



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

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE
CALIDAD PARA LA INDUSTRIA DE CALZADO HOLA**

Santiago Salomón Santizo Melgar

Asesorado por el Ing. Jorge Antonio Túmax Ayapán

Guatemala, julio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA INDUSTRIA DE CALZADO HOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SANTIAGO SALOMÓN SANTIZO MELGAR

ASESORADO POR: EL ING. JORGE ANTONIO TÚMAX AYAPÁN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Zoria
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. Herberth René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Sergio Giovanni Gática
EXAMINADOR	Ing. Luis Emilio Rodas Samayoa ++
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

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 E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
DE CALIDAD PARA LA INDUSTRIA DE CALZADO HOLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha **08 de Abril de 2002.**

Santiago Salomón Santizo Melgar

ACTO QUE DEDICO A:

Dios:

Todopoderoso y Divino Creador, por su voluntad estamos vivos, por darme la fuerza necesaria y toda la fe para lograr mis metas.

Mis padres:

Santiago Santizo Méndez (Q.E.P.D)

Rosaura Melgar Ávila

Gracias a ellos he logrado alcanzar mi meta y en especial a mi mamá, a quien le debo en gran parte lo que soy.

Mis hermanos:

Hercilia Elizabeth, María Eugenia, Alba Leonara, Gloria

Emilia, Amparo Esbenia, Marco Antonio, Julio César, Luis

Arturo.

Gracias por apoyarme siempre.

Mis sobrinos:

Irene, María Ilusión, María Sara, María Gimena, María

Gabriela, Jorge Luis, Eduardo, Ernesto, Nicholas,

Sebastián, Shanty.

Que tengan fe en Dios para superarse y alcanzar sus metas.

Mis amigos:

Victor Hugo Rivas, Mynor Sarazúa, Rodolfo Saenz, Raúl

Cárdenas, Mario Bracamonte, Mayra Cruz, Claudia

Mazariegos, Elmer Santos, Eric Sinai, Rodrigo Martínez,

Luis Arévalo. Por su amistad y apoyo incondicional y por

los momentos vividos como estudiante que han sido

inolvidables y la amistad perdurará toda la vida.

Industria de Calzado Hola

Por la oportunidad que me brindó para realizar mi trabajo de graduación en su prestigiosa empresa.

Asesor:

Jorge Antonio Túmax Ayapán

FACULTAD DE INGENIERÍA

Por ser una fuente infinita de conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1 ANTECEDENTES GENERALES	
1.1 Historia de la industria de calzado en Guatemala	1
1.2 Historia de calzado hola	3
1.2.1 Orígenes de calzado hola	3
1.2.2 Ubicación actual	5
1.2.3 Misión y visión de calzado hola	6
1.3 Aspectos de la calidad del calzado	7
2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA DE CALZADO HOLA	
2.1 Descripción del proceso	9
2.1.1 Troquelado	14
2.1.2 Costura	15
2.1.3 Montado de suela	17

2.2 Diagramas de proceso	22
2.2.1 Diagrama de operación del proceso (Dop)	22
2.2.2 Diagrama de flujo de proceso (Dfp)	25
2.2.3 Diagrama de recorrido del proceso (Drp)	28
2.3 Descripción de la maquinaria	29
2.3.1 Departamento de troquelado	29
2.3.2 Departamento de costura	30
2.3.3 Departamento de montaje	30
2.4 Descripción de métodos actuales de calidad	32
2.4.1 Bodega de materia prima	32
2.4.2 Departamento de costura	34
2.4.3 Departamento de montaje	35
2,5 Descripción del proceso de empaque de calzado	36
2.5.1 Elaboración de la caja	37
2.5.2 Empaquetado de calzado	37
2.5.2 Identificación de estilo de calzado	38

3 PROPUESTA DE UN MODELO PARA OPTIMIZAR

LA CALIDAD

3.1 Herramientas estadísticas utilizadas en el control de procesos industriales	40
3.1.1 Medidas de tendencia central	42
3.1.2 Medidas de dispersión	44
3.1.3 Diagrama de control	46
3.1.4 Muestreo de aceptación	51
3.1.5 Curva característica de operación	58

3.2	Recopilación de información para realizar muestreos	61
3.3	Áreas a implementar en el control de calidad	64
3.3.1	Costura	65
3.3.2	Montado	65
3.4	Métodos estadísticos para mejorar la calidad	66
3.4.1	Gráfico “P”	66
3.4.2	Gráfico “C”	66
3.4.3	Cálculo de límites de control	67
3.4.3.1	Gráfico “P”	67
3.4.2.2	Gráfico “C”	67
3.5	Estándares de calidad	68
3.5.1	Pasos a seguir para crear la curva característica de operación	71
3.5.2	Construcción de la curva característica de operación	73
3.5.3	Interpretación de gráficas	73

4 APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD

PROPUESTO

4.1	Control de áreas a implementar	75
4.2	Manejo de muestreo de áreas de control	77
4.3	Aplicación y control de tablas para estándares de calidad	78

5	SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE CALZADO HOLA	
5.1	Medición de la calidad	79
5.2	Mejoramiento continuo de la calidad	79
5.3	Compromiso de calidad por parte de la empresa	83
5.4	Implementación de metas de calidad	83
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	89
	ANEXO 1	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FÍGURAS

1	Localización industria de calzado	5
2	Diagrama de operaciones del proceso estilo Roatán	22
3	Diagrama de flujo de proceso estilo Roatán.	25
4	Diagrama de recorrido del proceso estilo Roatán	28
5	Representación de una curva característica de operación ideal	58
6	Curva característica de operación del muestreo de aceptación	73

GLOSARIO

Avíos:	Tiras de cuero que van en la parte externa del zapato.
Brones:	Operación de costura manual por un operario.
Cardado:	Operación de lijado al corte del zapato para abrir los poros de la piel, para aplicar pegamento.
Corte:	Son las piezas de piel que han sido troqueladas.
Clave:	Es una marca que se hace al corte del zapato, para diferenciarlo si es izquierdo o derecho.
Coguanor:	Ley de etiquetado en la republica de Guatemala.
Desbaste:	Desgaste que se hace a la pala, para unirla con otras piezas que conforman el zapato.
Estándar de Calidad:	Acuerdos que contienen especificaciones técnicas.
Folio:	Número de troquelador que corto la pieza
Forro:	Cubierta interior del calzado
Ojetes:	Agujeros reforzados con remaches, donde pasa la cinta para amarrar el zapato.
Pala:	Pieza delantera del zapato.
Pintar cantos:	Se pinta para identificar la talla del zapato.
Roatán:	Estilo casual de zapato.
Suela:	Parte del calzado que toca el suelo, puede ser de cuero o plástico.
Tacón:	Pieza que va unida a la suela, en la parte del talón.
Termoplástico:	Pieza de plástico que resiste cambios de temperatura.
Talón:	Parte trasera del zapato.

- Troquelado:** Corte de la piel por medio de una máquina utilizando troqueles o moldes.
- Vista:** Pieza que forma la parte lateral del calzado.
- Psi:** Medida para la presión hidráulica en máquinas.

RESUMEN

Este trabajo de graduación trata acerca del Diseño e Implementación de un Sistema de control de Calidad para la Industria de Calzado Hola, debido a la necesidad de mejorar su proceso de calidad empírico actual; pues el control de calidad se realiza por medio de inspecciones visuales muy superficiales y esto da origen a que no se detecten la mayor parte de defectos en el calzado en las distintas fases del proceso productivo.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual del proceso productivo y de allí en adelante se recabó toda la información necesaria para detectar los puntos críticos de calidad en los departamentos de costura y montado.

Para realizar la investigación de campo se efectuaron una serie de visitas semanales, cuatro veces por semana durante las mañanas más o menos cuatro horas diarias por espacio de dos meses, pues se trataba de interrumpir lo menos posible al personal operativo y a la gerencia de producción en general.

Se entrevistó al personal operativo en todos y cada uno de los ocho departamentos que componen el proceso productivo del zapato acerca de las operaciones productivas que realizaban en sus respectivas estaciones de trabajo, para conocer bien el proceso y obtener la información pertinente para lograr hacer la investigación.

El supervisor de área brindó su apoyo en todo momento para responder todas las dudas que iban surgiendo durante toda la investigación de campo.

Todo el personal tanto operativo como administrativo colaboró en todo momento para proporcionar toda la información que se requería.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de control de calidad mediante un estudio técnico para mejorar los estándares de calidad actuales con que trabaja la empresa de calzado hola.

ESPECÍFICOS

1. Describir por medio de un diagnóstico el proceso productivo actual de la industria de calzado hola.
2. Determinar los puntos críticos de calidad.
3. Conocer los métodos y criterios a tomar en cuenta para diseñar el sistema de calidad propuesto.
4. Proponer un modelo para el sistema de calidad
5. Establecer un plan de seguimiento y evaluación para el sistema de calidad propuesto.
6. Describir las ventajas del sistema de calidad propuesto.
7. Detectar los defectos de fabricación en el calzado.

INTRODUCCIÓN

La industria de calzado en Guatemala ha tenido un crecimiento sustancial en los últimos años, debido en gran parte a la globalización; por tal motivo, se requiere un calzado de alta calidad y un precio competitivo.

En la empresa de calzado hola se pretende dar un paso adelante con la Implementación de un Sistema de Control de Calidad tecnificado; actualmente, cuenta con un sistema empírico que les ha dado buenos resultados. No obstante se ve la necesidad de optimizar aún más su proceso productivo utilizando herramientas estadísticas, con el afán de elevar su competitividad a niveles más altos, ya que muy pronto entrará en vigencia el tratado de libre comercio con Estados Unidos.

En los antecedentes generales se habla de la historia de la industria de calzado en Guatemala. También se hace una reseña histórica de calzado hola y sus orígenes, además su ubicación actual, la misión y visión, también acerca de los aspectos de calidad que se tienen en cuenta para la fabricación del calzado.

Se hace una descripción actual de la empresa, que comienza con la descripción de su proceso productivo y también una descripción detallada de su maquinaria por departamentos. Además de detallar su proceso por medio de los diagramas de proceso, flujo y recorrido respectivamente.

En la propuesta de un modelo para optimizar la calidad, se habla de la Implementación de un Sistema de Control de Calidad ya tecnificado utilizando las herramientas estadísticas, gráficos de control, tablas para muestreo de aceptación.

También se detallan los estándares de calidad para los departamentos críticos de costura y montado respectivamente, además los parámetros para la construcción de la curva característica de operación y la interpretación de gráficas.

En la aplicación del sistema de calidad propuesto, se determinó que los departamentos críticos son costura y montado y es allí en donde se realizará la implementación y control.

Se capacitará a los operarios en la correcta utilización de las tablas para muestreo de aceptación, adicionalmente cómo hacer e interpretar los gráficos de control y así poder determinar si un proceso se encuentra bajo control estadístico o no lo está, y poder ponerlo bajo control en algún momento dentro del proceso.

Finalmente, se hace un seguimiento al sistema de calidad propuesto; básicamente se le propuso a la empresa de calzado hola la implementación de la filosofía kaizen, para lograr a mediano plazo la máxima calidad y productividad.

También la empresa de calzado hola debe adquirir un compromiso de calidad por medio de la capacitación constante de su personal operativo, principalmente en las prácticas de calidad.

Además de implementar metas de calidad para la empresa.

1.1 Historia de la industria de calzado en Guatemala

Existe gran cantidad de pruebas y evidencias que una de las primeras actividades del hombre fue cubrirse los pies, con el fin de protegerlos de rocas, arena caliente, terrenos ásperos; sobre los cuales los seres humanos caminaban en busca de comida y refugio y muchas veces tenían que caminar grandes distancias para conseguirlo. En su primera forma, el calzado era de una sola pieza hecha de hierba o paja trenzada que se unía en los pies por medio de cuerdas anudadas y cruzadas, entre las reliquias de los antiguos egipcios se encuentran sandalias hechas con hoja de papiro prensados de una forma bella y artística, las crónicas de aquel tiempo muestran que la elaboración de sandalias era considerada un arte.

Los romanos adoptaron en parte el calzado etrusco, que consistía en una suela atada al pie; pero más tarde fue variando y adoptando diversas formas según la alcurnia del personaje. El calceus era un zapato cerrado cuyo uso era prohibido para los esclavos.

En Guatemala el calzado viene con la conquista española, pero no se generalizó su uso hasta hace pocas décadas, ya que hace 45 años sólo el 50% de la población usaba calzado y era más generalizado en los centros poblacionales.

En la historia del calzado nacional, el punto de partida son las empresas familiares, éstas inician actividades con escasos recursos, combinando el fabricante actividades de transportista, diseño, operación y ventas; sin embargo, a través de un proceso de crecimiento estos talleres se convierten en un engranaje de empresas guatemaltecas importantes en el sector fabril.

Como ejemplo, están las empresas American Shoes que fue fundada en 1959 y también Calzado Magus que comienza sus labores de fabricación de calzado en la década de 1960.

En Guatemala se han aprobado algunas Leyes en beneficio de la industria del calzado; específicamente se encuentra una Ley que el Gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Economía aprueba el 23 de agosto de 1999, la Norma Guatemalteca Obligatoria del etiquetado de calzado **coguanor ngo 59001**, contenida en el acuerdo Gubernativo No. 442-99, acta 15-98, resolución número 16-98. A continuación se dan a conocer los aspectos más importantes de dicha norma: Establece la información comercial que debe de contener la etiqueta del calzado y de las partes del calzado producidos en el país; y de origen extranjero, adicionalmente estipular los conceptos y criterios para que el etiquetado sea claro al consumidor.

El etiquetado del calzado nacional e importado deberá tener al menos uno de los zapatos de cada par, debe ser visible y legible para condiciones de visión normal. Las dimensiones de los programas deberán ser lo suficientemente grandes para facilitar la comprensión de la información que contenga la etiqueta.

El etiquetado podrá estar marcado, impreso, cosido o pegado en el calzado o en una etiqueta que podrá ser adherida, colgada o amarrada al producto, en idioma español, sin perjuicio de otro idioma. La etiqueta no deberá inducir a engaño al consumidor. En la etiqueta se debe de incluir: nombre o razón social completo o abreviado, dirección y número de identificación tributaria (NIT) del fabricante para producto nacional y/o del importador, para el producto importado y la marca registrada si la tuviera.

El texto “Producto Centroamericano hecho en Guatemala” para el productor nacional o el país de origen para el producto importado, en ambos casos esta información deberá colocarse en forma permanente en la plantilla, la suela o lengüeta del zapato.

1.2 Historia de calzado hola

1.2.1 Orígenes de calzado hola

Calzado hola nace en septiembre de 1992, consta de una sociedad compuesta por tres socios, dividida así: 50%, 25%, 25% o sea que consta de una persona de nacionalidad española y dos personas de nacionalidad guatemaltecas, el capital autorizado es de Q 200,000.00 (doscientos mil quetzales).

La idea fue producir un zapato casual para hombre, pues en Guatemala no existía un zapato de este tipo, ya que los mecanismos de producción son muy delicados.

El material se trajo de Europa para el montado (o sea la suela), debido a que en el mercado local no existía un proveedor que proporcionara los estilos de suela no sólo en calidad sino en la variedad de estilos requeridos.

Se inicio la producción de zapato en abril de 1993, y entonces salieron al mercado los primeros zapatos, en mayo de 1993 se tenían 3 ó 4 estilos para el mercado nacional. Se comenzó con la distribución en la capital, centro de la ciudad y centros comerciales. En 1997 se empezó a exportar el zapato a Costa Rica, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Actualmente se produce zapato para hombre y para mujer, adicionalmente se cuenta con 25 estilos de zapato para hombre y 100 estilos para mujer.

El estilo de mujer en sandalia se empezó a manufacturar en 1997, para obtener un mayor crecimiento en la empresa de calzado hola.

Inicialmente la empresa comenzó sus operaciones con 35 personas en su línea de producción, la primera producción de está línea fue de 75 pares de zapato al día. En la actualidad debido a la demanda creciente de zapato se cuenta con 92 operarios en la planta, produciendo 700 pares de zapato al día específicamente para hombre.

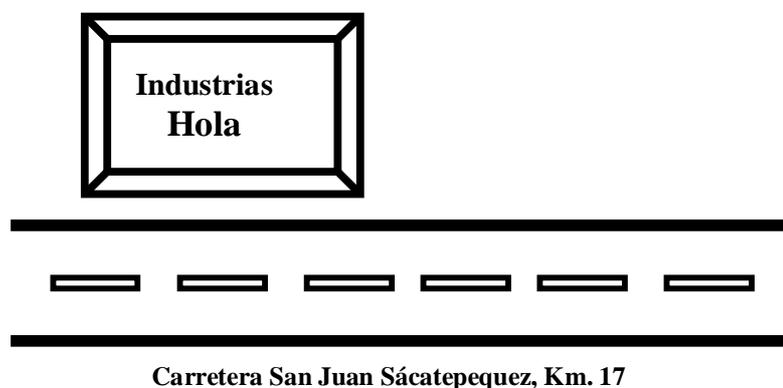
Actualmente, se provee al mercado de la capital y todos los departamentos de Guatemala así también a toda Centro América. En un futuro cercano se proyecta exportar el zapato a México, Republica Dominicana y Estados Unidos de Norte América; el estilo que tiene mayor demanda para los clientes es el Roatán.

La industria de calzado hola estima en este momento que el 75% de la producción se queda en Guatemala y el 25% restante se exporta a toda Centro América.

1.2.2 Ubicación actual

La industria de calzado hola se encuentra localizada en la carretera a San Juan Sácatpequez 17-10 zona 6 de Mixco. Esta empresa se encuentra localizada en está dirección desde sus inicios y sólo se han efectuado remodelaciones a la planta con el objeto de mejorar su producción debido a la creciente demanda del calzado.

Figura 1. Localización de la Industria de calzado



1.2.3 Misión y visión de calzado hola

Visión

Es una pintura del futuro que queremos crear, descrita en el presente, como si esto pasara hoy. Significa ¿cuál es la empresa que queremos construir?, ¿Hacia dónde queremos ir?, ¿En qué nos queremos convertir? La palabra visión proviene del latín “**videre**” que significa *ver*. La visión debe permitir crear ventaja competitiva y diferenciación.

La visión fundamental en calzado hola es tener un mercado latente que necesita mayor atención y hacia el se dirigen nuestros esfuerzos. Que la gente reconozca la calidad y que compre el producto; en otras palabras mejorar la presencia del producto y por último la expansión de regiones tales como América del norte y América del Sur.

Misión

Proviene del latín “mittere” que significa lanzar, la misión también es llamada propósito es decir ¿cuál es la razón de ser?, ¿Por qué existe la organización? ¿Qué se perdería sino existiera? El propósito es amplio, fundamental y duradero por muchos años sin importar quiénes administran la organización durante un lapso de tiempo.

El propósito es guiar e inspirar, no necesariamente obtener ventaja o diferenciar.

Los componentes fundamentales de la misión pueden ser:

1. - Identificación de los clientes claves.
2. - Necesidades fundamentales del cliente que la empresa satisface.
3. - Tiene que ser corta, específica y motivadora.
4. - Contar con valores, metas, estrategias y planes de acción.

La misión de Calzado Hola básicamente consiste en la producción y distribución de un zapato que de plena satisfacción al consumidor final y presente un atractivo económico para el distribuidor o sea para la Industria de calzado hola.

1.3 Aspectos de calidad del calzado

Los aspectos de calidad que se toman en cuenta para la elaboración del calzado son:

Materiales

Básicamente se utilizan 3 tipos de piel: nubock, pull up y piel cross. Para la piel nubock se evalúan los siguientes puntos: tonalidad (color de la piel), espesor, efecto escribiente, suavidad, apariencia y resistencia al desgarre.

En piel pull up se evalúa resistencia al desgarre, resistencia del acabado a la pintura del cuero, apariencia. Y por último en la piel cross, se evalúa la resistencia al desgarre.

Otro material que es importante es la suela, la cual debe tener 0 defectos. De los ojete y la placa (identificación de marca) se evalúan aspectos de tonalidad y color, en el pegamento deben evaluarse el tacto.

En el hilo debe cuidarse la tonalidad, espesor y la resistencia a la rotura. La plantilla debe tener una tonalidad adecuada y una buena apariencia. Por último la pita (cinta); se debe evaluar la longitud (se mide por cabos debe de tener 23 pulgadas de largo), el espesor y el color.

La cinta está compuesta de alma llena, esto para evitar que la cinta se rompa al amarrar el zapato demasiado fuerte.

2. - DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Descripción del proceso

Para poder realizar la descripción del proceso y la maquinaria es importante y necesario apoyarse en los diagramas de operación del proceso (dop), diagramas de flujo del proceso (dfp), y diagramas de recorrido del proceso (drp), así se podrá tener una visión más clara de la situación actual de la empresa de calzado hola. Estos diagramas se muestran más adelante.

Básicamente el proceso de producción pasa por ocho departamentos, los cuales son: bodega de materia prima (bmp), departamento de corte, departamento de preliminares, departamento de costura, departamento de brones, departamento de montado, departamento de empaque y la bodega de producto terminado (bpt).

La bodega de materia prima sin duda alguna es uno de los departamentos más importantes en el proceso de producción, pues es aquí en donde ingresa la materia prima e insumos que se utilizan a lo largo de todo el proceso productivo.

Por lo tanto se debe tener un control inicial de calidad estricto en las pieles al momento de recibirlas de los proveedores.

Pués de esta forma se asegurará en gran parte que el producto final sea de la más alta calidad en beneficio de los consumidores nacionales e internacionales que requieren una excelente calidad en cada par de zapatos que adquieren de la industria de calzado hola.

En el departamento de corte se recibe la piel ya revisada por los operarios de la bodega de materia prima, acá se utilizan máquinas troqueladoras para cortar las pieles según estilo y tamaño requerido por medio de troqueles o suajes, además se cortan los avíos (o forros sintéticos que van dentro del zapato) según el estilo y tamaño; adicionalmente se le hace una marca (o clave) al corte de zapato para diferenciarlo si es izquierdo o derecho, la cual será de mucha utilidad en el desarrollo del proceso

En el departamento de preliminares se preparan las piezas para el armado del zapato, primeramente se hace un desbaste (desgaste) a la pala para que pueda ser unida con otras piezas que conformaran el zapato, el desbaste puede ser normal o 45 grados esto dependerá del estilo del zapato que se esté fabricando en el momento.

Seguidamente se pintan cantos (para identificar talla de zapato), después se pintan claves (para identificar si es derecho o izquierdo), se le pone número de folio (o sea el número de troquelador que corto la pieza) y tamaño de zapato, posteriormente se engoma y se pegan los forros (avíos) a la pala, se engoma y pega vista.

Después de pasar por el departamento de preliminares el proceso continúa en el departamento de costura, es aquí donde empieza a tomar forma el zapato pues se unen las diferentes piezas del zapato por medio de las costuras hechas por los operarios en las diferentes máquinas de costura que hay en este departamento, también se realizan algunas otras operaciones como lo es el ojeteado y lo que es la puesta de pita al cuello, (no es más que la unión de la pala, el plato y los avíos o forros sintéticos) dependiendo el estilo, seguidamente se realiza una inspección para detectar algún defecto que pudiera tener el corte; acá se eliminan los excesos de pegamento.

Se queman las puntas de hilos y se cuentan para tener un control del número de pares que hay hasta ese momento y cotejarlo con las ordenes de producción diarias dadas por el departamento de producción.

Seguidamente pasa al departamento de brones, aquí se efectúan operaciones de costura manualmente por operarios fuera de la empresa, podemos decir que se tratan de amas de casa que en su tiempo libre realizan estas operaciones de costura.

Básicamente existen 4 tipos de brones dependiendo del estilo de zapato, estos son: diente de perro, normal, tipo conchita y canto con canto, por ejemplo la producción diaria de zapato, actualmente en calzado hola es de 700 pares al día; estos son distribuidos por el supervisor del departamento de brones a sus operarios y deben estar listos al día siguiente; para entrar a la siguiente etapa del proceso en el departamento de montado de suelas.

Previamente el supervisor del departamento de brones revisa cuidadosamente la costura que fue hecha por sus operarios y si encuentra algún defecto de costura, lo reparará el operario responsable.

Después de la revisión en el departamento de brones, el proceso continúa en el departamento de montado, aquí se pone el corte del zapato en una máquina llamada premoldeadora de puntas la cual por medio de calor le da forma al zapato, el zapato es introducido en unas hormas de aluminio las cuales irradian calor aproximadamente están a 60 grados centígrados, adicionalmente se utiliza un martillo neumático para dar forma al zapato, a continuación pasa a la máquina premoldeadora de talón, previamente se le introduce al corte un material termoplástico para dar una forma final al talón; la premoldeadora de talón trabaja por medio de calor y frío, seguidamente pasa a la operación de embauchado que consiste en ponerle al corte hormas de madera y amarrarlo(o sea colocarle cinta a cada corte), después se le aplica pegamento y se introduce a un horno llamado envejecedor que activa el pegamento.

A continuación pasa a la máquina de montado de lados y talones, seguidamente pasa a la operación de cardado que no es más que lijar el zapato por medio de un esmeril para abrir el poro de la piel para aplicarle pegamento y colocar la suela y que quede lista para pasar a la máquina ensueladora que pega el corte y la suela por medio de presión aproximadamente 80 libras, después pasa a la máquina pasadora que consiste en coser la suela al corte.

Después de la operación de coser la suela al corte pasa al departamento de empaque, aquí se realiza un control de calidad final, se procede a limpiar los excedentes de pegamento y a cortar y quemar los hilos remanentes, posteriormente se le colocan plantillas y cintas al zapato y se etiqueta.

A continuación pasa por la cabina de grasa y brillo en donde se le da un acabado final, se secan los residuos y se empaca en la caja con el logotipo **decaf**, finalmente se le identifica con el nombre del estilo del zapato, talla y color con sellos de hule.

Por ultimo pasa a la bodega de producto terminado; actualmente la industria de calzado hola está trabajando la filosofía de justo a tiempo (JIT) para evitar el uso de innecesario del espacio en la bodega de materia prima pues se esta implementando la calidad total en toda la industria hola.

Con la filosofía justo a tiempo se busca eliminar el almacenamiento del producto en la bodega y disminuir sus costos pues se pretende que el producto terminado sea distribuido de inmediato a sus clientes y público consumidor.

2.1.1 Departamento de troquelado

De bodega de materia prima se traslada la piel ya debidamente examinada para que pueda ser aprovechada al máximo en el departamento de corte de piel o troquelado, acá se efectúa la operación de corte de piel por medio del uso de la máquina troqueladora utilizando los troqueles de diferentes tamaños y formas esto claro está dependiendo del estilo o estilos que se vayan a fabricar en el día según la orden de trabajo dada por el departamento de producción a los operarios.

Seguidamente se efectúa la operación de corte de avios que no es más que el corte de un material sintético que servirá para el forro interno del zapato, utilizando para ello una máquina troqueladora.

Después se cuentan y revisan los cortes hechos por los operarios en sus máquinas troqueladoras, si se encontrará algún defecto se regresa al operario que realizó la operación de corte para que corrija el defecto, si es posible, de lo contrario se le descontará al operario la pieza que hecho a perder.

A continuación pasa al departamento de preliminares dónde se realiza una operación llamada desbaste que consiste en hacerle un desgaste a la pieza específicamente a la pala para que pueda ser unido a otra pieza más adelante en el proceso, el desbaste puede ser normal o a 45 grados de inclinación esto dependiendo del estilo.

Posteriormente pasa a una operación llamada pintar cantos que sirve para identificar la talla o tamaño del zapato, después se pintan las claves, esta operación sirve para identificar con facilidad si el zapato es izquierdo o derecho, estas claves se hacen en el departamento de troquelado por los troqueladores, seguidamente se hace la operación de foliado; que consiste en poner una identificación en el plato para saber que troquelador efectuó el corte de piel y se pone también el número de talla o tamaño del zapato, esto lo efectúa el operario por medio de una máquina llamada foliadora. A continuación se hace otra operación llamada dividir vista, que no es más que reducir el grueso de la vista en una máquina llamada divididora, después se engoma y pega forros al plato, seguidamente se engoma y pega forro a la pala, a continuación engomar y pegar vista y por último se cuentan y revisan si hay algún defecto en la pala y el plato

2.1.2 Departamento de costura

Se comienza en este departamento con la operación de unión de pala en zig-zag que consiste en efectuar una costura a la pala en una máquina zig-zag, a continuación se prepara la talonera que no es más que aplicar pegamento de contacto a la talonera, inmediatamente se realiza la operación de coser la talonera a la pala.

Mientras tanto se realiza la operación de unión de pala en zig-zag, se hace la unión de cuello en la máquina cosedora de cuello, después se cosen las vistas, inmediatamente se pasa el cuello a la máquina ojeteadora en donde se le ponen los ojetes de metal y una placa de identificación de la empresa.

Seguidamente se le introduce una correa de cuero al cuello y se procede a martillar la placa de identificación, para que quede en la posición deseada.

Después de tener ya listas la pala y el cuello, se efectúa la operación primera costura de cuello que no es más que unir la pala al cuello.

A continuación se martilla la primera costura de cuello o sea que se achatan las venas producidas en la unión del cuello y la pala y seguidamente se dobla, el siguiente paso consiste en la operación llamada segunda costura de cuello, o sea que se une la pala y el cuello definitivamente en la máquina cosedora.

A continuación se revisa la costura de la pala y el cuello y se cuenta el número de piezas unidas.

Mientras se une el cuello y la pala se hace la operación de costura de platos, después se traslada a la revisión y conteo conjuntamente con la pala y el cuello unidos antes de pasar al departamento de brones.

Mientras se cosen los platos se prepara la plantilla, en otras palabras se procede a pegar la etiqueta de identificación (o sea la marca del zapato en este caso decaf) en la plantilla con pegamento de contacto, a continuación pasa a la operación de colocación de la plantilla (ya que este lista) y se procede a colocar la cinta para amarrar el zapato.

2.1.3 Montado de suela

Se inicia con lo que es el premoldeado de puntas, que consiste en la conformación o premoldeo del zapato, acá se utiliza una máquina que tiene hormas de aluminio de diferentes tallas según estilo y tamaño, para conformar el zapato a la forma requerida, previamente después de haber pasado por los anteriores procesos de troquelado y costura.

Esta máquina premoldeadora trabaja en base al calentamiento de las hormas de aluminio las cuales se calientan a una temperatura de 60 °C (grados centígrados), por un periodo de entre 5 y 8 minutos, después pasa a la siguiente operación que es lo que se llama premoldeado de talones, dicha operación consiste en calentar el corte durante 1 minuto, después se le coloca un material termoplástico, (pieza de plástico que resiste cambios de temperatura para que tome la forma del talón) primero se calienta hasta una temperatura que oscila entre 90-95 °C (grados centígrados), seguidamente se enfría a una temperatura de -20 °C (grados centígrados), esta operación se hace por medio de una máquina especial que se llama premoldeadora de talón, todo esto toma 10 segundos por cada paso calentamiento y enfriamiento respectivamente.

A continuación pasa a la operación de embauches, la cual consiste en colocarle una horma de plástico al zapato para darle la conformación final, se colocan unas cintas comunes y corrientes sin alma llena y se pone el retacon, seguidamente se le aplica pegamento de contacto al talón y se amarra.

A continuación pasa por un horno para conformar el zapato o sea para activar el pegamento, este horno es llamado horno envejecedor; el tiempo que tarda el zapato dentro del horno es un periodo de 3 a 5 minutos a una temperatura entre 100 – 105 grados centígrados.

A continuación pasa a montado de lados y talones, dicha operación se efectúa en una máquina llamada montadora, el trabajo que hace básicamente es el de desbastar talones (desgaste en el corte para prepararlo para la costura) y compacta el talón en base a presión.

Seguidamente pasa a cardado, esta operación consiste en lijar el corte del zapato con el objeto de abrir el poro de la piel, así al momento de aplicar el pegamento poder pegar la suela al corte del zapato; lo cual se hace por medio de una polea con un disco de alambre similar a una máquina esmeriladora de metal.

A continuación pasa al departamento de engomado, acá lo que se hace es la aplicación del pegamento de contacto tanto al corte del zapato como a la suela. Este pegamento es a base de poliuretano, en este punto todavía no se une el corte a la suela.

Mientras se realiza la operación de cardado del corte, simultáneamente se efectúa la operación de preparado de suela, en esta operación lo que se hace es lavar la suela con un cloro especial para así poder eliminar las impurezas y abrir los poros de la suela para que el pegamento que se le aplicará en el departamento de engomado pueda reaccionar como debe.

En otras palabras se pueda pegar de forma adecuada el corte a la suela, adicionalmente se eliminan algunas grasas que pudiera tener la suela.

Debemos hacer notar que la suela es importada directamente de España, pues acá en Guatemala no existe una fábrica de suelas que satisfaga las necesidades y requerimientos de calidad que demanda la empresa de calzado hola.

El tiempo de espera para que se active el químico (cloro especial) es de 20 minutos por suela, la aplicación del cloro se hace con una brocha común y corriente por un operario.

Una vez se termina la operación de preparación de suela, el proceso continúa con la operación de activación de pegado de suela; se realiza en la máquina llamada túnel de calor, en donde se introduce la suela al túnel y tarda aproximadamente 5 minutos en salir del mismo, a una temperatura entre 30 y 40 °C (grados centígrados), para secar el pegamento, el cloro especial se evapora.

Seguidamente se incrementa la temperatura hasta 70 °C (grados centígrados), por un periodo de tiempo de entre 8 y 10 segundos; al salir del túnel de calor la suela se centra al corte y se procede a pegar los dos elementos manualmente.

Seguidamente pasa a la máquina ensueladora la cual ejerce una presión de 80 libras por pulgada cuadrada (psi), al corte y a la suela en conjunto previamente pegados manualmente, durante un periodo de tiempo de 10 segundos para así unir herméticamente la suela y el corte por medio de dicha máquina.

A continuación pasa por una cámara fría la cual cristaliza los pegamentos para conformarlo finalmente, este proceso dura 5 minutos a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (grados centígrados). Después pasa a la máquina deshormadora, en la que por medio de esta máquina un operario procede a quitar la horma del zapato. Seguidamente se coloca el zapato en una estantería esperando su turno para pasar por departamento de costura para darle los acabados finales.

A continuación pasa al departamento de costura; aquí lo que se hace es coser el zapato por medio de una máquina pasadora o cosedora, se cose el zapato a la suela con hilo de color (dependiendo el estilo y color del zapato) por medio de la máquina pasadora. Seguidamente se almacena momentáneamente en una estantería para esperar la siguiente fase del proceso.

Ahora pasa al departamento de limpieza total, aquí lo que se hace es quitar los hilos excedentes después de pasar por el departamento de costura por medio de tijeras, adicionalmente se limpian los excedentes de pegamento y se procede a quemar las puntas de hilo que pudieran aún quedar por medio de un quemador con flama de gas propano.

A continuación pasa al departamento de identificación de producto, en este punto pasa por una cabina de grasa o brillo, se le aplica una grasa especial a la piel tipo nubock para darle un brillo y acabado final al zapato. Seguidamente se secan los excedentes de grasa que pudiera tener en esta fase del proceso.

Seguidamente pasa al departamento de empaque; las operaciones que se efectúan en este departamento consisten en la aplicación de pegamento a la parte interna del zapato terminado con el objeto de colocarle la plantilla dentro del zapato y se procede a colocar las cintas al zapato según el estilo y color del zapato terminado.

Por último pasa al departamento de empaque final en caja; lo que se hace es colocar papel tipo chino dentro de la caja de cartón, después se le coloca en el costado derecho de la caja nombre del estilo, talla y color por medio de un sello de hule y tinta de color negro. Seguidamente se realiza una revisión general del zapato terminado para detectar algún defecto y poder decidir si se acepta o se rechaza el zapato. Por último se envía a la bodega de producto terminado para almacenarlo y proceder a distribuirlo a sus clientes en la ciudad capital e interior de los diferentes departamentos de Guatemala.

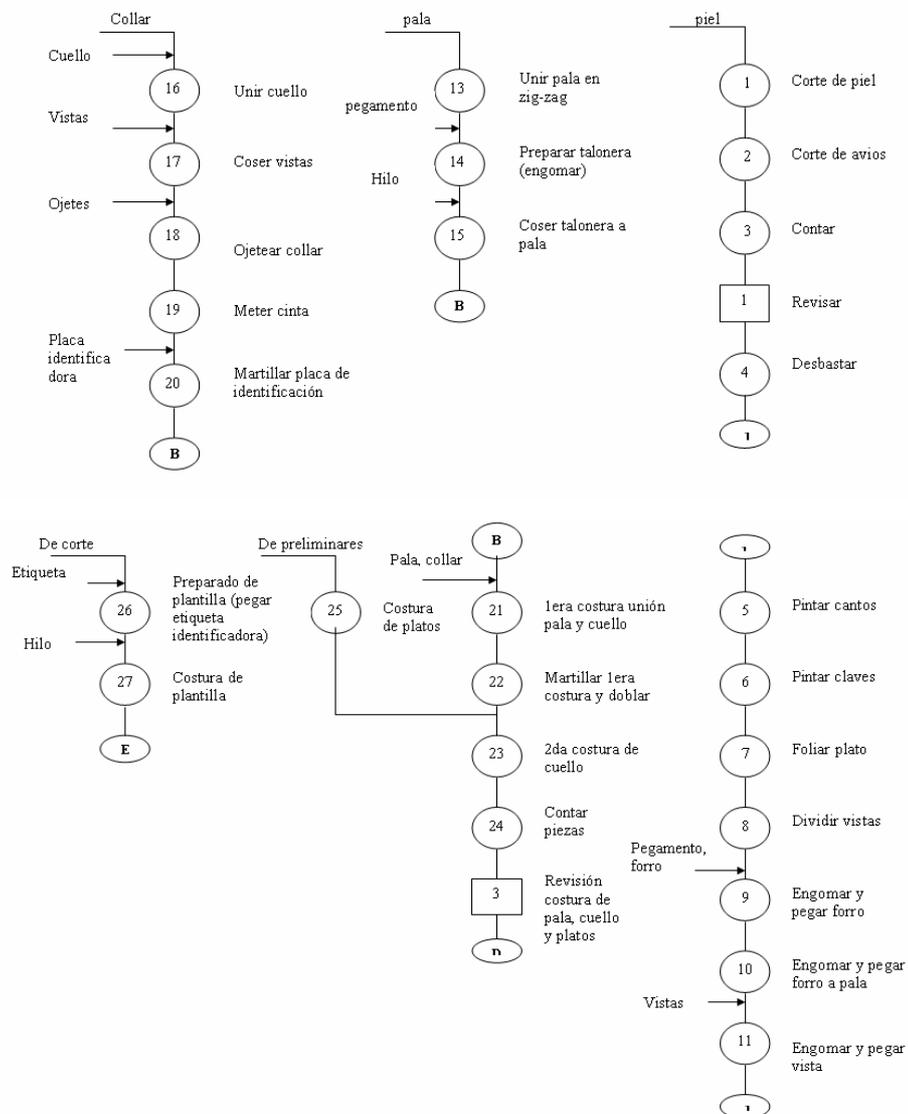
2.2 Diagramas de proceso

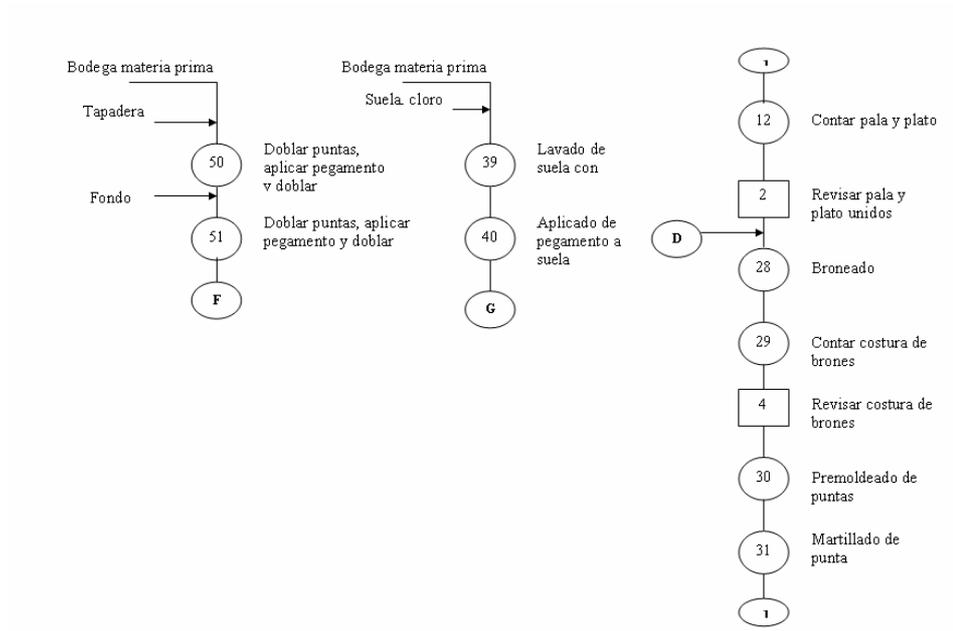
Figura 2. Diagrama de operación del proceso estilo Roatán

2.2.1 Diagrama de operación del proceso (Dop)

Asunto: Elaboración de calzado
 Estilo: Roatan hombre
 Método: Actual

Analista: Santiago Santizo
 Inicio: Bodega de materia prima
 Termina: Bodega producto Terminado





RESUMEN		
○	54	Operaciones
□	4	Inspecciones

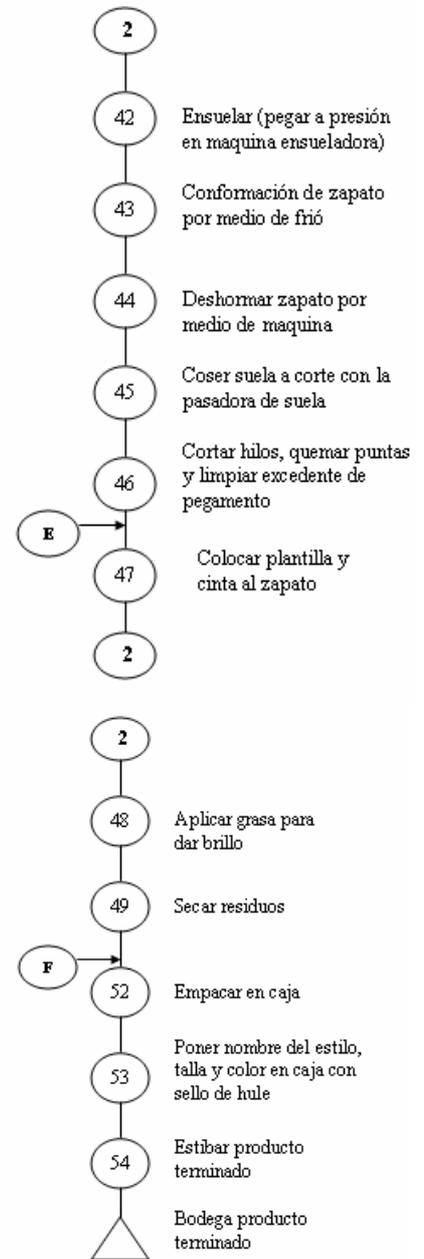
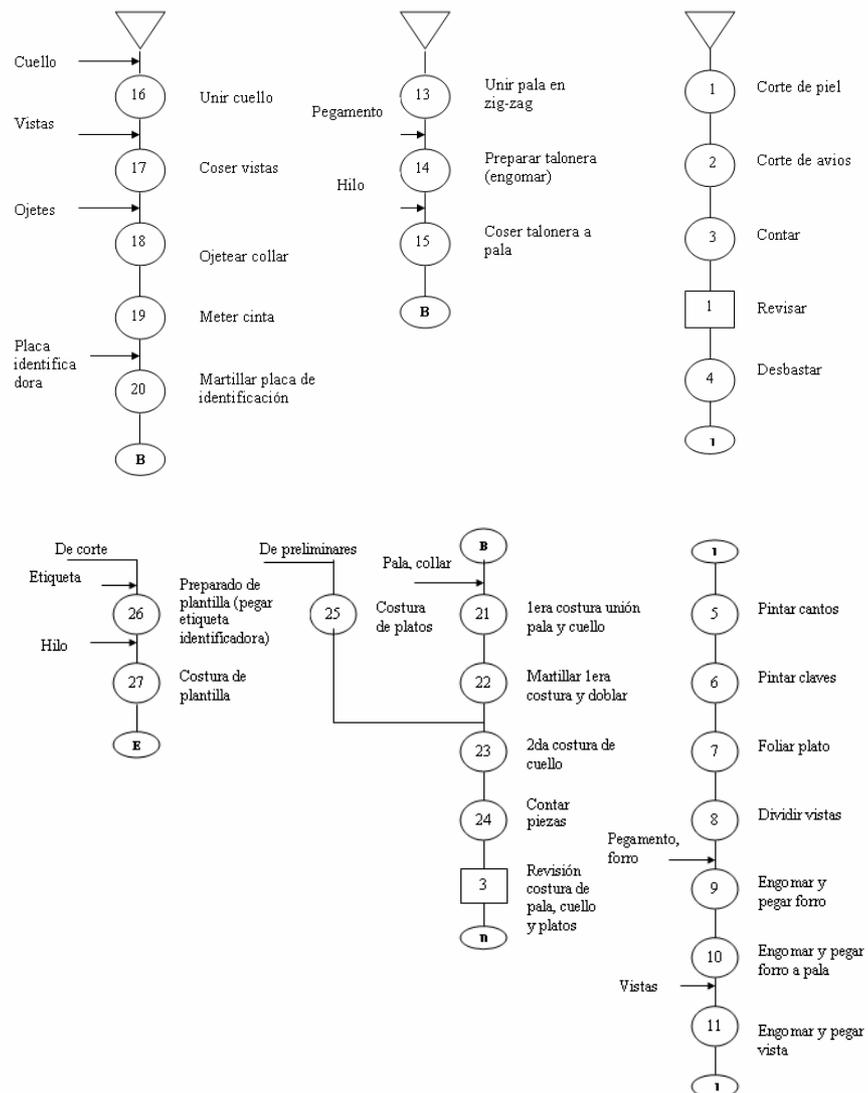
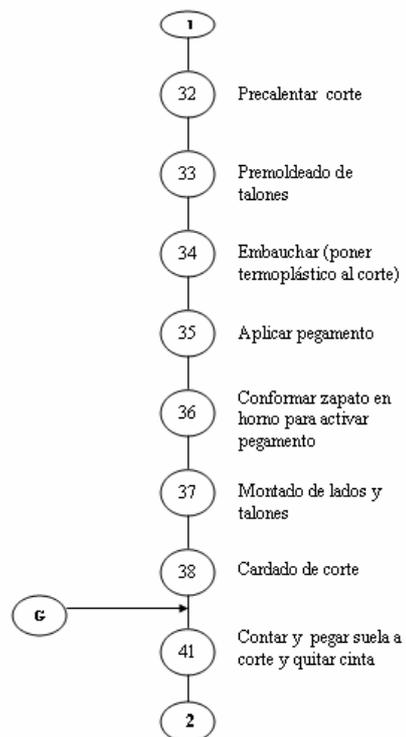
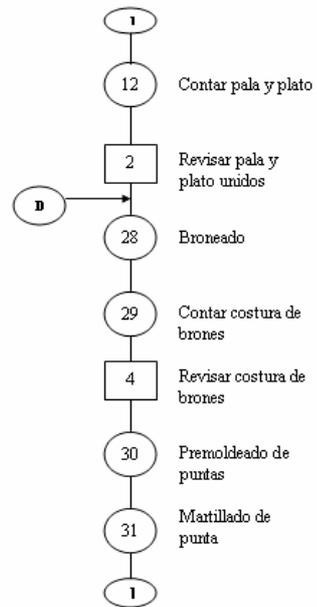
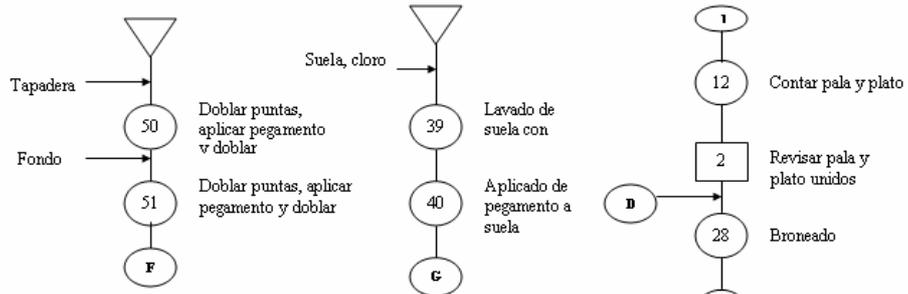


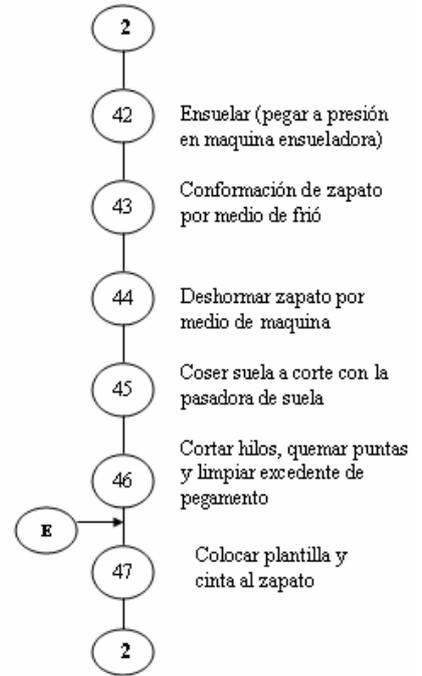
Figura 3. Diagrama de flujo de Proceso estilo Roatán
2.2.2 Diagrama de flujo de proceso (Dfp)

Asunto: Elaboración de calzado
 Estilo: Roatán hombre
 Método: Actual

Analista: Santiago Santizo
 Inicio: Bodega de materia prima
 Termina: Bodega Producto Terminado.







RESUMEN		
	54	Operaciones
	4	Inspecciones
	1	Bodega materia prima
	1	Bodega producto terminado

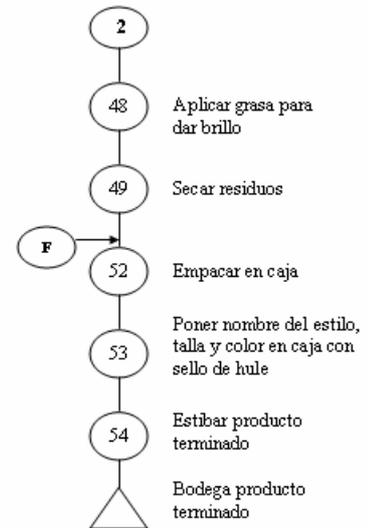
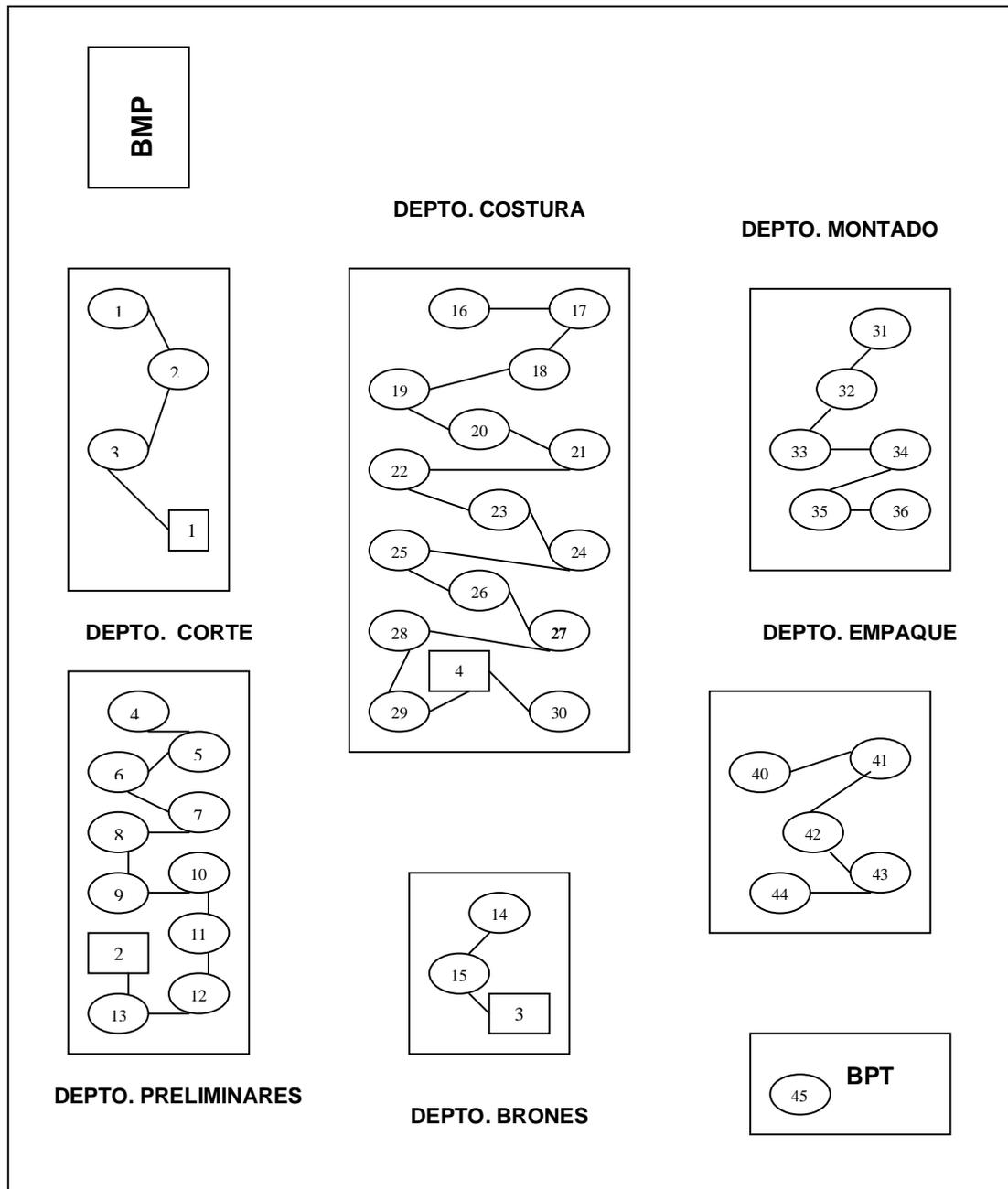


Figura 4 Diagrama de recorrido del Proceso estilo Roatan

2.2.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO (Drp)



2.3 Descripción de la maquinaria

A continuación se expondrá de una forma detallada todas y cada una de las máquinas que componen cada departamento y a la vez conforman el área de producción de la industria de calzado hola.

2.3.1 Departamento de troquelado

Este departamento consta de 5 máquinas troqueladoras:

- 4 troqueladoras para cortar piel
- 1 troqueladora para avios

Descripción:

Marca atom

- Modelo SE 20CT20
- Motor eléctrico de 220 volts, 380 Kw. , monofásico
- Presión de 20 toneladas
- 2 máquinas devastadoras

La primera marca euromarch

- Motor eléctrico de 220 volts
- Monofásico, 40 hz.
- Modelo 1996

La segunda marca atom electrónica

- Motor eléctrico de 220 volts
- Monofásico, 40hz
- Modelo 1996

Máquina foliadora

- Marca MTI
- Motor eléctrico de 220 volts
- 0.5 hp, 720 rpm

Máquina divididora

- Marca Atom
- Motor eléctrico de 220 volts
- Monofásico
- Presión de 0.5 toneladas
-

2.3.2 Departamento de costura

4 máquinas marca singer, tipo plana industrial

- Motor eléctrico de 220 volts, monofásico
- Potencia de 0.5 hp,
- 1420 rpm, 50 hz.

8 máquinas marca Global, tipo plana industrial

- Motor eléctrico de 220 volts, monofásico
- Potencia de 0.5 hp
- 1500 rpm, 50 hz.

2 máquinas remachadoras, marca jopevi, tipo industrial

- Motor eléctrico de 220 volts, monofásico
- Potencia de 0.5 hp
-

2.3.3 Departamento de montaje

Premoldeadora

- Máquina 1 marca vipama
- Tipo electro-neumática (combinación aire y electricidad)
- 220 volts, monofásico
- Presión ejercida de 90 psi

Premoldeadora de talón

- Máquina 1 marca vipamam
- Tipo electro-neumática (combinación aire y electricidad)
- 220 volts, trifásico
- Una resistencia de 48 volts
- Molde frío a -30°C (grados centígrados)

Horno desarrugador

- Horno 1 marca electro técnica Italia
- Tipo eléctrico, 220 volts, trifásico
- Calienta a una temperatura de 105 grados Fahrenheit

Montadora de talón

- Montadora 1 marca trap
- Tipo hidráulica de 70-80 psi
- 220 volts, trifásico

Máquina cardadora

- Máquina 1, marca bosch
- Tipo eléctrico, 220 volts, trifásico
- 3800 rpm

Horno reactivador

- Horno 1, marca iron fox
- 6 resistencias 110 volts y 500 watts cada una
- 70 grados Fahrenheit de calentamiento

Pegadora de suelas

- Pegadora 1, marca iron fox
- Tipo electro-neumática
- 220 volts, trifásico
- Presión de 110 psi

Horno secador

- Hornos 1, marca iron fox
- Tipo enfriador
- 220 volts trifásico
- Temperatura -14 °C (grados centígrados)

Máquina pasadora

- Máquinas 2

La primera marca Ivomaq

- 110 volts, 0.5 hp

La segunda marca macval

- 110 volts, 0.5 hp

Cabina de sopleteado

- 1 manguera conectada a una bomba de agua
- 220 volts, monofásica, 0.5 hp

2.4 Descripción de métodos actuales de calidad**2.4.1 Bodega de materia prima**

El método que se utiliza para evaluar la calidad en la bodega de materia prima consiste solamente en realizar una inspección visual a la piel, pues la industria de calzado hola tiene la plena confianza en sus proveedores, según ellos les proveen la materia prima de primera calidad.

La inspección visual que se hace conlleva la revisión de la piel cuidando que no tenga arrugas, cortes excesivos. ajados o que la marca del ganado cubra una extensión de la piel ya predeterminada, de esta forma la industria hola tiene estipulado un aprovechamiento máximo del 75% de la piel y un 25% de la piel que tiene algún defecto o marca de fabrica.

Básicamente se inspecciona lo siguiente:

- Grosor de la piel, esto se hace por medio de un calibrador de piel; estos valores son comparados con los estándares de calidad que posee calzado hola.

Los tipos de piel pueden ser:

- Aguados
- hormados

Color: Se revisa o chequea el tono de la piel, pues debe ser similar en toda la hoja de piel.

Fierros: Esto significa la marca de ganado

- manchas

Flor suelta: Esto es cuando se arruga y encoge

Efecto escribiente: Se revisa la textura de la piel

Resistencia al desgarre: Se rompen orillas para ver si se rasga o no la piel

- Al hilo que se compra se le efectúan las siguientes pruebas:

- Resistencia a la rotura
- Espesor del hilo
- Tonalidad del color cono

2.4.1.1 Departamento de corte o troquelado

En este departamento el operario en turno realiza una inspección visual de la hoja de piel y si esta tiene algún defecto que no sea visible se aprovecha en la elaboración de avíos (los avíos son tiras de cuero que van colocadas en la parte externa del calzado, esto dependiendo por supuesto de sí lo requiere el estilo, es decir que el avío es un adorno del zapato) de tal manera que se aprovecha el 75% de la piel.

Los troqueles o suajes tienen una vida útil de alrededor de 3 años.

Los troqueles son básicamente moldes de hierro que se utilizan en la máquinas troqueladoras para hacer el denominado corte en piel de los diferentes estilos de calzado que existen en la Industria de calzado hola.

El costo aproximado de cada juego de troqueles es de Q 3,000.00.

2.4.2 Departamento de costura

La revisión que se realiza en este departamento tiene que ver con las puntadas, existen 2 tipos: interior y exterior; deben hacerse 7 puntadas por pulgada, este es el estándar que establece calzado hola a sus operarios.

El siguiente aspecto que se chequea es el pegamento, el operario debe revisar que el corte no tenga excedentes, pero si tuviera algún excedente el corte el operario procederá a limpiarlo.

Otro aspecto es la revisión de los ojetes, en este punto se lleva a cabo una inspección y revisión visual de la siguiente forma:

- Chequear que sea antioxidante
- Que no tenga ningún tipo deformación
- La tonalidad

También se efectúa una revisión a la placa identificadora del calzado para verificar si tiene algún defecto y corregirlo.

2.4.2.1 Revisión de brones

Esta inspección o revisión se realiza manualmente por personas que no trabajan dentro de la empresa o sea que es personal subcontratado sólo para esta tarea de hacer brones. La operación de broneado consiste en la unión del plato y canto por medio de una costura manual con aguja e hilo.

En este punto se revisa lo siguiente:

- La puntada debe estar bien hecha (bien apretada)
- El tono del hilo y la resistencia

Existen básicamente 4 tipos de brones:

- Punto cuadro 37 puntadas
- Punto arroz el plato va por dentro
- Canto con canto 37 puntadas
- Normal el plato por fuera 37 puntadas

Si la costura de brones estuviese mal hecha se devuelve al departamento de brones, una vez allí un operario la deshace y la hace de nuevo esta vez sin errores.

2.4.3 Departamento de montado

En este departamento el operario realiza una operación y una revisión a la vez, de la siguiente manera:

Operación:

- Centrar brones
- Centrar talonera
- Centrar la parte de atrás
- Activación de termoplástico con calor y frío

Se efectúa una revisión de forma visual, para evitar defectos como:

- Agujeros
- Tonalidad de color
- Tamaño
- Marcas de moldes

En la pasadora también se realiza una revisión:

- Costura pareja, puntadas uniformes.
- Se utilizan tres colores de hilo; blanco, marrón y negro.

2.5 Descripción del proceso de empaque de calzado

2.5.1 Elaboración de la caja

La caja ya viene prefabricada, solamente para armarla manualmente. La caja puede ser de 2 tamaños únicamente: grande y mediana.

Se realiza una inspección a las cajas prefabricadas antes de proceder a armarlas: primero se revisa el color y diseño según los requerimientos de la industria de calzado hola, adicionalmente se revisa que la caja prefabricada no tenga algún defecto visible como: rasguños, manchas y cortes.

El armado de la caja se hace por medio de una operaria, que une los bordes con pegamento; el armado de la caja tarda entre 15-30 segundos. La tapadera viene prefabricada también y se arma con pegamento en los bordes en 10 segundos; para así unirla a la caja en el momento indicado.

2.5.2 Empaquetado de calzado

La limpieza final del calzado es fundamental para darle el aspecto deseado por industrias hola; para obtener dicho aspecto una operaria le aplica al calzado grasas especiales con el objetivo de darle un mejor brillo y un acabado excelente al producto terminado.

Adicionalmente la operaria coloca la cinta a cada zapato y lo introduce dentro de la caja, para luego identificar la caja colocando el nombre del estilo, el color y talla; por medio de sellos de hule.

Posteriormente el producto empaquetado es trasladado a la bodega de producto terminado, en donde el bodeguero las estiba en cajas de mayor volumen, que pueden clasificarse en diferentes capacidades desde 1 docena, 18 pares o 24 pares, dependiendo los requerimientos del consumidor.

2.5.3 Identificación de estilo de calzado

En industrias hola se trabajan 2 tipos de calzado: uno tipo sandalia para uso de damas y el otro un tipo casual para caballero, de los dos tipos calzado que se producen, se diferencian por estilos, contando actualmente con más de 100 estilos diferentes.

Dentro de las sandalias para dama se tiene el estilo donner; para caballero se tienen algunos de los estilos más solicitados por los clientes, estos son: Arrecife, Río dulce y Roatán.

Como se mencionó en el inciso anterior, la identificación se realiza por medio de sellos de hule; lo cual se hace antes de salir al mercado por medio de la gerencia de industrias hola, para tener un mejor control de costos, ventas y tiempos de producción.

3. - PROPUESTA DE UN MODELO PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD

Al implementar el programa de control de calidad para el zapato casual de hombre, se busca establecer estándares para lograr una medición correcta de la calidad, lo cual garantizará la optimización del proceso de producción, en la industria de calzado hola.

Esto significa que se establecerán métodos eficientes para medir la calidad en la manufactura del calzado, actualmente calzado hola no cuenta con una política de calidad establecida, sólo se inspecciona el producto terminado y si para ellos no tiene un defecto muy grande se vende a sus consumidores como zapato de primera calidad; al contrario si se detecta algún defecto el zapato se vende como de segunda calidad, lo cual implica un costo alto, además como las inspecciones son prácticamente al 100%, es una situación monótona que puede ocasionar errores en la inspección e implica costos más elevados.

Lo que se intenta al aplicar un método de control de calidad es en primer lugar mejorar la calidad del producto terminado en un alto porcentaje comparado con el método actual que se utiliza en la fábrica y minimizar los costos de producción utilizando menos personal para efectuar las inspecciones.

Con la implementación del control estadístico de calidad el operario aprenderá como inspeccionar de una manera más rápida y segura un lote de calzado usando las herramientas que proporciona dicho método de calidad.

3.1 Herramientas estadísticas utilizadas en el control de procesos industriales

¿Qué es un control estadístico de proceso (cep)?

Es una técnica estadística para asegurar que los procesos cumplen con los estándares de calidad: todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, por tal motivo es necesario distinguir entre las variaciones por causas naturales y por causas imputables, desarrollando una herramienta simple pero eficaz para separarlas, **el gráfico de control**.

Las variaciones naturales afectan a todos los procesos de producción y siempre son de esperar.

Este tipo de variaciones son las diferentes fuentes de variación de un proceso que esta **bajo control estadístico**. Se comportan como un sistema constante de causas aleatorias, aunque sus valores individuales sean todos diferentes, como grupo forman una muestra que puede describirse a través de una distribución. Cuando estas distribuciones son normales se caracterizan por dos parámetros, estos parámetros son: **la media de la tendencia central y la desviación estándar**.

El control de calidad tiene un método o técnica estadística que se propone llevar a cabo para tecnificar aun más su proceso de producción.

Este método se denomina “gráficos de control de calidad”.

Este método permite registrar datos en un grafico de forma cronológica, para observar sus variaciones, comparándolas con ciertos límites de control que se han fijado como limites de calidad.

El control efectivo requiere las siguientes etapas:

- Definición
- Medición
- Comparar con un estándar
- Evaluar
- Tomar acciones correctoras si son necesarias
- Evaluar la acción correctora

Las variaciones atribuibles se deben a una causa concreta, tal como las diferencias entre el rendimiento de diversas máquinas, operarios o materiales. Las variaciones de este tipo no son aleatorias y pueden conducir a variaciones excesivas en los procesos. Si existen causas de variaciones atribuibles en un proceso, entonces se dice que el proceso esta “fuera de control”.

Las variaciones debidas a causas atribuibles suelen ser excesivas, y no se pueden utilizar métodos de control estadístico de proceso para predecirlas.

Las variaciones aleatorias surgen como consecuencias de la interacción de una gran variedad de factores, tales como la temperatura, la presión atmosférica y la tolerancia normal de operación de la maquinaria.

Estas variaciones son aleatorias, en general pequeñas y no se pueden atribuir a ninguna causa concreta. Se dice que un proceso es estable o que esta bajo control si la variabilidad del proceso es consecuencia únicamente de variaciones aleatorias.

Distinguir entre un tipo de variación y otro, resulta de fundamental importancia a la hora de la toma de decisiones. Las decisiones correctas son ajustar el proceso cuando esta fuera de control y dejarlo sólo cuando esta bajo control. El riesgo de ajustar innecesariamente un proceso bajo control es un **error tipo I**; si no se corrige un proceso que este fuera de control, es un **error tipo II**. La aplicación correcta del control estadístico de proceso reduce al mínimo estos riesgos.

3.1.1 Medidas de tendencia central

Son valores numéricos que localizan de alguna manera, el centro de un conjunto de datos. El término promedio a menudo es asociado con todas las medidas de tendencia central.

3.1.1.2 Media de la muestra

Se encuentra sumando todos los valores de X, dividiendo entre el número de estos valores n.

$$\bar{X} = \sum \frac{X}{n}$$

$$\bar{X} = X \text{ barra}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

n = número de valores

3.1.1.3 Mediana

Valor de datos que ocupa la posición central cuando los datos se ordenan según su tamaño, se representa X (se lee como "X tilde" o mediana de la muestra).

$$d(X) = \frac{n+1}{2}$$

d(X) → Profundidad de la mediana (número de posiciones a partir de cualquier extremo)

n → Es el mismo número que la cantidad de posiciones de los datos

3.1.1.4 Moda

Es el valor de X que ocurre más frecuentemente. Si dos o más valores de una muestra están empatados en cuanto a mayor frecuencia (número de ocurrencias), se dice que no hay moda.

3.1.1.5 Rango medio

Número que está exactamente a la mitad del camino entre un dato con menor valor mín. y un dato con mayor valor máx.; se encuentra promediando los valores mínimo y máximo.

$$\text{Valor medio} = \frac{\text{mín.} + \text{máx.}}{2}$$

mín. → valor mínimo

máx. → valor máximo

Las cuatro medidas de tendencia central representan cuatro métodos distintos para describir el centro. Estos cuatro valores pueden ser iguales, aunque es más probable que sean diferentes.

3.1.2 Medidas de dispersión

Una vez que se ha localizado el “centro” con las medidas de tendencia central, la investigación en busca de información a partir de los conjuntos de datos se dirige ahora a las medidas de dispersión.

Las medidas de dispersión incluyen el rango, la varianza y la desviación estándar. Estos valores numéricos describen la cantidad de dispersión o variabilidad que se encuentra entre los datos. Datos bastante agrupados poseen valores relativamente pequeños y datos más dispersos tienen valores más grandes.

El agrupamiento más estrecho ocurre cuando los datos carecen de dispersión (todos los datos tienen el mismo valor), para los cuales la medida de dispersión es cero.

No hay límite respecto a cuan dispersos pueden ser los datos; en consecuencia, las medidas de dispersión pueden ser muy grandes.

3.1.2.1 Rango

Es la diferencia en valor entre las porciones de datos de mayor valor (Máx.) y de menor valor (Mín).

$$\text{Rango} = \text{máximo} - \text{mínimo}$$

$$\text{Rango} = \text{Máx.} - \text{Min}$$

Máx.= valor máximo de la muestra

Mín. valor mínimo de la muestra

3.1.2.2 Desviación con respecto a la media

Una desviación de la media $X - \bar{X}$, es la diferencia entre el valor de X y la media \bar{X} .

Cada valor individual X se desvía de la media por una cantidad igual a $(X - \bar{X})$. Esta desviación $(X - \bar{X})$ es cero, cuando X es igual a la media \bar{X} . La desviación $(X - \bar{X})$ es positiva si X es mayor que \bar{X} y negativa si X es menor que \bar{X} .

3.1.2.3 Varianza de la muestra

La varianza de la muestra S^2 , es la medida de las desviaciones al cuadrado, calculada usando como divisor a $n-1$.

$$S^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

S^2 = Varianza de la muestra

\sum = Sumatoria

$(X - \bar{X})^2$ = Desviaciones al cuadrado

n = tamaño de la muestra, o sea el número de datos que hay en la muestra.

3.1.2.4 Desviación estándar

La desviación estándar de una muestra, S es la raíz cuadrada positiva de la varianza.

$$S = \sqrt{S^2}$$

S = desviación estándar de una muestra

$\sqrt{S^2}$ = raíz cuadrada de la varianza de la muestra

3.1.3 Diagrama de control

El diagrama de control o gráfico de control es una herramienta importante en el Control Estadístico de Calidad (CEC). A pesar de la aparente simplicidad de este gráfico, muchos ingenieros, jefes de producción e inspectores de calidad adquieren con su empleo un criterio completamente nuevo. Para definir brevemente este criterio se puede decir que la calidad medida en el producto fabricado está siempre sujeta a un cierto grado de variación, debido al azar.

Cualquier esquema de producción e inspección lleva implícito algún sistema estable de causas debidas al azar. La variación de este patrón fijo es inevitable. Las razones por la que esa variación rebasa los límites de dicho patrón deben descubrirse y corregirse.

La fuerza de la técnica de los gráficos de control reside en su capacidad para distinguir las causas atribuibles a la variación de la calidad.

Esto hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción, y a menudo produce mejoras sustanciales en la calidad del producto; así como la reducción de la cantidad de productos desechables y recuperables.

Además, al identificar algunas de las variaciones de la calidad como inevitables y debidas al azar, el gráfico de control nos dice cuando hay que dejar que un proceso se desarrolle sin interrupciones; evitando así ajustes frecuentes e innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso más que a disminuirla.

Una ventaja del gráfico de control es que dice cuando no hay que interrumpir el proceso, así como cuando es preciso actuar para corregir deficiencia. La eliminación de las causas atribuibles que provocan fluctuaciones irregulares, se denomina poner un proceso bajo control y constituye una de las fuentes de ahorro más importantes que proporciona el control estadístico de calidad.

Características:

- 1.- Los gráficos de control se utilizan para distinguir entre variabilidad aleatoria y no aleatoria.
- 2.- La base para el gráfico de control es la distribución de la muestra la cual describe principalmente la variabilidad aleatoria
- 3.- Teóricamente cualquier valor de la muestra será posible, pero sabemos que el 99.7% de los valores estará en el intervalo $\bar{x} \pm 3\sigma$.
- 4.- Según esto, cualquier valor que este fuera del intervalo será una variación no aleatoria.
- 5.- Estos límites señalados anteriormente, son los denominados límites de control.

Límites de control:

- Límite inferior de control (Lower control limit LCL)
 $\bar{X} - 3\sigma$
- Límite superior de control (Upper control limit UCL)
 $\bar{X} + 3\sigma$

3.1.3.1 Tipos de gráficos de control

Existen cuatro tipos diferentes de gráficos de control:

Por variables:

- Gráfico de control de la media

Tendencia central

- Gráfico de control del rango

Dispersión del proceso

Por Atributos

Atributo:

Características de la calidad que se dividen en dos grupos: los que satisfacen determinadas especificaciones y los que discrepan de ellas.

Objetivos:

- Estudiar si la marcha del proceso está bajo control de forma menos costosa que con los gráficos de control por variables.
- Obtener un nivel de calidad aceptable de acuerdo con los objetivos fijados.

Límite de Control Superior (LCS)

Detectan un exceso de defectos o piezas defectuosas.

Límite de Control Inferior (LCI)

Ponen de manifiesto que las muestras tomadas revelan valores muy bajos en defectos o productos no aceptables.

Pueden suponer:

- Extracción de las muestras de forma inadecuada, por lo tanto estudiar la forma de extracción.
- El proceso ha evolucionado favorablemente, por lo cual readaptar los límites de control.

Ventajas:

- Relativa simplicidad
- Se puede ver la tendencia de los datos
- Ayuda a la mejora continúa

Inconvenientes:

- Los operarios deben estar formados para no ajustar el proceso continuamente.
- Se necesitan muestras de gran tamaño para que sean representativos.

3.1.4 Muestreo de aceptación

En los últimos años ha ido disminuyendo el interés por el muestreo de aceptación, en tanto el control estadístico de procesos ha venido adquiriendo un papel cada vez más prominente en las actividades de aseguramiento de calidad.

3.1.4.1 ¿Qué es el muestreo de aceptación?

Es la manera de evaluar parte de los productos que forman un lote con el propósito de aceptar o rechazar el lote completo. Su uso es recomendado cuando el costo de inspección es alto o la inspección es monótona y causa errores de inspección o cuando se requieren pruebas destructivas.

El muestreo de aceptación es una forma de inspección que se aplica a lotes o cantidades de ítems antes o después del proceso, en vez de durante el proceso; para ver si son conformes a los estándares preestablecidos.

Los lotes que satisfacen los estándares son aceptados y los que no son rechazados.

Para poder rechazar lotes sería necesario inspeccionar al 100%, de forma que se eliminasen aquellos defectuosos y se devolvieran al proveedor. Esto aseguraría una alta calidad, pero no siempre es posible.

En general, el muestreo de aceptación es útil cuando se dan una o más de las siguientes condiciones:

- El número de artículos a inspeccionar es muy elevado en un periodo de tiempo corto.
- El coste de inspección al 100% es muy elevado.
- La prueba es destructiva.
- La fatiga y el aburrimiento causado por grandes inspecciones provocan errores de inspección.

El muestreo de aceptación puede aplicarse tanto a variables como a atributos, aunque se utiliza más en la inspección de atributos. En nuestro caso para inspeccionar el zapato fabricado en calzado hola utilizaremos lo que llamaremos muestreo de aceptación por lote de atributos, pues mediremos las fallas en la piel, costura y suelas.

3.1.4.2 Ventajas del plan de muestreo de aceptación

La principal ventaja es la economía, pero se le suman como ventajas el menor daño para el producto ya que hay menos manejo, se minimiza el problema de la monotonía de la inspección al 100% y con esto se reduce el grupo de personas que llevan a cabo la inspección, se mejora la tarea de inspección ya que se toman decisiones lote por lote y no de pieza por pieza, es muy útil en el caso de pruebas que implican destrucciones; se orienta al rechazo de lotes enteros y no de unidades no conformes, esto da más motivación para obtener mejoras.

Las desventajas que tiene este plan de muestreo es el riesgo de rechazar lotes buenos y aceptar lotes malos, además de aportar menos información.

3.1.4.4 Descripción del plan de muestreo

El plan de muestreo consiste en seleccionar aleatoriamente una parte representativa del lote, inspeccionarla y decidir si cumple con nuestras especificaciones de calidad, para llegar a esto se debe de consultar tablas y fijar los niveles de calidad que son aceptables (**NCA**) para nosotros y nuestros clientes o proveedores.

El plan de muestreo es un elemento clave en el muestreo de aceptación.

El plan de muestreo especifica:

- El tamaño del lote (N)
- El tamaño de la muestra (n)
- El número de muestras que deben tomarse
- El criterio de aceptación o rechazo

Existen 3 tipos de planes de muestreo: simple, doble y múltiple.

Plan de muestreo simple

De cada lote se tomara una muestra aleatoria de **n** unidades, cada una de ellas se examinará y se clasificará como **buena** o **defectuosa**.

Si cualquier muestra contiene más de un número especificado de defectuosos (**c**) el lote se rechazará.

Plan de muestreo doble

El plan de muestreo doble permite tomar una segunda muestra de un lote en el caso de que los resultados de la primera muestra fueran no concluyentes.

Los planes de muestreo doble son un poco más complicados; en estos se tienen 3 alternativas, una vez realizado el muestreo; estas son **aceptar o rechazar** el lote o **tomar otra muestra**, si es mala se **rechaza**, solo cuando la calidad es regular, se realízale muestreo por segunda ocasión.

Las variables a considerar en un muestreo doble son estas:

- Tamaño del lote = N
- Tamaño de la muestra correspondiente a la primer muestra = n_1
- Número de aceptación en la primer muestra = c_1
- Cantidad de rechazo en la primer muestra = r_1
- Tamaño de la muestra correspondiente a la segunda muestra = n_2
- Número de aceptación en la segunda muestra = c_2
- Cantidad de rechazo en la segunda muestra = r_2

El muestreo múltiple es una extensión de un muestreo doble sólo que en este se definen 3, 4, 5 ó cuantos muestreos se requieran. La técnica utilizada es la misma explicada en el caso del muestreo doble.

3.1.4.5 Nivel Calidad Aceptable

El nivel de calidad aceptable (**NCA**) es el máximo porcentaje de **no-conformidad** que se puede considerar satisfactorio para efecto del muestreo de aceptación. Es un punto de referencia y de ningún modo nos indica que cualquier punto de la **no-conformidad** es aceptable. Es el nivel de calidad que se considera **bueno** y que se desea aceptar la mayor parte de las veces.

La única manera de garantizar la aceptación de un lote es teniendo **cero por ciento de no-conformidad** o si la cantidad de **no-conformidad** en el lote es menor o igual al número de aceptación.

Nuestro objetivo es cumplir o rebasar las especificaciones a fin de que en el lote no haya ninguna unidad no conforme.

Porcentaje de Defectos de Tolerancia del Lote (PDTL)

Es el nivel que se considera **malo** y que debería rechazarse, la mayoría de las veces se denomina porcentaje de defectos de tolerancia de lote **PDTL**.

La probabilidad de que un plan de muestreo rechace lotes dentro del **NCA** se denomina riesgo del productor (α) y la probabilidad de que un plan acepte lotes dentro del **PDTL** se denomina riesgo del consumidor (β).

3.1.4.5.1 Niveles de inspección

Además de los planes de inspección simples, dobles o múltiples, existen 3 tipos de niveles de inspección, estos son **normal, el riguroso y el reducido**. Toda inspección inicia como normal y dependiendo del comportamiento del material a inspeccionar, la cantidad a seleccionar aumenta o se reduce. Para esto se consideran los siguientes criterios:

Nivel de inspección normal:

Toda inspección inicia como normal, esto se mantiene hasta que los siguientes procedimientos de modificación exijan un cambio.

De normal a rigurosa:

Para pasar de una inspección normal a rigurosa se da cuando **2** de cada **5** lotes o producciones consecutivos han sido rechazados en la inspección original.

De rigurosa a normal:

Para pasar de una inspección rigurosa a normal se da después de que **5** lotes o producciones consecutivos se consideran aceptables.

De normal a reducida:

De una inspección normal se puede pasar a una reducida siempre que se satisfagan las siguientes condiciones:

- Que en los 10 lotes o producciones posteriores se hayan pasado en una inspección normal y no se haya rechazado ninguno en la inspección original.
- Que la producción se mantenga a un ritmo estable.
- Que la inspección reducida sea considerada como satisfactoria por la autoridad responsable.

Reducida a Normal:

- Que se rechace un lote o una producción.
- Que el lote o producción se considere aceptable bajo los procedimientos de planes de muestreo de aceptación que son sencillo, doble y múltiple.

3.1.4.6 Formación de lotes y selección de la muestra

Los lotes deben ser homogéneos, todo producto que figure en un lote deberá producirse por la misma maquina, el mismo operador, el mismo material de entrada y las mismas condiciones de operaciones durante la fabricación del lote.

La selección de las muestras que se vayan a emplear en la inspección deberá ser representativa de todo el lote.

Nuestro plan de muestreo busca que cada una de las unidades del lote tenga la misma posibilidad de ser escogida para ser inspeccionada.

A esto se le conoce como muestreo aleatorio.

3.1.5 Curva característica de operación

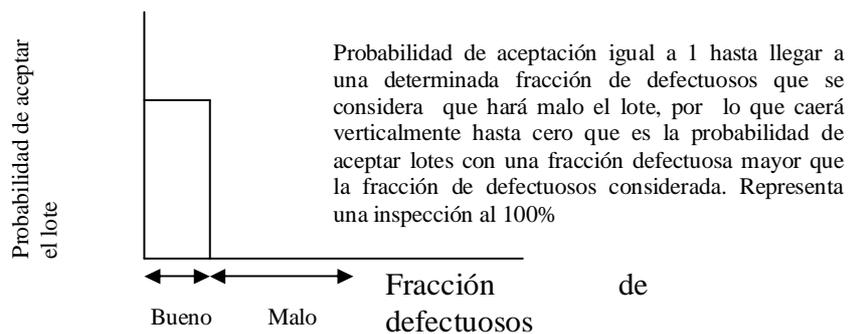
La curva característica de operaciones es la curva de probabilidad que muestra las probabilidades de aceptar lotes con distintas fracciones de defectuosos.

Un plan de muestreo no discrimina entre lotes “buenos” y “malos”:

- Algunos lotes de baja calidad serán aceptados
- Algunos lotes de alta calidad serán rechazados

Un plan de muestreo que discriminará perfectamente los lotes “buenos” y “lo malos” tendría una curva de operaciones como la siguiente:

Figura 5. Representación de una curva característica de operación ideal



Ni siquiera una inspección al 100% puede garantizar un resultado así, que implica rechazar los lotes con una fracción de defectuosos superior a una determinada.

Es posible acercarse a esta curva ideal aumentando el tamaño de la muestra y el número de aceptación.

Cuando un lote es rechazado, generalmente el lote es devuelto al proveedor e inspeccionado por este al 100%, siendo restituido con cero defectos, lo que se conoce como **programa de acción rectificadora**.

Definido el plan de muestreo, si los lotes llegan a recepción, con una fracción de defectuosos, p , la probabilidad de aceptarlos será P_{ac} .

Por tanto será rechazado un porcentaje igual a $1 - P_{ac}$, que tendrá que ser inspeccionado al 100%, restituyéndose los productos defectuosos por bueno y reenviándolos de nuevo con una fracción de defectuosos nula.

La fracción de defectuosos real que se consigue será la suma ponderada de ambas entradas en almacén, lo que se conoce como **calidad promedio de salida (Average Output Quality, AOQ)**, tendrá un valor:

$$AOQ = (p \times P_{ac}) + (0 \times (1 - P_{ac})) = p \times P_{ac}$$

El plan de muestreo tiene que ser un acuerdo entre el productor y el consumidor, existiendo dos niveles de calidad muy importantes a la hora de establecer el plan de muestreo:

El fabricante querrá que no le devuelvan los lotes si estos tienen una fracción defectuosa menor que un nivel dado, al cual se le conoce como **Nivel de Calidad Aceptable (NCA)**.

El consumidor no estará dispuesto a aceptar lotes con un nivel de defectuosos superior a un cierto límite, denominado **Porcentaje de Defectos de tolerancia del lote (PDTL)**.

Sin embargo, siempre existirá la probabilidad de aceptar lotes con un nivel de defectuosos superior a **PDTL** y de rechazarlos con un nivel inferior a **NCA**, ya que dependerá de la suerte que se tenga al extraer la muestra del lote.

El máximo riesgo que corre el consumidor de aceptar lotes con un nivel de defectuosos superior a **PDTL** es la probabilidad que se representa como **β** .

El riesgo del fabricante, de devolución de lotes con una fracción de defectuosos inferior a **NCA** es **α** .

Una vez establecidos **α** , **β** , **NCA** y **PDTL** se puede definir el plan de muestreo.

3.2 Recopilación de información para realizar muestreos

Para obtener los datos para un muestreo de aceptación tenemos que la fabrica de calzado hola tiene actualmente una capacidad de producción diaria de 700 pares de zapatos de hombre, esto claro esta dependiendo de los requerimientos que el departamento de ventas envíe al departamento de producción, en este caso en particular analizaremos el estilo Roatán que es uno de los más requeridos por los clientes de calzado hola.

Utilizando las herramientas estadísticas para el control de calidad haremos algunas observaciones diarias para un determinado lote de zapatos, en donde buscaremos defectos de fabricación y utilizaremos los gráficos de control (gráfico p y gráfico c) para determinar como se encuentra el proceso de producción con la implementación del plan de muestreo de aceptación.

Plan de muestreo por atributos

En estos planes se extrae aleatoriamente una muestra de un lote y cada pieza de la muestra se clasificará de acuerdo con ciertos atributos como aceptable o defectuosa. Si el número de piezas defectuosas es menor o igual que un cierto número predefinido entonces el lote es aceptado, en caso de que sea mayor el lote es rechazado.

Para lograr realizar el muestreo por⁶¹ atributos utilizaremos tablas especiales que nos arrojarán datos importantes para determinar el tamaño del lote que vamos a inspeccionar, ya que no podemos hacer una inspección al 100%, pues sería una tarea muy monótona y elevaríamos los costos de producción demasiado; es por eso que nos valdremos de estas técnicas para poder hacer una inspección de una manera más ordenada y con resultados óptimos de calidad para calzado hola.

Utilizando la tabla MIL-STD-105D Norma ABC, para obtener los datos para realizar el muestreo de aceptación por atributos.

Datos:

Como:

$N = 700$ pares

$NCA = 1\%$

Utilizando la tabla MIL-STD-105D NORMA ABC de muestreo por atributo, obtenemos los siguientes datos:

- Nivel de inspección II (inspección normal)
- Código J
- La interpretación de estos datos es que según el $N = 700$ y
- $NAC = 1\%$ tenemos que utilizar un muestreo simple efectuando una inspección normal a nuestro lote (n).

Valiéndonos de la tabla MIL-STD-105D MUESTREO SIMPLE NORMA ABC Inspección Normal.

Nos arroja los siguientes datos:

$$n = 80$$

$$c = 2$$

$$r = 3$$

El significado de los datos es que de un total de 700 pares se debe inspeccionar un lote de 80 pares, el criterio de aceptación para defectos críticos es de 2 o menos pares no conformes para aceptar el lote, y 3 o más para rechazar el lote completo.

En otras palabras haremos observaciones a 80 pares del estilo Roatán, inspeccionando al 100% cada par, para determinar si nuestro plan cumple con los datos que nos arrojó, y así determinar si se acepta o se rechaza el lote completo de 700 pares.

El propósito del uso del muestreo de aceptación es para que capturemos la información necesaria para realizar nuestros gráficos de control para atributos y la curva característica de operación.

El objetivo de la inspección al 100% del lote de 80 pares es para verificar si se cumplen los estándares de calidad que utiliza calzado hola actualmente para reducir los defectos de fabricación en el zapato, que podrían ser residuos de pegamento, manchas en la piel, costuras torcidas y que la suela no este bien centrada, cosida y pegada al zapato.

Se procedió a tomar 10 muestras del total de 80 pares de calzado Roatán al día por una semana e inspeccionarlas para obtener la información que necesitábamos para ejemplificar la forma de realizar los gráficos de control p y c respectivamente y los estudios adicionales para el trabajo de tesis.

3.3 Áreas a implementar en el control de calidad

Las áreas sugeridas en donde se debe implementar el control de calidad son las áreas de costura y montado pues son áreas importantísimas para lograr mejorar la calidad con un grado de optimización alto, involucrando a los operarios enseñándoles el uso y manejo de las herramientas estadísticas y tablas para muestreo de aceptación por atributos, para que puedan tomar decisiones acertadas en las inspecciones que se realizarán y también en la interpretación de los gráficos de control, para beneficio de la industria de calzado hola y por que no de ellos mismos también, para incrementar su experiencia laboral en el mejoramiento de la calidad en el proceso de producción.

3.3.1 Costura

En este departamento se harán observaciones a una muestra de 80 pares de calzado, que fue el tamaño de lote que nos arrojó el uso de las tablas especiales y los tabularemos y obtendremos la información (atributos) necesaria para realizar los gráficos de control p , para el mejoramiento de la calidad del proceso.

En este punto crítico de inspección buscaremos defectos en la costura, por ejemplo: puntadas torcidas y revisión de los brones lo cual implica hacer un conteo del número de puntadas según el estilo de calzado, o sea número de defectos o sea la fracción defectuosa.

3.3.2 Montado

En este departamento como en el anterior se realizan una serie de observaciones a la muestra de 80 pares de zapato y se tabularán y se obtendrá información (atributos), para realizar gráficos de control c , con el mismo objetivo que es el mejoramiento de la calidad. En este punto de inspección lo que estamos buscando es defectos por par de zapatos como residuos de pegamento en la suela o en el corte, así como puntas de hilo y también verificar si la suela esta bien pegada y cosida al zapato, en otras palabras defectos por unidad.

3.4 Métodos estadísticos para mejorar la calidad

Debido a que estamos buscando defectos utilizaremos los gráficos de control por atributos, estos pueden ser los gráficos p y los gráficos c; a continuación definiremos cada uno de ellos y cuando aplicarlos.

3.4.1 Gráfico P

Se busca el número de piezas defectuosas de una muestra; cuando lo que se observa pueda situarse en dos categorías: **bueno o malo**, aprobado o suspenso, sí o no. Cuando los datos consisten en múltiples muestras de n observaciones cada una de ellas

3.4.2 Gráfico C

Se busca número de defectos por unidad; Cuando solo puedan contarse los sucesos ocurridos, pero no los no ocurridos, ejemplos: llamadas por hora, arañazos, errores por pieza, roturas, rajaduras por metro cuadrado, crímenes anuales, etc. Este tipo de gráfico se utiliza cuando se está intentando controlar el número de defectos por unidad, ya sea porque el número de posibles defectos es elevado o porque se desee aislar un cierto tipo de ellos; c es el número más probable de defectos por muestra que estimamos como \bar{c} .

3.4.3 Cálculo de límites de control

3.4.3.1 Gráfico P

La variable p se distribuye como una binomial, por tanto su desviación típica y los límites de control pueden expresarse como:

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

- límites de control:
- límite de control superior **LCS**= $p + 3\sigma$
- límite de control inferior **LCI**= $P - 3\sigma$

Si el límite inferior de control es < 0 , se utiliza como límite cero.

3.4.3.2 Gráfico C

La media del número de defectos por unidad es c. Se calcula dividiendo el número de defectos encontrados en un lote, de muestras entre el número de estas, que no debe ser inferior a 25.

La desviación típica $\sigma = \sqrt{c}$

Aproximando a la normal los límites de control serán:

$$\text{Límite de control Superior } \mathbf{LCS} = c + 3\sqrt{c}$$

$$\text{Límite de control Inferior } \mathbf{LCI} = c - 3\sqrt{c}$$

Si el límite inferior de control es ≤ 0 , se utiliza como límite cero.

3.5 Estándares de calidad

Son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas, u otros criterios precisos; que pueden ser usados consecuentemente como reglas, directrices o definiciones de características que aseguran que materiales, productos y servicios sean adecuados a su propósito. En este caso la calidad del proceso productivo de calzado hola.

En otras palabras es un documento voluntario que contiene especificaciones técnicas, elaborado en consenso de las partes interesadas; basados en la experiencia y el desarrollo tecnológico.

Para el proceso de fabricación de calzado, la industria hola ha establecido sus propios estándares de calidad, los cuales se describirán a continuación en los departamentos críticos siguientes:

Costura

En este departamento un operario efectúa una revisión par verificar el número de puntadas según el estándar establecido por la empresa hola.

Existen 2 tipos: interior y exterior, según el estándar interno se debe hacer 7 puntadas por pulgada en la costura; de lo contrario se regresa la pieza para arreglarla.

El operario realiza una revisión al corte buscando algún excedente de pegamento y proceder a limpiarlo.

Se realiza una revisión a los ojetes:

- Se chequea que sea antioxidante
- Que no tenga ningún tipo de deformación
- la tonalidad

También se revisa la placa identificadora:

- Se busca algún defecto y si se detecta se corrige o se cambia la placa.

Revisión de brones:

Se revisa visualmente la unión del plato y canto que se realiza por medio de una costura manual hecha por un operario.

Se revisa lo siguiente:

- La puntada debe estar bien hecha (apretada)
- Tono de hilo y resistencia

Existen 4 tipos de brones:

- Punto cuadro 37 puntadas
- Punto arroz, el plato va por dentro
- Canto con canto 37 puntadas
- Normal, el plato va por fuera 37 puntadas

Al hacer la revisión se verifica que si la costura no está bien hecha se devuelve al departamento de brones y el operario procede a deshacer la costura y hacer la costura de nuevo.

Montado

Se efectúa una revisión visual de lo siguiente:

- Centrar brones
- Centrar talonera
- Centrar la parte de atrás
- Activación de termoplástico con calor y frío

Se revisa el corte del zapato para evitar defectos como:

- Agujeros
- Tonalidad de color
- Tamaño desigual
- Marcas de moldes

En la máquina pasadora un operario revisa visualmente lo siguiente:

- Costura pareja, puntadas uniformes
- Color o tonalidad de hilo, se utilizan 3 colores de hilo: blanco, marrón y negro.

3.5.1 Pasos a seguir para crear la curva característica de operación

Cualquier curva característica de operación puede definirse seleccionando los puntos (**NCA**, $1-\alpha$) Y (**PDTL**, β). La curva proporciona fundamentalmente las probabilidades de errores **tipo I y tipo II**.

Nivel de Calidad Aceptable NCA

Es el nivel de calidad que se considera **bueno** y que se desea aceptar la mayor parte de las veces.

Porcentaje de defectos tolerancia del lote PDTL

Es el nivel que se considera **malo** y que debería rechazarse la mayoría de las veces.

Riesgo del productor (α)

Es la probabilidad de que un plan de muestreo rechace lotes dentro del **NCA**.

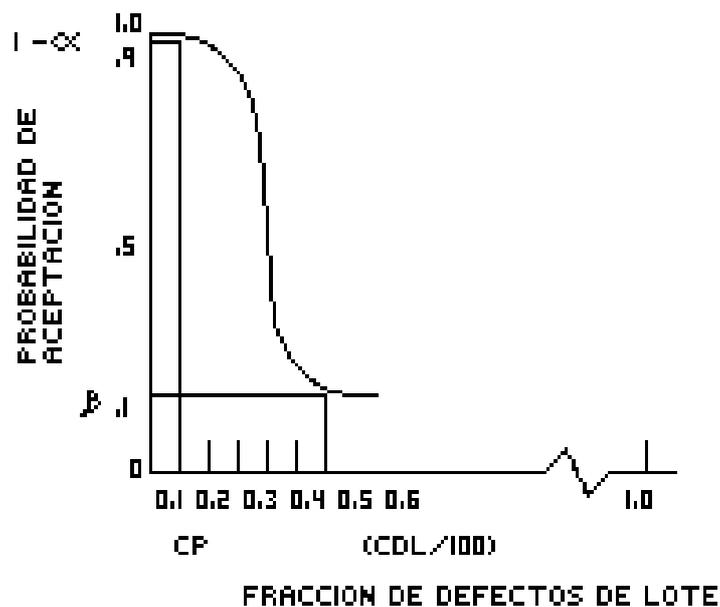
Riesgo del consumidor (β)

Es la probabilidad de que un plan de muestreo acepte lotes dentro del **PDTL**.

Primero debemos de encontrar la probabilidad de aceptar un lote, y después la fracción de defectuosos y se procede a graficar la probabilidad versus la fracción de defectuosos y obtendremos una curva característica de operación para nuestro producto.

3.5.2 Construcción de la curva característica de operación

Figura 6. Curva característica de operación del muestreo de aceptación



3.5.3 Interpretación de gráficas

Montado

Se determinó que el proceso se encuentra bajo control estadístico, al analizar el gráfico de control p, pues se notó que un punto está fuera del límite de control superior, el número de puntos arriba y abajo del eje central es aproximadamente igual, los puntos parecen caer al azar arriba y abajo del eje central. Como el LCI es menor que 0, esto implica que LCI es 0.

Costura

Al analizar el gráfico de control c, se determinó que el proceso se encuentra bajo control estadístico.

- No hay puntos fuera de los límites de control
- Los puntos parecen caer al azar arriba y abajo del eje central.

4.- APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD PROPUESTO

Dentro de las instalaciones de proceso de la empresa hola, no se tiene implementado un sistema de calidad técnico o especializado para la verificación de control de los productos elaborados en piel. Se ha de reconocer que el sistema de control que se observó es un sistema empírico en donde se revisan los productos al cien por cien de una manera visual la cual la convierte en tediosa y onerosa ya que el tiempo de revisión que se tiene para cada producto hace disminuir la productividad deseada, ya que cada operario revisa su operación tardando un tiempo mayor al propuesto para la elaboración del mismo.

4.1 Control de áreas a implementar.

Actualmente la empresa hola tiene diferentes departamentos de trabajo, y al realizar una inspección se determinó que los departamentos críticos son costura y montado dentro del proceso de fabricación. Por lo tanto en dichos departamentos se realizará la implementación del sistema de control de calidad para la fabricación de calzado en el estilo elegido, el cual es el tipo Roatán de hombre.

En estos departamentos se implementará la propuesta de la forma siguiente:

1. La dirección de la empresa será la responsable de dar a conocer la implementación de un sistema de calidad en vías de desarrollo para el proceso.
2. La dirección creará la plaza de técnico o responsable de calidad para la empresa
3. Deberá elaborarse un manual con las normas de calidad establecidas para el proceso y satisfacción del cliente
4. La empresa brindará apoyo a las personas que estén en el proceso de implementación del sistema de control de calidad
5. Dirección y personal encargado de la implementación del sistema de calidad, elaborará material de apoyo didáctico para la entrega a cada operario de la planta
6. El sistema de implementación de calidad se hará a través de un líder de calidad el cual será responsable de dar a conocer y desarrollar el sistema propuesto
7. Capacitar al personal de las áreas establecidas en todo lo concerniente a normas de la calidad en el proceso de elaboración de calzado
8. El sistema de control elegido para su aprobación deberá ser homologado con el sistema de revisión actual para verificar su buena aplicabilidad
9. Se realizará un sistema de control cruzado mientras se esté en etapa de prueba

4.2 Manejó de muestreo de áreas de control

Se capacitará a un operario en el uso y utilización de las tablas especiales de muestreo (MIL-STD-105D NORMA ABC); de acuerdo al procedimiento siguiente:

- Determinar el tamaño del lote N (el tamaño depende de la producción diaria de la planta y el estilo).
- El NCA es de común acuerdo entre el productor y el cliente en este caso será del 1% siempre.
- Según el tamaño del lote se chequea en la tabla MIL-STD-105D "letra código tamaño de la muestra "y arrojará el nivel de inspección requerido y un código en letras.
- Se observa en la tabla especial MIL-STD-105D, se obtienen 3 datos para poder hacer el muestreo n, c, r.

De acuerdo a los parámetros obtenidos en el procedimiento anterior, el operario debe elaborar un reporte que entregará al técnico de calidad para la interpretación de los datos.

Este procedimiento deberá implementarse en los dos puntos críticos identificados anteriormente los cuales son: montado y costura.

El técnico en base a la información que se obtiene del departamento crítico, diseñara los gráficos de control respectivos para determinar el cumplimiento de los estándares de calidad dentro del proceso.

Es decir que podrá estimar si el proceso está bajo control o no. Si en un momento dado el proceso se encuentra fuera de control, el técnico hará una retroalimentación de información a los departamentos críticos involucrados.

4.3 Aplicación y control de tablas para estándares de calidad

Elaborar un manual de estándares de calidad para cada uno de los departamentos críticos que se determinaron, los cuales son: **montado** y **costura**.

Al implementar el manual de estándar de calidad y como se determinó anteriormente el muestreo de aceptación por atributos, involucra la utilización de los gráficos de control **p y c** y el uso de las tablas especiales para muestreo por atributos **MIL-STD-105D**.

La finalidad de la aplicación de las tablas es para comparar la forma empírica con la que actualmente calzado hola evalúa la calidad de sus zapatos versus el Sistema de Control de Calidad propuesto, para que la Gerencia pueda efectuar la comparación de ambos métodos y determinar si cumplen con los estándares de calidad actuales.

5.- SEGUIMIENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD

5.1- Medición de la calidad

Dentro de la empresa hola actualmente no se cuenta con sistema de medición de la calidad, por lo que la medición dentro del sistema propuesto estará en base a verificación de los datos obtenidos a través del uso de las técnicas de control de calidad propuestas y la información de los gráficos de control que se utilicen dentro del área específica establecida anteriormente

5.2 Mejoramiento continuo de la calidad

Para lograr un mejoramiento es de suma importancia involucrar a la empresa desde los niveles administrativos, hasta los niveles operativos. Púes la función de la administración es hacer un esfuerzo constante para proporcionar mejores productos a precios más bajos.

El mercado exige hoy calidad y bajos precios, con variedad, cantidad y disponibilidad en el momento y lugar oportuno. No lograrlo significará para las empresas quedar fuera del mercado.

La empresa de calzado hola tiene como compromiso lograr un mejoramiento continuó de la calidad, para beneficio de sus clientes. Para lograr dicho compromiso se propone a calzado hola tomar en cuenta la nueva filosofía y sistema llamada **Kaizen**, en la búsqueda de la máxima calidad y productividad.

La estrategia **Kaizen** es el concepto de más importancia en la administración japonesa. **Kaizen** significa “El mejoramiento en marcha que involucra a todos”.

5.2.1 Filosofía y sistema kaizen

La filosofía **Kaizen** supone que nuestra forma de vida, sea está en materia laboral, social o familiar, debe ser mejorada de manera constante. El mensaje de la estrategia **Kaizen**, es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la empresa.

El mejoramiento continuó no es una carrera, pero como los granos de arena de un reloj, sus resultados se verán con el tiempo.

La crisis petrolera de la década de 1970 ha alterado de manera radical e irrevocable el entorno comercial internacional.

La nueva situación se caracteriza por:

- Bruscos aumentos en los costos de material, energía y mano de obra.
- Capacidad excesiva de las instalaciones de producción.
- Creciente competencia entre las empresas en mercados saturados o recesivos.
- Valores cambiantes del consumidor y requisitos más estrictos de calidad.
- Necesidad de introducir nuevos productos con más rapidez.
- Necesidad de bajar el punto de equilibrio.

En el entorno comercial competitivo actual, cualquier demora en adoptar lo último en tecnología es costosa.

Para el **Kaizen**, el mantenimiento implica todas aquellas actividades dirigidas a conservar los actuales estándares tecnológicos, administrativos y de operaciones. Mejorar los estándares significa establecer estándares más altos. Las peores empresas son aquellas que sólo se limitan a las actividades de mantenimiento.

Kaizen significa mejoras pequeñas realizadas el “**status quo**”, como resultado de los esfuerzos progresivos. El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad.

El **kaizen** enfatiza en el reconocimiento del problema y proporciona pistas para la identificación de los mismos. El mejoramiento alcanza nuevas alturas con cada problema que se resuelve. La complacencia es el archienemigo del kaizen.

El **kaizen** no requiere de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas; para implantar **Kaizen** solo se necesitan técnicas sencillas como las siete herramientas de control de calidad:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa
- Histograma
- Gráfico de control (SPC)
- Diagrama de dispersión
- Hojas de comprobación
- Estratificación

El **Kaizen** como sistema se apoya en puesta en práctica e interacción de seis sistemas fundamentales:

- El control Total de Calidad (CTC)
- El sistema de producción Just In Time
- El Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Las actividades de grupos pequeños (entre ellos los Círculos de Calidad)
- El sistema de sugerencias
- El despliegue de políticas

5.3 Compromiso de calidad por parte de la empresa

El compromiso de la empresa actualmente será el de producir con la norma de cero defectos, aunque se sabe que es muy difícil de lograr por diferentes razones, se espera que la misma opte por un sistema de planificación a largo plazo para la capacitación constante del personal interno, dando con esto un valor agregado a cada producto que salga de la empresa para la satisfacción del cliente.

También se recomienda que la empresa debido a la firma de tratados actuales sobre el libre comercio, pueda implementar a corto plazo un sistema de calidad ISO 9001:2000 dentro de la misma, para poder exportar sus productos o competir sin ninguna restricción.

5.4 Implementación de metas de calidad

Se debe crear una cultura de calidad organizacional dentro de la empresa de calzado hola, orientada a la misión y visión de la misma.

Concienciar al operario de que es cliente y proveedor en determinado momento, lo cual nos llevara a una satisfacción y mejoramiento continuó de la calidad en todo el proceso productivo, para así lograr la meta de cero defectos deseada.

Con la Implementación del Sistema de Calidad propuesto, se busca entregar un producto que satisfaga tanto al cliente interno como externo; para lograr una buena incorporación en los tratados de libre comercio.

A largo plazo se podrá pensar en una certificación ISO 9001-2001, una vez teniendo estandarizado todo el proceso productivo de la empresa de calzado hola.

CONCLUSIONES

1. Actualmente la industria de calzado Hola, posee un sistema empírico de calidad.
2. Según el diagnóstico elaborado, los puntos críticos se encuentran en los departamentos de Montado y Costura.
3. Tomando en cuenta las áreas críticas, se hace necesario capacitar al personal de estos departamentos; para que ellos puedan interpretar la información que se obtiene de los gráficos de control, con el fin de mejorar la calidad en el proceso productivo.
4. Como modelo de control se establece el uso de gráficos, ya que a través de estos se establecerá sí el proceso necesita ser corregido en algún momento del mismo.
5. El plan de seguimiento, deberá ser evaluado en lo que respecta a la capacitación y los puntos críticos de control propuestos en el proceso, a través de verificaciones constantes.
6. Con la implementación del plan de calidad se espera minimizar los defectos que se tienen en las áreas de montado y costura, lo que será de beneficio económico para la empresa.
7. Con el plan de calidad implementado se determinarán cuáles son los defectos más comunes en la fabricación de calzado.

RECOMENDACIONES

1. A la Dirección General de la empresa Hola se le sugiere crear el puesto de Técnico de Calidad, lo más pronto posible para que la implementación del sistema de calidad propuesto sea un éxito.
2. Según el diagnóstico elaborado, se aconseja capacitar al personal operativo en las prácticas de calidad, de una manera constante, por medio de cursos de capacitación; a fin de lograr la implementación del sistema de calidad y que todo funcione adecuadamente.
3. Crear un manual de estándares de calidad, en el cual estén contenidas las normas y políticas de calidad de la empresa que se utilizan, para medir la calidad; pues actualmente no se tiene documentación alguna.
4. Extender hacia la bodega de materia prima, el sistema de control de calidad, para lograr una mejora en las inspecciones que se realizan a las pieles y a las suelas, pues son un insumo importante para mejorar la calidad del producto terminado.
5. Se sugiere crear el departamento de control de calidad, para que se encargue de todo lo relacionado a la calidad del proceso productivo, logrando así el mejoramiento continuo en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Elwood S. Bufo. Administración y dirección técnica de la Producción 4ª edición, Editorial: Limusa México, D.F., 1982.
2. Niebel Benjamín, Freivalds Andris. Ingeniería Industrial: Métodos Estándares y Diseño del Trabajo. 10ª edición, Editorial Alfa y Omega, Grupo editor, S.A. de C.V. México D.F., 2001
3. Revista Intecap. Fabricación de calzado., Editorial Intecap. Guatemala 1982.
4. John E. Freund, Gary A. Simon. Estadística Elemental. 8ª edición. Editorial Pearson Educación
5. Allen Webster. Estadística aplicada a los negocios y a la Economía. 3ª edición. Editorial McGraw-Hill.
6. Internet. Kaizen: La gestión japonesa de la excelencia. Mauricio leftcovich.sht.com.ar-2004.
7. Barrios Cifuentes Mynor Edelfo. Modelo de un Sistema Propuesto para la Planificación y el Control de Producción y su Aplicación en la Producción de la Industria de Calzado. Tesis Ing. Industrial, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 2001.

ANEXO 1

Ejemplo gráfico “P”

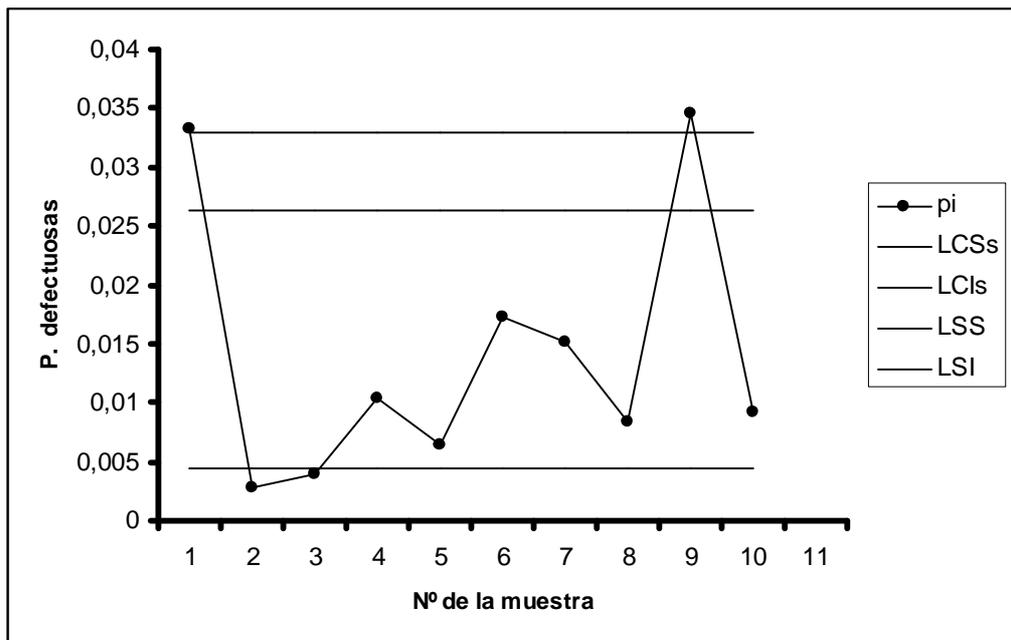
Nº Muestra	Número Defectuosos	pi
1	7	0,03333
2	1	0,00286
3	1	0,00391
4	3	0,01038
5	2	0,00641
6	7	0,01728
7	4	0,01515
8	3	0,00838
9	9	0,03462
10	3	0,00926
TOTAL	40	0,01321

Media 0,01321

$$LCSs = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0132 + 3 \sqrt{\frac{0,0132 \cdot (1-0,0132)}{302,8}} = 0,0329$$

$$LCIs = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0,0132 - 3 \sqrt{\frac{0,0132 \cdot (1-0,0132)}{302,8}} = -0,0064 \Rightarrow 0$$

Ejemplo gráfico “P”



Ejemplo gráfico "C"

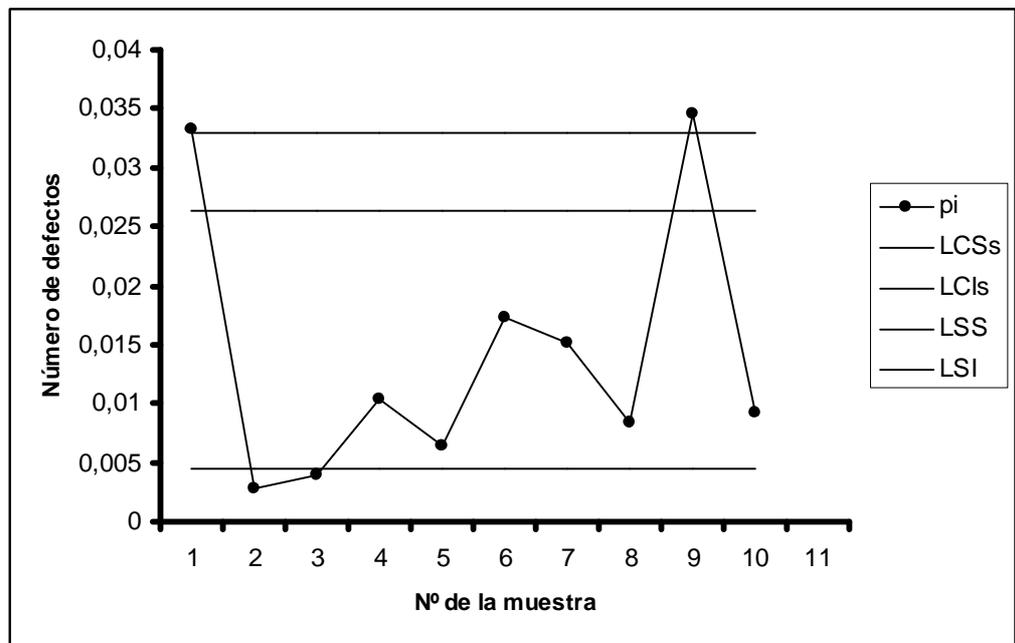
Nº muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nº defectos	2	1	4	1	7	1	0	3	2	2

$$\bar{c} = \frac{23}{10} = 2,3$$

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 2,3 + 3\sqrt{2,3} = 6,849$$

$$LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 2,3 - 3\sqrt{2,3} = -2,249 \Rightarrow 0$$

Ejemplo gráfico "C"



Tablas Especiales de Muestreo

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

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

Código nivel de tamaño de lotaje	Tamaño de lote inspeccionado	Niveles de calidad aceptable (Inspección normal)																											
		%																											
		0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	0.055	0.060	0.065	0.070	0.075	0.080	0.085	0.090	0.095	0.100	0.105	0.110	0.115	0.120	0.125	0.130	0.135	0.140	0.145
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120

* seguir el plan de muestreo establecido en la Norma. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al total, tomar muestras al 100%.
 ** aplicar el plan de muestreo establecido superior a la Norma.
 *** número de aceptación.
 **** número de rechazo.