hidro cloruros	0.0070 max
Contenido isomero 2,4	79.0 – 81.0
Contenido isomero 2,6	19.0 – 21.0

3.1.3 Especificaciones del producto

Para el diseño del sistema fue seleccionado un sector piloto del departamento, el cuál es el proceso de laminado de bloques de esponja en las densidades 15 Kg/m³, 17 Kg/m³ y 20 Kg/m³. Las cuales tienen las siguientes especificaciones:

- Para la densidad 15 Kg/m³
 - Límite de Especificación Superior = LES= 15.5
 - Límite de Especificación Central = LEC = 15
 - Límite de Especificación Inferior = LEI = 14.5
- Para la densidad 17 Kg/m³
 - Límite de Especificación Superior = LES= 17.5
 - Límite de Especificación Central = LEC = 17
 - Límite de Especificación Inferior = LEI = 16.5
- Para la densidad 20 Kg/m³
 - Límite de Especificación Superior = LES= 20.5
 - Límite de Especificación Central = LEC = 20
 - Límite de Especificación Inferior = LEI = 19.5

Cuando una densidad se encuentra en el límite de especificación superior o fuera de control sobre este la calidad de la esponja es alta pero el gasto de material es elevado.

Cuando se encuentra en el límite central la densidad de la esponja tiene las características, calidad y costo adecuado y necesario para el proceso.

Cuando se encuentra en el límite inferior la esponja es defectuosa, no posee las características necesarias para cumplir con las especificaciones.

En el proceso de laminado, como se mencionó anteriormente, se analizarán en los gráficos de control por atributos las láminas irregulares, que son las obtenidas de la parte de arriba de los bloques, que por efecto de la expansión de la esponja se lastiman con los contornos del molde por lo tanto éstas pasan o no pasan al proceso de ensamble.

3.1.4 Uso final

La esponja proveniente de los bloques es cortada en láminas, con dimensiones determinadas, de acuerdo con el modelo y tamaño como material de acojinamiento.

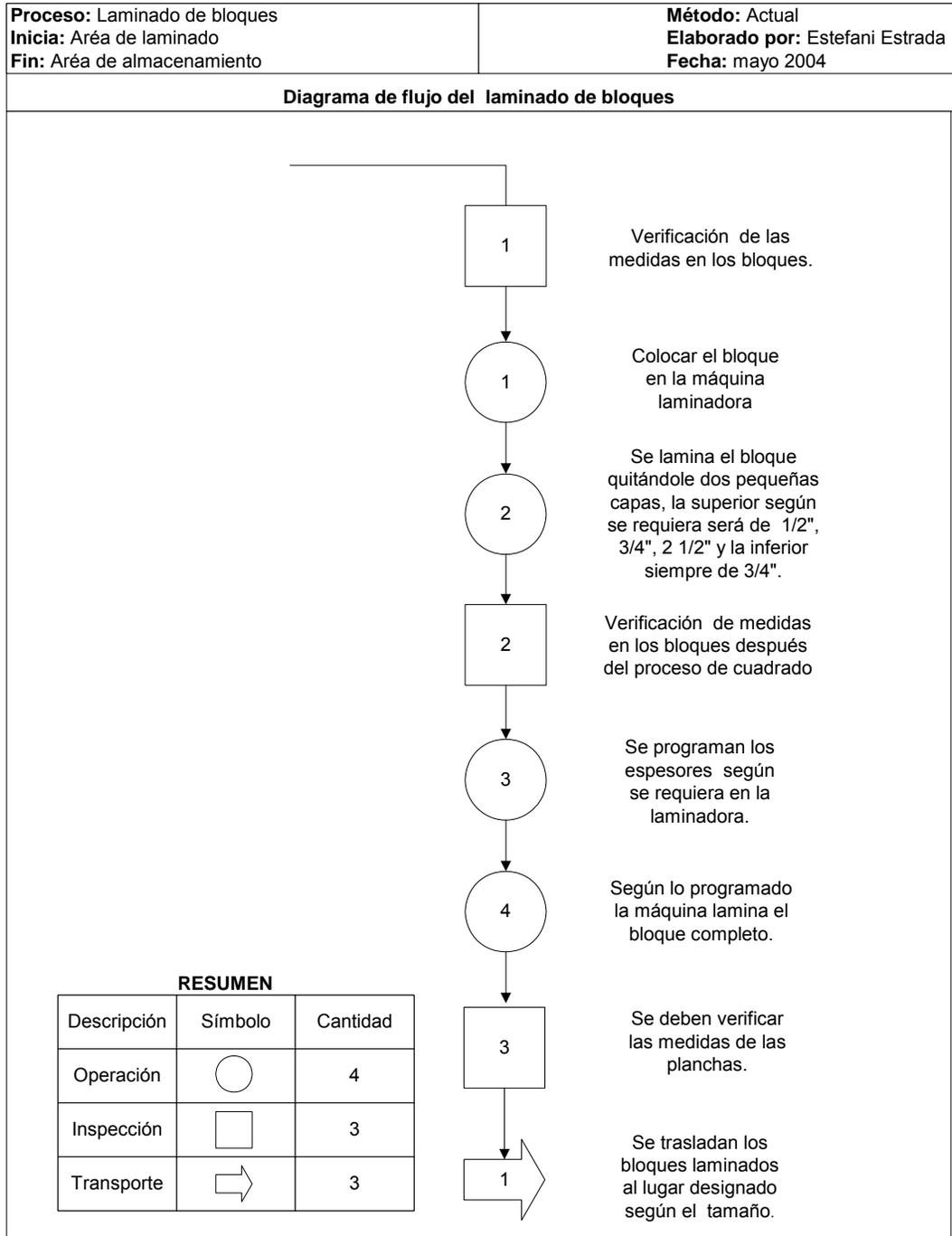
El colchón está formado por una unidad de resortes que es cubierta con fieltro engomado y láminas de esponja en ambos lados.

La base o somier se compone de un camastrón o armazón de madera que se cubre con una lámina de esponja y con una funda de tela especial.

3.2 Análisis del proceso

El proceso de laminados de bloques se compone de una serie de operaciones que se describen en el diagrama de flujo.

Figura 9. Diagrama de flujo del laminado de bloques



3.2.1 Análisis de cada una de las operaciones

Inspección 1: verificación de las medidas en los bloques

Objeto

Esta operación es realizada para poder asegurar que el material que ésta ingresando al proceso cumple con los requerimientos establecidos.

Tolerancias y especificaciones

Las especificaciones en cuanto al tamaño del bloque son las siguientes: imperial, ancho: 39 1/2 " largo: 75 1 /2 ", semimatrimonial, ancho: 48 1/2" largo: 75 1 /2", matrimonial ancho: 55 1 /2" largo: 75 1/2", *queen* ancho: 60 1/2", largo: 78 1/2", *king* ancho: 78 1/2", largo: 78 1/2", todos estos poseen una altura de 36" ó 42" .

Operación 1: colocar el bloque en la máquina laminadora

Objeto

Esta operación es realizada para cargar la máquina con el material necesario para que ésta realice el proceso de laminado.

Operación 2: el bloque es cuadrado

Objeto

Se debe realizar para poder quitar al bloque las irregularidades del proceso de expansión. Esto es aprovechado en otro proceso.

Tolerancias y especificaciones

A la parte superior del bloque debe quitársele de 1/2", 3/4", y de 2 1/2". A la parte inferior debe quitársele siempre 3/4"

Inspección 2: verificación de las dimensiones después del cuadrado

Objeto

Se verifican con el objeto de monitorear constantemente el buen funcionamiento de la máquina. Ya que estos cortes son programados en la máquina.

Tolerancias y especificaciones

Se verifican contra el registro de las dimensiones realizadas al inicio del proceso y de acuerdo con el espesor que se haya trabajado en el proceso de cuadrado.

Operación 3: programación de los espesores en la máquina.

Objeto

Se debe de preparar la máquina para la realización del proceso de laminado, por lo que se debe prestar especial atención en ésta ya que la máquina realizará lo que se programe. Los espesores son definidos de acuerdo a la demanda.

Tolerancias y especificaciones

La programación de la máquina es de acuerdo al espesor, para lo cual se tiene definido el proceso a realizar.

Operación 4: según lo programado la máquina lamina el bloque.

Objeto

La máquina automáticamente realiza el laminado del bloque, según lo programado.

Tolerancias y especificaciones

Durante este proceso el operador debe verificar el buen funcionamiento de la máquina.

Inspección 3: verificación de las dimensiones del laminado del bloque.

Objeto

Esta verificación confirma que el proceso fue realizado con éxito, se toma una lámina de arriba una del centro y una de abajo. Además, es en esta operación donde se inspeccionan las características del producto, permeabilidad, dureza, elongación, además de realizar las correspondientes mediciones para determinar la densidad, de acuerdo con el plan de inspección.

Tolerancias y especificaciones

Las tolerancias y especificaciones de esta operación son las definidas para cada densidad, y tamaño.

Transporte 1: traslado de las láminas al lugar destinado

Objeto

Este traslado debe realizarse para poder ir entregando lo que se requiere y almacenar todo lo que se lamine para poder tener el área de laminado lista para continuar el proceso.

Todas las operaciones anteriores cuentan con buenas condiciones de trabajo, entre las que se pueden mencionar:

- El área del trabajo se encuentra ventilada y limpia.
- Cuenta con todo lo necesario para mantener el área segura y con los servicios adecuados para la higiene.

3.3 Programa de monitoreo

Es necesario realizar un monitoreo del resultado de las operaciones realizadas en el proceso para asegurar la calidad de los productos.

3.3.1 Inspección

Se deberán realizar inspecciones en las densidades mencionadas anteriormente, para lo cuál se tomarán muestras representativas de la totalidad de láminas producidas durante una semana. El resultado de las inspecciones realizadas durante una semana fueron registradas en la plantilla propuesta para tal efecto.

El nivel de inspección utilizado regularmente es el normal pero debido a que en las últimas diez muestras el número de láminas de esponjas defectuosas ha sido mínimo por lo tanto aceptado, se utilizará en el plan de muestreo el nivel de inspección reducida (I).

3.3.2 Diseño de un plan de muestreo

Para este sistema de control de calidad utilizarán un plan de muestreo simple, por ser el más sencillo. Es necesario determinar el número de muestras que deben ser inspeccionadas, que proporcionen datos representativos de la población de láminas de esponja.

Para la realización de este plan de muestreo se utilizarán las tablas siguientes:

- Tabla K letras clave del tamaño de la muestra MIL-STD-105D (Norma ABC).
- Tabla N tabla maestra para inspección reducida (muestreo simple) MIL-STD_105D (Norma ABC).

En el desarrollo de este plan de muestreo se utilizó como tamaño de lote (N), un estimado de las láminas producidas en una semana de las densidades que se analizarán, puesto que se realizarán los gráficos con los datos de una

semana como mínimo. Además, se decidió trabajar con un máximo porcentaje de productos defectuosos o no conformes (NCA), de un 1%.

Datos utilizados:

N = 1,150

NCA= 1%

Nivel de inspección= I (reducida)

Tabla II. Letras clave del tamaño de la muestra

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 - 1200	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 más	D	E	H	K	N	Q	R

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

Fuente: Laboratorio de controles industriales

Utilizando la tabla II, se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se busca en la columna de tamaño de lote, el tamaño de lote que se usará es de 1,150 y éste se encuentra en el rango de 501-1,200.
- b) Se busca a la izquierda en las columnas de niveles de inspección generales, el nivel de inspección reducida (I).
- c) Obteniendo la letra clave del tamaño de la muestra, en este caso será la letra G.

Seguidamente se debe utilizar la tabla III

Tabla III. Tabla maestra para la inspección reducida

Letra clave del Tamaño	Tamaño de la muestra	Niveles de Inspección de calidad aceptable (inspección reducida)																													
		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	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2																														
B	2																														
C	2																														
D	3																														
E	5																														
F	8																														
G	13																														
H	20																														
J	32																														
K	50																														
L	80																														
M	125																														
N	200																														
P	315																														
Q	500																														
R	800																														

Tabla N Tabla maestra para la inspección reducida (muestreo simple) MIL-STD-105D (Norma ABC)

Fuente: Laboratorio de controles industriales

Para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se busca en la columna de letra clave del tamaño, la letra G obtenida en la tabla anterior.
- b) En la columna del tamaño de la muestra, a la altura de la letra G, se obtiene un tamaño de muestra (n), de 13.
- c) Se busca el NCA, que se decidió trabajar el cuál es en este caso de 1%, la tabla ya se encuentra en porcentajes, obteniendo el número de artículos que se aceptarán el cual es $Ac = 0$ y el número de artículos que se rechazarán será de $Re = 1$.

3.4 Gráficos de control por variables

3.4.1 Capacidad del proceso

Según el plan de muestreo se deben de tomar 13 muestras durante una semana, al distribuirlas durante los cinco días dan 2.6 por lo que se aproxima, y el número de muestras que se deben tomar diariamente será de 3.

Cálculos para el análisis para la capacidad del proceso

Para densidad 15

LSE 15.5

LCE 15

Tabla IV. Número de muestras para la densidad 15

Número de muestras					
Día	1	2	3	Media Aritmética	Rango
1	15.04	15.06	15.10	15.07	0.06
2	15.08	15.10	15.07	15.08	0.03
3	15.09	15.06	15.03	15.06	0.06
4	15.07	15.04	15.09	15.07	0.05
5	15.10	15.12	15.10	15.11	0.02
				15.08 Media de medias	0.04 Media de rangos

Desviación estándar = $\frac{\text{Media de rangos}}{D2}$ Se busca en la tabla de factores para gráficas de control

$\sigma = 0.013$

Capacidad del proceso

$Cp = \frac{LSE-LIE}{6\sigma}$

$Cp = \frac{1}{0.076036866}$

$Cp = 13.15151515$ Como es mayor que uno el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones.

Si $Cp < 1$, el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones

Si $Cp > 1$, el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones

3.4.2 Gráfico de medias

Gráfico de medias densidad 15

LSE 15.5
 LCE 15
 LIE 14.5

Tabla V. Muestras del gráfico de medias de la densidad 15

Número de muestras				
Día	1	2	3	Media aritmética
1	15.04	15.06	15.10	15.07
2	15.08	15.10	15.07	15.08
3	15.09	15.06	15.03	15.06
4	15.07	15.04	15.09	15.07
5	15.10	15.12	15.10	15.11
Media de medias				15.08

$$LICx = X - A_2R = 15,08 - 0,223 \times 0,04$$

$$LCCx = X = 15,08$$

$$LSCx = X + A_2R = 15,08 + 0,223 \times 0,04$$

$$LICx = 15.07108$$

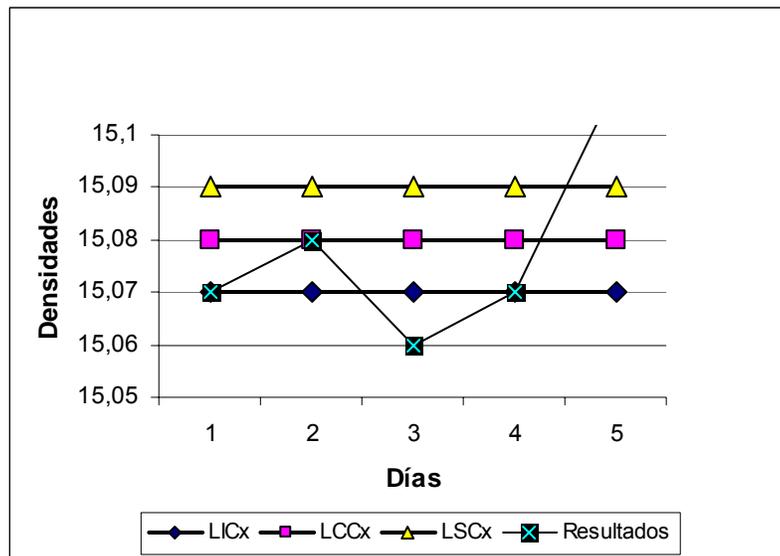
$$LCCx = 15.08$$

$$LSCx = 15.08892$$

Tabla VI. Resultados obtenidos de cálculos de la densidad 15

LICx	LCCx	LSCx	Resultados
15.07	15.08	15.09	15.07
15.07	15.08	15.09	15.08
15.07	15.08	15.09	15.06
15.07	15.08	15.09	15.07
15.07	15.08	15.09	15.11

Figura 11. Gráfico de medias de la densidad 15



Al analizar el gráfico de medias de la densidad 15, se puede evidenciar que hay dos puntos fuera de los límites de control, estos son parte normal del proceso, se presentan solamente al azar. Por lo tanto la variación es al azar.

Gráfico de medias densidad 17

LSE 17.5

LCE 17

LIE 16.5

Tabla VII. Muestras del gráfico de medias de la densidad 17

Número de muestras

Día	1	2	3	Media aritmética
1	17.04	17.11	17.09	17.08
2	17.10	17.12	17.09	17.10
3	17.06	17.04	17.10	17.07
4	17.03	17.00	16.99	17.01
5	17.00	16.97	16.98	16.98
Media de medias				17.05

$$LICx = X - A_2R \quad 17,05 - 0,223 \times 0,04$$

$$LCCx = X \quad 17.05$$

$$LSCx = X + A_2R \quad 17,05 + 0,223 \times 0,04$$

$$LICx = 17.04108$$

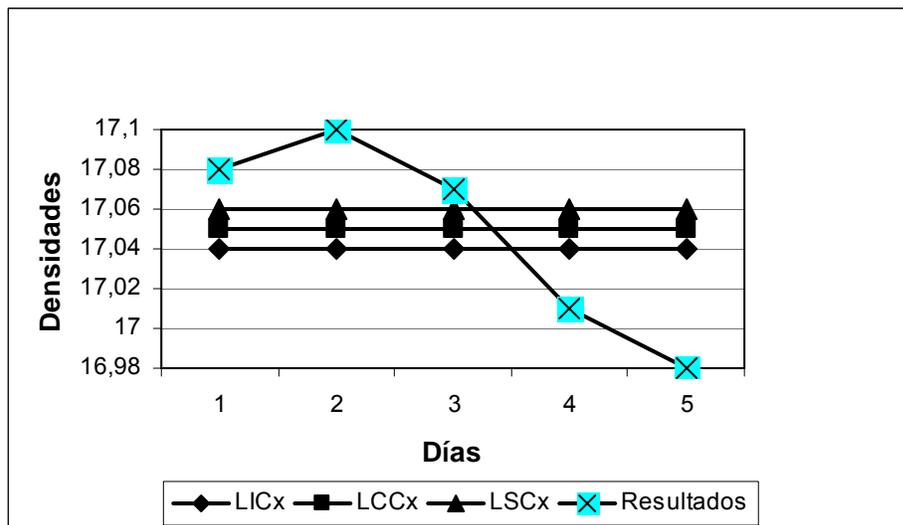
$$LCCx = 17.05$$

$$LSCx = 17.05892$$

Tabla VIII. Resultados obtenidos de los cálculos de la densidad 17

LICx	LCCx	LSCx	Resultados
17.04	17.05	17.06	17.08
17.04	17.05	17.06	17.1
17.04	17.05	17.06	17.07
17.04	17.05	17.06	17.01
17.04	17.05	17.06	16.98

Figura 12. Gráfico de medias de la densidad 17



Al realizar el análisis de la gráfica de medias de la densidad 17, se evidencia que las cinco muestras se encuentran fuera de control, esta variación es atribuible, es decir, es debida a una causa asignable por lo tanto deberán rastrear los factores que están afectando los parámetros de la población de la producción.

Gráfico de medias densidad 20

LSE 20.5

LCE 20

LIE 19.5

Tabla IX. Muestras del gráfico de medias de la densidad 20

Número de muestras				
Día	1	2	3	Media aritmética
1	20.13	20.16	20.13	20.14
2	20.16	20.15	20.11	20.14
3	20.10	20.13	20.12	20.12
4	20.14	20.13	20.14	20.14
5	20.16	20.15	20.13	20.15
Media de medias				20.14

$$LICx = X - A_2R \quad 20,14 - 0,223 \times 0,03$$

$$LCCx = X \quad 20.14$$

$$LSCx = X + A_2R \quad 20,14 + 0,223 \times 0,03$$

$$LICx = 20.13$$

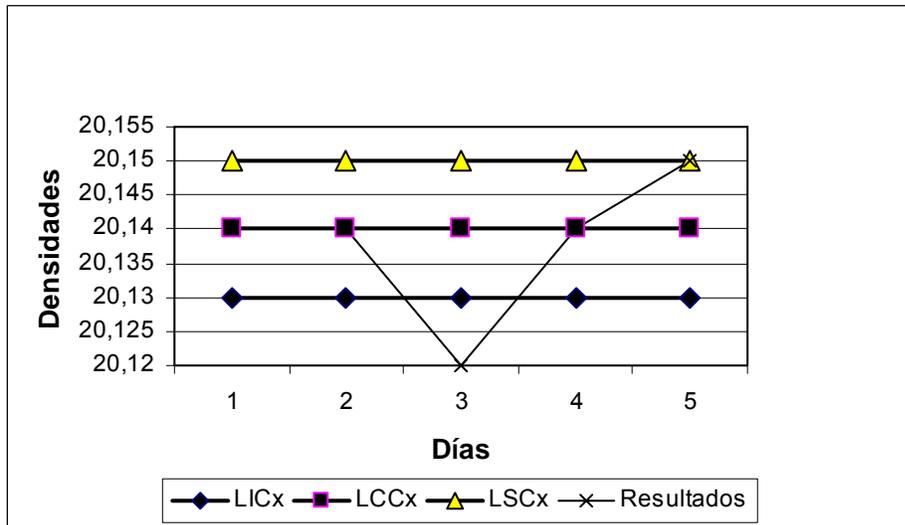
$$LCCx = 20.14$$

$$LSCx = 20.15$$

Tabla X. Resultados obtenidos de los cálculos de la densidad 20

LICx	LCCx	LSCx	Resultados
20.13	20.14	20.15	20.14
20.13	20.14	20.15	20.14
20.13	20.14	20.15	20.12
20.13	20.14	20.15	20.14
20.13	20.14	20.15	20.15

Figura 13. Gráfico de medias de la densidad 20



Al realizar el análisis del gráfico de medias para la densidad 20, se evidencia que hay un punto o muestra fuera de control que es atribuible a una variación al azar que es aceptable en todos los procesos productivos.

3.4.3 Gráfico de rangos

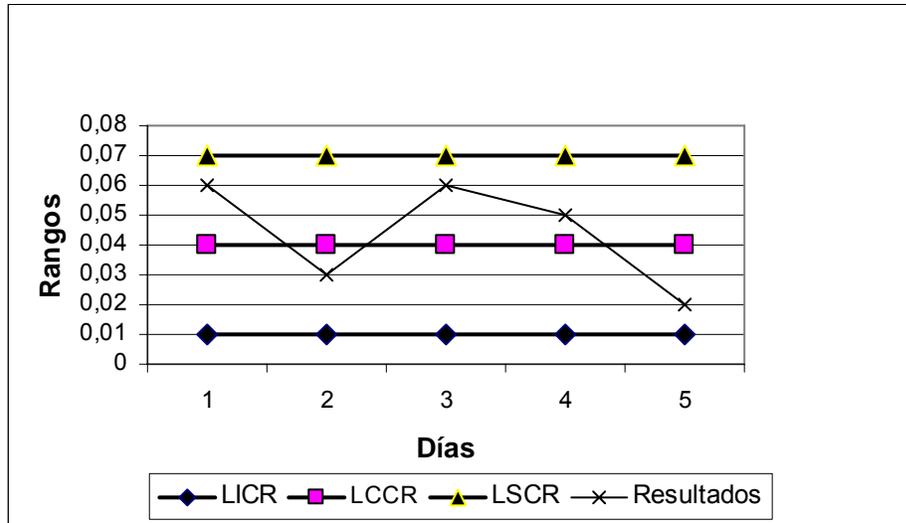
Gráfico de rangos para la densidad 15

$$\begin{aligned}
 LIC_R &= D_3R & 0,347 \cdot 0,04 & = 0,01 \\
 LCC_R &= R & 0,04 & = 0,04 \\
 LSC_R &= D_4R & 1,653 \cdot 0,04 & = 0,07
 \end{aligned}$$

Tabla XI. Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 15

LIC _R	LCC _R	LSC _R	Resultados
0.01	0.04	0.07	0.06
0.01	0.04	0.07	0.03
0.01	0.04	0.07	0.06
0.01	0.04	0.07	0.05
0.01	0.04	0.07	0.02

Figura 14. Gráfico de rangos de la densidad 15



Al analizar la gráfica de rangos para la densidad 15, se puede observar que el proceso se encuentra bajo control.

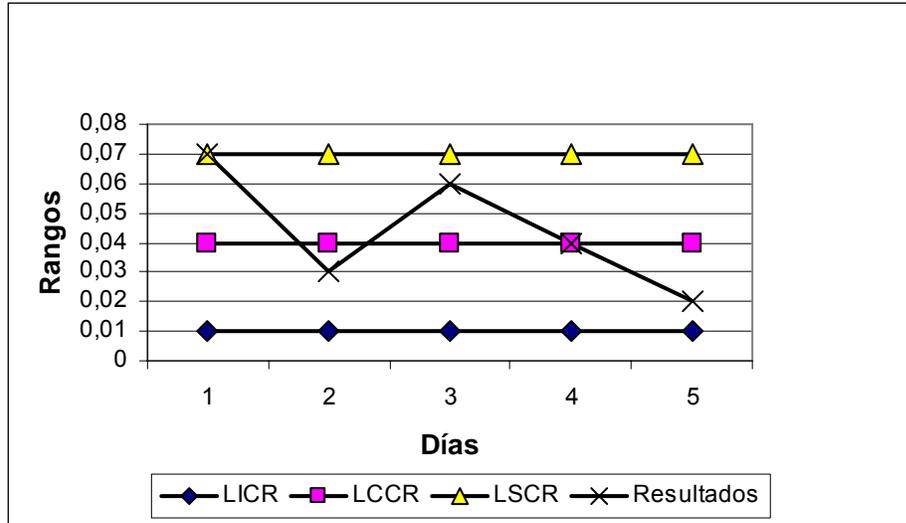
Gráfico de rangos para la densidad 17

$$\begin{aligned} \text{LIC}_R &= D_3R = 0.01 \\ \text{LCC}_R &= R = 0.04 \\ \text{LSC}_R &= D_4R = 0.07 \end{aligned}$$

Tabla XII. Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 17

LIC _R	LCC _R	LSC _R	Resultados
0.01	0.04	0.07	0.07
0.01	0.04	0.07	0.03
0.01	0.04	0.07	0.06
0.01	0.04	0.07	0.04
0.01	0.04	0.07	0.02

Figura 15. Gráfico de rangos de la densidad 17



Al analizar el gráfico de rangos de la densidad se puede observar que se encuentra bajo control, pero se debe tener especial atención en este producto pues está cerca de salirse de los límites de control.

Gráfico de rangos para la densidad 20

$$LIC_R = D_3R = 0,347 * 0,03$$

$$LCC_R = R = 0.03$$

$$LSC_R = D_4R = 1,653 * 0,03$$

$$LIC_R = 0.01$$

$$LCC_R = 0.03$$

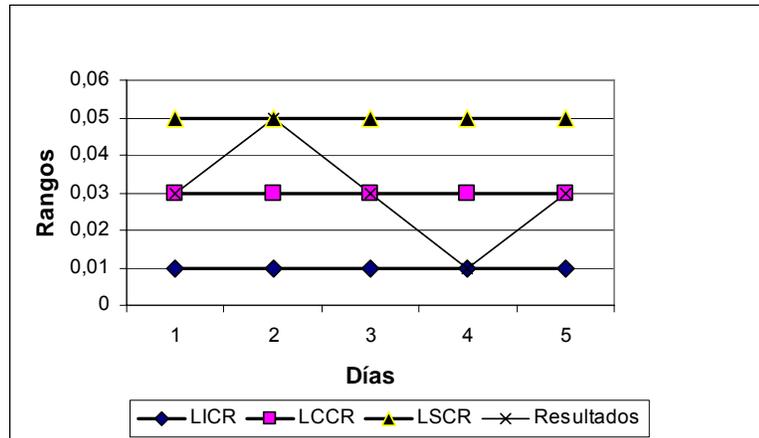
$$LSC_R = 0.05$$

Tabla XIII. Resultados de los cálculos para el gráfico de rangos de la densidad 20

LIC _R	LCC _R	LSC _R	Resultados
0.01	0.03	0.05	0.03
0.01	0.03	0.05	0.05

0.01	0.03	0.05	0.03
0.01	0.03	0.05	0.01
0.01	0.03	0.05	0.03

Figura 16. Gráfico de rangos de la densidad 20



El gráfico de rangos para la

densidad 20, evidencia que se encuentra bajo control, sin embargo, se debe mantener bajo observación debido a la muestra que se encuentra en el límite superior y la otra que se encuentra en el límite inferior, a punto de salir de los límites.

3.5 Gráfico de control por atributos

Debido al proceso de expansión en el proceso de espumado de la esponja los bloques tienen unas irregularidades, por lo cual es llevado a cabo el proceso de cuadrado del bloque. De éste se obtiene cierta cantidad de láminas las cuales son analizadas en estos gráficos, pues aunque cumplan con las especificaciones anteriores tienen ciertos defectos físicos por lo cual son consideradas láminas defectuosas.

3.5.1 Gráfico P

Los datos utilizados para la realización del gráfico P, fueron estimados con base en datos que se analizan mensualmente.

Tabla XIV. Muestras para el gráfico P

núm. muestra	Muestra	Láminas defectuosas	P'
1	200	102	0.51
2	200	100	0.50
3	200	105	0.53
4	200	130	0.65
5	200	115	0.58
6	200	130	0.65
7	200	152	0.76
8	200	160	0.80
9	200	90	0.45
10	200	170	0.85
11	200	160	0.80
12	200	120	0.60
13	200	120	0.60
14	200	105	0.53

15	200	110	0.55
16	200	111	0.56
17	200	113	0.57
18	200	112	0.56
19	200	142	0.71
20	200	112	0.56
21	200	116	0.58
22	200	102	0.51
4400		2677	

$$LSCp = p + 3 \sqrt{p(1-p)/n}$$

$$LCCp = p$$

$$LICp = p - 3 \sqrt{p(1-p)/n}$$

LSP 0.630475516

LCP 0.608409091

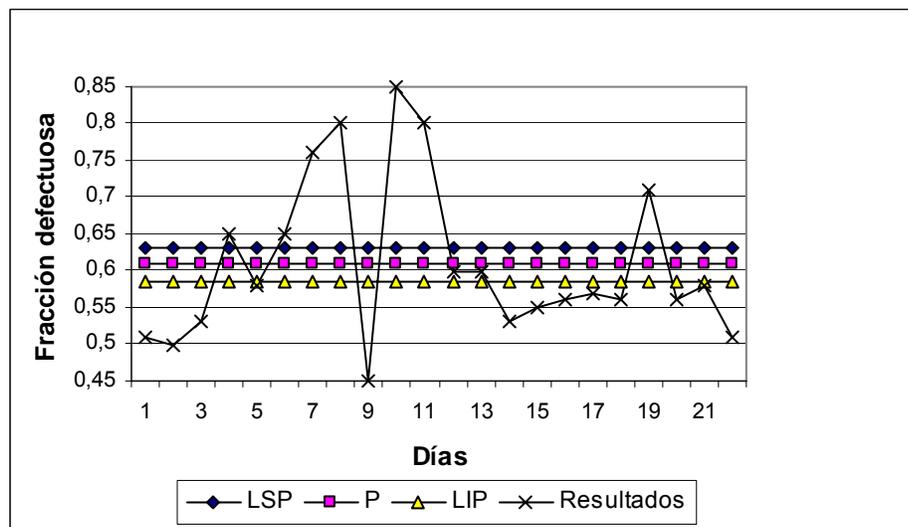
LIP 0.586324484

Tabla XV. Resultados del gráfico P

LSP	P	LIP	Resultados
0.6304	0.6084	0.5863	0.51
0.6304	0.6084	0.5863	0.5
0.6304	0.6084	0.5863	0.53
0.6304	0.6084	0.5863	0.65
0.6304	0.6084	0.5863	0.58
0.6304	0.6084	0.5863	0.65
0.6304	0.6084	0.5863	0.76
0.6304	0.6084	0.5863	0.8
0.6304	0.6084	0.5863	0.45
0.6304	0.6084	0.5863	0.85
0.6304	0.6084	0.5863	0.8

0.6304	0.6084	0.5863	0.6
0.6304	0.6084	0.5863	0.6
0.6304	0.6084	0.5863	0.53
0.6304	0.6084	0.5863	0.55
0.6304	0.6084	0.5863	0.56
0.6304	0.6084	0.5863	0.57
0.6304	0.6084	0.5863	0.56
0.6304	0.6084	0.5863	0.71
0.6304	0.6084	0.5863	0.56
0.6304	0.6084	0.5863	0.58
0.6304	0.6084	0.5863	0.51

Figura 17. Gráfico P (Fracción defectuosa)



Al analizar el gráfico P, se evidencia que hay mucha variabilidad en las muestras, pero deben estudiarse las muestras que están por debajo del límite

inferior puesto que se puede encontrar en ellas la respuesta para mejorar la calidad.

3.5.2 Gráfico NP

Para la realización de este gráfico se utilizaron las primeras tres columnas de datos del gráfico anterior.

LSPn 142.39

LCPn 121.68

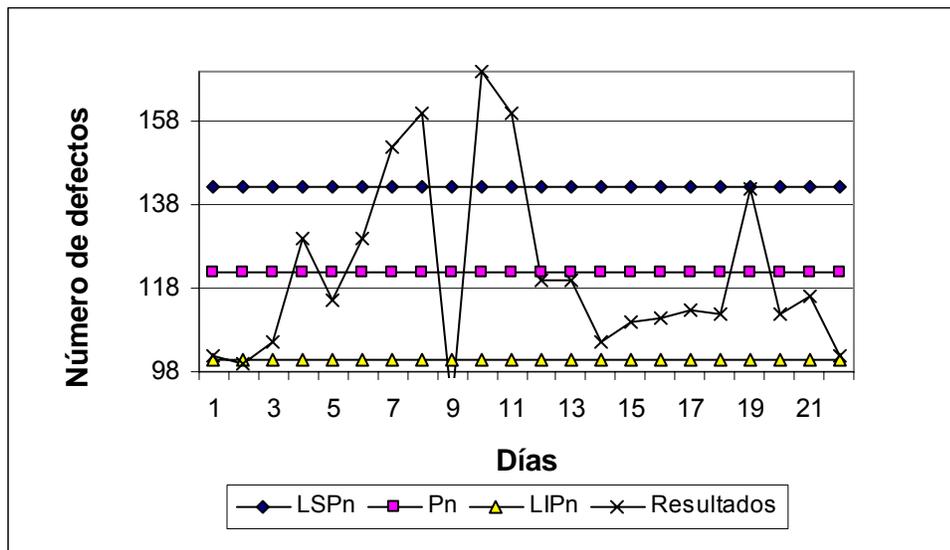
LIPn 100.97

Tabla XVI. Resultados del gráfico NP

LSPn	Pn	LIPn	Resultados
142.39	121.68	100.97	102
142.39	121.68	100.97	100
142.39	121.68	100.97	105
142.39	121.68	100.97	130
142.39	121.68	100.97	115
142.39	121.68	100.97	130
142.39	121.68	100.97	152
142.39	121.68	100.97	160
142.39	121.68	100.97	90
142.39	121.68	100.97	170
142.39	121.68	100.97	160
142.39	121.68	100.97	120
142.39	121.68	100.97	120
142.39	121.68	100.97	105
142.39	121.68	100.97	110

142.39	121.68	100.97	111
142.39	121.68	100.97	113
142.39	121.68	100.97	112
142.39	121.68	100.97	142
142.39	121.68	100.97	112
142.39	121.68	100.97	116
142.39	121.68	100.97	102

Figura 18. Gráfico NP (láminas defectuosas)



El gráfico Np, evidencia que hay siete de las muestras por encima del límite superior y hay una muestra por debajo del límite inferior que podría ser la luz para mejorar la calidad.

Es importante basar las decisiones tanto como sea posible en datos exactos y oportunos no en deseos, corazonadas o en la experiencia. Pues los juicios que no están respaldados por datos corren el riesgo de incluir opiniones, exageraciones e impresiones desacertadas.

Los métodos estadísticos ayudan a comprender los procesos, a controlarlos y luego a mejorarlos. Estos métodos señalan la presencia de causas especiales. Un punto que está fuera de los límites en un gráfico de control, o un resultado significativo, casi siempre indica la existencia de una o más causas especiales.

Los puntos que se encuentran bajo control, o los que no tienen mayor significado, indican que sólo continúan existiendo las causas comunes de variación.

Cuando se encuentran la mayor parte de las causas especiales, y las elimina, todo lo que queda son las causas comunes de variación, que pueden ser de varios tipos: mala iluminación, humedad, mala comida en la cafetería, falta de un verdadero programa de calidad, materias primas de mala calidad o calidad uniforme.

Estas causas comunes son más difíciles de identificar que las causas especiales. Además, la eliminación de las causas comunes requiere del apoyo de la gerencia y la dirección de la empresa.

El momento más indicado para mejorar un sistema es cuando se han eliminado las causas especiales y el proceso está bajo control estadístico. Pero la recolección de datos y elaboración de gráficos de control sólo son indicadores de cómo está la calidad, para mejorarla se deben realizar investigaciones y acciones correctivas.

4 IMPLEMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

4.1 Etapas de la implementación

La implementación del sistema de control de calidad exige una gestión progresiva y estructurada.

Preparación

En primer lugar, debe identificarse un proyecto piloto sobre el que se aplicará toda la gestión. Para ello, se empieza por clarificar en cada producto

el diagrama de flujo del proceso. A continuación, se precisan las exigencias y se identifican las que se satisfacen con mayores dificultades. Basta entonces con integrar en el proyecto piloto la o las etapas del proceso que contribuyen a obtener esta característica.

Otros criterios de selección pueden influir en la decisión de elección de los procesos elementales integrados en el proceso piloto.

Una vez seleccionado el proceso piloto, para cada etapa del proceso que debe ser dominado es preciso:

- a) Definir con precisión las exigencias, etapa siguiente en el proceso de transformación.
- b) Clarificar el funcionamiento del proceso e identificar todos los parámetros de ajuste y su conductor (la persona que tiene poder para modificarlos).
- c) Formular las exigencias.

A continuación se organiza un grupo de trabajo para descubrir si es posible eliminar todas las causas evidentes de no conformidad. Este trabajo debe hacerse con espíritu de prevención, buscando siempre la causa de la causa en el funcionamiento del proceso. No debe desembocar en la implantación de nuevos sistemas de detección, sino en evoluciones y modificaciones del proceso. Si se llega a implicar al conjunto de las competencias afectadas por el funcionamiento del proceso, los resultados pueden ser muy fructíferos.

Una vez reformado el proceso, hay que seleccionar el parámetro del producto o del proceso que ha de ser puesto bajo control.

Con la identificación de las fuentes de inestabilidad y de sus efectos sobre el producto, la elección debe ser más fácil.

La última fase de esta etapa preparatoria consiste en definir y evaluar el sistema de medida. La definición del procedimiento de medida no siempre es evidente, ya que a veces no se cuenta con los aparatos de medida capaces de llegar hasta una décima parte de la tolerancia.

Implantación

Esta segunda etapa reagrupa las fases clásicas para colocar un proceso bajo control:

- Estudio de la capacidad y eliminación de las causas de variación que han quedado de manifiesto
- Seguimiento del rendimiento del proceso con la ayuda de un formato de seguimiento
- Control del proceso, definición del gráfico de control y cálculo de los límites de control
- Cálculo de la capacidad del proceso

Al final de esta segunda etapa se posee un buen conocimiento del proceso, de lo que es capaz de hacer y de su potencial en la actual definición. Además, las causas principales de variación han sido eliminadas, lo que ha permitido estabilizar el proceso en el tiempo. Ahora deben darse al conductor del proceso los medios para dominarlo y crear una dinámica de mejora continua.

Control del proceso

Esta tercera etapa consiste en implantar los sistemas y los procedimientos necesarios para el control del proceso. Como los límites de control están definidos, el conductor del proceso debe saber

- Observar las situaciones fuera de control
- Identificar rápidamente la causa asignable
- Tomar la medida correctiva adaptada
- Intervenir sobre el producto
- Difundir la información

Todo esto exige que la dirección realice un trabajo preparatorio de definición de procedimientos rigurosos adaptados a cada una de las situaciones a las que puede enfrentarse el conductor. El resultado de este trabajo de grupo debe concretarse en la instalación de un puesto de control.

4.2 Formación de la cultura de calidad

Los principios de la calidad deben convertirse en parte primordial de la cultura de la organización; deben incorporarse en las estrategias y filosofías de liderazgo. La calidad debe estar inscrita en los valores de la organización.

Para la formación de esta cultura el gerente debe guiar, dirigir el esfuerzo y proporcionar los recursos para ello. Deben tomarse en cuenta las creencias fundamentales sobre calidad, que guían la toma de decisiones, estas son:

- La calidad es el fundamento de un éxito continuado.
- La calidad es un viaje de continua mejora e innovación.
- La calidad da una redituabilidad elevada, pero requiere la inversión de tiempo y de recursos.
- La calidad requiere un liderazgo comprometido.
- La calidad empieza cumpliendo o excediendo las expectativas de clientes y empleados.
- La calidad requiere trabajo en equipo y aprendizaje a todos los niveles.

El paso de una cultura tradicional a una cultura de calidad requiere cambios significativos en las actitudes y prácticas de administración.

Para obtener una cultura de calidad debe difundirse la importancia de esta nueva manera de trabajar, la cual aprovecha los conocimientos y habilidades de cada empleado en todos los niveles y es importante para que dicho proceso se mantenga.

4.3 Prevención de los defectos

Existen varias actividades que la empresa realiza para prevenir los defectos; entre ellas se pueden mencionar la elaboración y revisión de las especificaciones, así como la planeación del sistema de control de calidad. Para establecer la prevención de los defectos o la no calidad es necesario instruir y capacitar al personal con respecto a la calidad, pues la empresa necesita una fuerza de trabajo que comprenda cómo utilizar los datos y la información para impulsar la mejora continua.

4.4 Reconocimiento de los progresos

Para perpetuar el sistema implantando y animar al personal a proseguir con su esfuerzo, es importante poner en funcionamiento un instrumento de retorno de información que haga visibles los progresos realizados.

El medio más simple de hacerlo consiste en publicar los logros obtenidos en el boletín de la empresa y en las carteleras, con lo cual los participantes recibirán reconocimiento por sus esfuerzos, tanto de la gerencia como de sus compañeros de trabajo.

Esta publicación de los resultados puede ser completada por reuniones informativas regulares, mensuales o trimestrales, durante las cuales se analicen los resultados y se planifiquen las acciones de mejora. Puede darse mayor difusión a los resultados publicando periódicamente una hoja informativa sobre la mejora continua.

Finalmente, puede establecerse un reconocimiento de mayor carácter institucional mediante la organización de una jornada de mejora continua en la

que se presente al conjunto del personal de la empresa los resultados más significativos.

Todas estas manifestaciones de reconocimiento persiguen un doble objetivo: el de informar y también el de reforzar la adhesión y la movilización del personal con respecto a los fines de calidad de la empresa. Refuerzan el sentimiento de pertenencia a la organización y permiten que la dirección reconozca los méritos adquiridos a la vez que ponen el acento en la necesidad de esforzarse para hacer frente a la competencia.

También se puede otorgar reconocimiento por medio de incentivos económicos, como una bonificación basada en el rendimiento del empleado en actividades concernientes con la calidad.

Al igual que en el caso de la formación, todos los actos de reconocimiento deben ser aprovechados para difundir una información económica al conjunto del personal.

Mediante la transparencia y mediante una amplia información sobre la realidad del entorno puede mobilizarse al personal en torno a un objetivo común.

5 MEJORA CONTINUA

5.1 Mejora continua

La mera implantación de los gráficos de control en el puesto de trabajo conlleva una mejora del rendimiento del proceso. En efecto, se comprueba que los conductores están más atentos a mantener la estabilidad de los parámetros que deben controlar, pero en especial enriquecen su experiencia, reaccionan con mayor rapidez y tienen una visión más preventiva del funcionamiento de su proceso. Paulatinamente, los comportamientos que perturban el proceso, como el sobreajuste, desaparecen en beneficio de una conducción más reflexiva.

Para superar estas mejoras, que a menudo son frutos de los intercambios entre los mandos intermedios y los operadores, es preciso implantar instrumentos estadísticos, así como grupos de resolución de problemas.

Por tanto, la empresa debe dotarse de los recursos humanos e informáticos capaces de poner en marcha métodos estadísticos de análisis y grupos que se reúnan muy rápidamente para descubrir causas aleatorias o asignables cuya manifestación haya podido ser caracterizada.

Para funcionar, estos grupos deben disponer de instrumentos complementarios para recoger información más afinada.

La fabricación debe poder apoyarse sobre un servicio, sea el de investigación y desarrollo o sea el de calidad, capaz de poner en marcha planes de experiencia y de explotar los resultados con la ayuda de programas de análisis de variación.

Todos estos análisis complementarios permitirán mejorar el rendimiento del proceso ya sea mediante una redefinición de los parámetros de ajuste, ya sea mediante una actualización de los métodos de producción o ya sea mediante una modificación de los medios de producción. El camino de la implantación se inscribe en un proceso de mejora continua. En el curso del tiempo evolucionarán los instrumentos utilizados, los gráficos de control dejarán paso progresivamente a recogidas de información en tiempo real que permitirán un dominio total de proceso y una conducción automatizada cada vez más preventiva.

Todos los pasos de implantación respetan la misma lógica. Los puntos comunes, esenciales para el éxito de la acción son:

- La elección de un sector piloto
- Un análisis previo de los procesos
- La formación del personal que garantizará el éxito operativo
- La implantación de una estructura de seguimiento que oriente las elecciones previas y se encargue de promocionar la voluntad de mejora continua

Es importante tomar en cuenta que el mejoramiento continuo no se logra sin el trabajo en equipo, pues todos deben convenir en implantar el mejoramiento continuo, ya que todos tienen un papel que desempeñar.

5.2 Evaluación

La evaluación tarde o temprano sucede en todo proceso de calidad. Pues es importante poder justificar las actividades realizadas ante el gerente, por lo tanto se debe de realizar con argumentos firmes, además de suministrar la retroinformación a los supervisores y el resto de empleados para que puedan desempeñar un mejor papel en el desarrollo del sistema de control de calidad.

Por lo cual es necesario instituir un sistema sólido de evaluación que sirva como medida de referencia para evaluar los logros. Para ello se deberán establecer los parámetros, seleccionar a la persona que se encargará de recopilar los datos, y decidir cómo y dónde se recogerán.

También deberá decidir cómo analizar y publicar los resultados. Es necesario recopilar y presentar los siguientes datos: resultados del análisis de los gráficos de control, contribuciones para eliminar todas las causas especiales o atribuibles, para poder mejorar continuamente, análisis de cuales acciones han resultado en mejoras para la empresa y para el personal.

5.3 Prevención

Es importante establecer el período más adecuado para la recopilación, elaboración de los gráficos de control y análisis de ellos para poder tomar decisiones a tiempo y así poder prevenir la ocurrencia de defectos en el producto fabricado, por lo tanto es recomendable realizar este proceso diariamente para poder realizar los ajustes necesarios, y presentar los resultados de los gráficos semanalmente conjuntamente con todas las correcciones y ajustes realizados en el transcurso de ésta para prevenir la no calidad.

5.4 Costos de la calidad

A los costos originados por las deficiencias en productos y procesos se les conoce como costos de no calidad o de mala calidad. Un concepto aún más general es el de costos de calidad, que incluye a los costos de no calidad y los costos originados en las empresas por asegurar que los productos tengan calidad.

Existen tres clases de costos que deben explorarse al tratar de tomar decisiones, estos son: los costos de control de calidad, costos de baja calidad y el costo de los gastos para mejorar la calidad.

Los costos de control de calidad incluyen los costos de construir y mantener instalaciones para la realización de pruebas y el equipo, estos costos en su mayoría son fijos, sin embargo, algunos son variables como los salarios del personal asignado para llevar a cabo las pruebas y los gastos asociados con la obtención de muestras para la elaboración de los gráficos de control.

Los costos de la baja calidad en este caso son los incurridos internamente como lo son el desperdicio y retrabajo. Cuando el producto ésta seriamente dañado, la empresa pierde los materiales y los costos de mano de obra como desperdicio. Cuando puede repararse o recuperarse algo pero se incurre en más gastos de los que se incurren cuando las cosas se hacen bien.

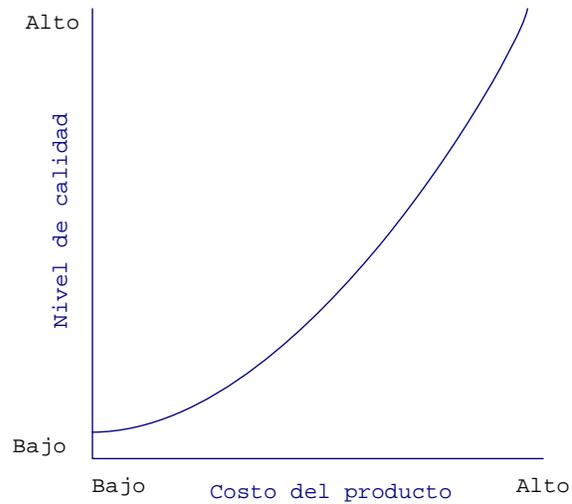
Los costos de los gastos para mejorar la calidad pueden tomar muchas formas, podrían ser los esfuerzos por mejorar el diseño del producto o el proceso de manufactura, así como los incentivos otorgados al personal por sus logros en cuanto a la calidad, además los programas de entrenamiento, de forma que los trabajadores comprendan como hacer el trabajo o alcanzar niveles de calidad más altos.

5.5 Consideraciones de costo

Un dilema inevitable es el que se refiere a la relación de costo y calidad. Los niveles de alta calidad comprenden costos altos; la presión para reducir los precios y costos debe inevitablemente reducir niveles de calidad. En realidad

se obtiene lo que paga. La relación entre costos de producción y normas de alta calidad se indica en la siguiente figura.

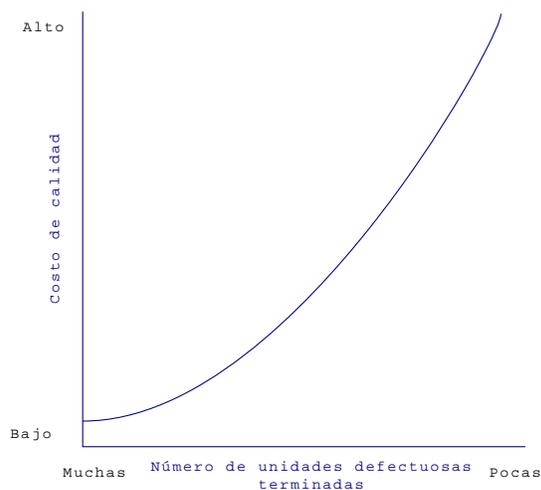
Figura 19. Relación entre calidad y costo.



Fuente: Richard Hopeman. **Administración de producción y operaciones**. Pág.518.

Asociada a esta curva, existe otra que relaciona el costo del control de calidad y el número de unidades defectuosas completadas.

Figura 20. Relación entre el costo de control de calidad y el número de unidades defectuosas terminadas.



Fuente: Richard Hopeman. **Administración de producción y operaciones**. Pág.519.

Al observar ambas curvas son similares. Para asegurar que ningún artículo salga defectuoso, los gastos de control de calidad deben ser muy altos. Al contrario, los gastos bajos en control de calidad generalmente resultarán en muchos productos defectuosos.

Ningún extremo funciona. El costo de producir unidades no defectuosas sube a una tasa que generalmente aumenta exponencialmente. De esta forma, el no producir defectos puede ser tan costoso que el producto no sea competitivo en el mercado.

En el caso de la figura 19 relación entre calidad y costo, se puede observar que debe llegarse a un acuerdo entre control de calidad y costo. Esto se podrá determinar al tomar en cuenta las consideraciones estratégicas y poder seleccionar con éxito el nivel de calidad que resulte efectivo en el mercado.

CONCLUSIONES

1. El sistema de control de calidad se debe diseñar con base en un sector, el laminado de bloques en densidades 15 Kg/m^3 , 17 Kg/m^3 , y 20 Kg/m^3 . Puesto que a través del estudio realizado la producción de estas densidades representa el 75% de la producción.
2. Para conocer el proceso se realizó el análisis correspondiente de cada una de las operaciones que lo componen, determinando que uno de los puntos que necesita mantenerse bajo control, es el laminado de bloques debido a que es en esta operación donde se

puede determinar el porcentaje de esponja que cumple con las especificaciones establecidas.

3. Debido al análisis del proceso y de la situación actual, se consideró necesario para diseñar el sistema de control de calidad, la realización de un estudio del proceso, por medio del diagrama de flujo de operaciones, así como analizar la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones de calidad, como resultado del cual se considera que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas en un 80% y el uso de gráficos de control para tener indicadores del estado de calidad.
4. Este sistema proporcionará tanto al departamento de esponja como a la gerencia de producción información, con la que podrán mejorar la calidad de los productos, y realizar todo lo necesario para que el proceso se encuentre bajo control.
5. Los gráficos de control indican la calidad del proceso en el período en el que se tomaron las muestras, y si éste está bajo control o no. Estos gráficos muestran que el 60% de procesos se encuentra fuera de control.
6. El sistema de control de calidad puede mejorar la calidad de los productos debido a que no sólo se trata de tomar muestras y registrar los resultados, sino que también de formar una cultura de calidad y un proceso de mejora continua, con las cuáles se pueden ir obteniendo productos con cero defectos.
7. El personal tiene conocimientos de calidad, con los cuales aportan para la toma de decisiones correctas en cuanto a calidad se refiere.

Sin embargo, es importante capacitar al personal para que pueda hacer uso de las herramientas estadísticas en el mejoramiento continuo.

8. Los costos en los que se incurre al implementar la calidad crecen exponencialmente por lo tanto debe estudiarse estratégicamente de acuerdo con el mercado para encontrar el nivel de calidad que éste demanda de sus productos.

RECOMENDACIONES

1. El proceso de producción de esponja tiene un grado de dificultad elevado, debido a que muchas causas pueden afectar notablemente la calidad del producto, por lo tanto éste debe analizarse frecuentemente para poder optimizar los recursos. Por lo cual es necesario tomar en cuenta todos los análisis realizados, y poder determinar las causas especiales que afectan el proceso.
2. Analizar el proceso de laminado, puesto que en este pueden registrar los datos necesarios para determinar la calidad del

producto, y obtener la información necesaria para mejorar continuamente.

3. Se deben aprovechar los beneficios del sistema de control de calidad, analizando con profundidad los resultados obtenidos, para poder determinar la solución y evitar que el producto continúe produciéndose con defectos. Por lo tanto, es importante tomar en cuenta que el análisis, debe de realizarse diariamente o en su defecto semanalmente para corregir inmediatamente.
4. La gerencia de producción debe estar conciente que el obtener la información necesaria para tomar medidas correctivas, no es suficiente, se debe tomar en cuenta la creación de un clima motivacional hacia la calidad y velar porque éste se mantenga, en todos los niveles.
5. Al obtener hechos reales y datos exactos por medio del control estadístico, debe tomarse en cuenta que la labor del control de calidad no se refiere únicamente a la misión de aceptar y rechazar productos, sino que se debe actuar sobre los resultados antes de que inicie nuevamente el proceso.
6. Todas las acciones tomadas para la implementación del sistema de control de calidad, deben tener en cuenta que para mejorar la calidad del producto se debe trabajar con calidad óptima en toda la organización.

7. Debido a su naturaleza el ser humano desarrolla una resistencia al cambio, por lo tanto es importante involucrar al personal en la introducción del sistema de control de calidad, así el personal se forma gradualmente despertando su interés en la calidad.

8. Para emprender una acción sobre la calidad es imprescindible pasar por una etapa inicial de evaluación de los costes de la no calidad. Ésta es necesaria para fijar objetivos de progreso y para evaluar periódicamente el camino recorrido. Además, ante una competencia sobre los precios cada vez más fuerte, los fabricantes deben dedicarse de modo voluntario a la reducción de los costes de calidad, evaluados entre el 10 y el 20 % del volumen de negocio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Duncan. **Control estadístico de calidad.** México: Editorial Alfa y Omega, 1996.

2. Evans, James R. **Administración y control de la calidad.** México: Editores Internacional Thomson, 2000, 785 pp.

3. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** México: Editorial Interamericana Editores, S.A. DE. C.V., 1997. 403 pp.

4. Harrington, H. James. **¿Cómo incrementar la calidad con productividad?.** México: McGraw-Hill, 1990. 243 pp.

5. Hopeman, Richard. **Administración de producción y operaciones.** México: Editorial Continental, 1986. 662 pp.
6. Ishikawa, Kauro. **¿Qué es el control total de la calidad?** Colombia: Editorial Norma, 1993. 209 pp.
7. James, Paul. **Gestión de la calidad total.** Madrid: Prentice Hall, 1997. 323 pp.
8. Jurán, J. M., **Juran y la planificación para la calidad.** Madrid: Ediciones Díaz Santos S.A., 1990. 299 pp.
9. Lieberman, Gerald J. **Estadística para ingenieros.** México: Editorial Prentice Hall. 2001. 250 pp.
10. Montgomery. **Control estadístico de calidad.** México: Grupo Editorial Iberoamericano, 1999. 175 pp.
11. Scherkenbach, William W. **La ruta Deming a la calidad y la productividad, vías y barreras.** México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C., 1998. 167 pp.
12. Udaondo Durán, Miguel. **Gestión de la calidad.** Madrid: España Ediciones Días de Santos, S. A., 1992. 343 pp.