



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD
PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA”**

AUTOR: CÓRDOVA DÍAZ FANNY MARCELA

DIRECTOR: MSc. MARCELO VACAS

IBARRA-ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente Trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100449038-7 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | Córdova Díaz Fanny Marcela | | |
| DIRECCIÓN: | San Roque, junto al Peaje | | |
| EMAIL: | fmcordovad@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | 06 2900 016 | Teléfono móvil: | 0995030467 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|---------------------------------|---|
| TÍTULO: | “Diseño de un Sistema de Control Estadístico de la calidad para el área de producción en la Fábrica de Medias Gardenia” |
| AUTOR (ES): | Córdova Díaz Fanny Marcela |
| FECHA: | 14 de agosto de 2020 |
| PROGRAMA: | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO PARA EL QUE OPTA: | Ingeniera Industrial |
| TUTOR / DIRECTOR: | Ing. Marcelo Vacas, MSc. |

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos del autor de tercero, por lo tanto, la obra es original, y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 14 de agosto de 2020

AUTOR



Córdova Díaz Fanny Marcela
C.I. 100449038-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICADO DEL AUTOR

Ing. Marcelo Vacas, MSc, Director de la Tesis de Grado desarrollado por la señorita estudiante:
Córdova Díaz Fanny Marcela.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA”**, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Córdova Díaz Fanny Marcela**, bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniera Industrial**. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 11 de agosto de 2020

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Marcelo Vacas', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a large, loopy blue oval scribble.

Ing. Marcelo Vacas, MSc.

Director de Trabajo de Grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA

DEDICO NO SOLO ESTE TRABAJO, SINO TODOS LOS AÑOS QUE HE PASADO EN LA UNIVERSIDAD A MI MADRE, ROSA ELENA DÍAZ; Y MIS HERMANOS, MARCO, MÓNICA, ROSSANA, JUAN, PATRICIA Y MERCEDES; QUIENES SIEMPRE CON AMOR ESTUVIERON APOYÁNDOME PARA QUE YO LOGRE CULMINAR UNA META MÁS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTO

COMO PRIMER LUGAR EN MI VIDA, AGRADEZCO A DIOS, QUIEN ME DIO LA FUERZA Y SABIDURÍA; QUE A TRAVÉS DE SAN JOSEMARÍA ESCRIVÁ ENCOMENDABA MIS TRABAJOS.

A MI FAMILIA, QUIENES INCONDICIONALMENTE SIEMPRE ME APOYARON, ESPECIALMENTE MI MADRE.

A MIS AMIGOS, MARY, HENRY Y JOSUÉ, CON QUIENES COMPARTÍ MOMENTOS MUY AGRADABLES.

A TODOS QUIENES CONFORMAN FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA, QUIENES ME ABRIERON LAS PUERTAS SIN DUDARLO Y COLABORARON CON EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO.

Y POR ÚLTIMO A TODOS QUIENES FUERON MIS DOCENTES, QUE DÍA A DÍA SE ESFORZABAN POR ENSEÑARNOS ALGO NUEVO, Y A PESAR DE SU CANSANCIO ESTABAN AHÍ BRINDÁNDONOS SU AYUDA; ESPECIALMENTE AGRADEZCO AL MSC. MARCELO VACAS, MI TUTOR DE TESIS, QUE SABIAMENTE ME GUIÓ PARA LA CULMINACIÓN DE ESTE PROYECTO.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | II |
| CERTIFICADO DEL AUTOR..... | IV |
| DEDICATORIA | V |
| AGRADECIMIENTO | VI |
| ÍNDICE GENERAL | VII |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XII |
| ÍNDICE DE TABLAS | XIII |
| RESUMEN | XIV |
| ABSTRACT..... | XV |
| | |
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1. problema..... | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1. OBJETIVO GENERAL..... | 2 |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.4. ALCANCE..... | 3 |
| 1.5. METODOLOGÍA | 4 |
| 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 6 |
| 2.1. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD | 6 |
| 2.2. DEFINICIONES BÁSICAS | 7 |
| 2.2.1. CALIDAD..... | 7 |
| 2.2.2. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE | 8 |
| 2.2.3. PROCESO..... | 9 |
| 2.2.4. PRODUCTIVIDAD..... | 10 |
| 2.2.5. VARIABILIDAD Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO..... | 11 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.3. | CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD | 11 |
| 2.3.1. | VARIABLE CUANTITATIVA | 13 |
| 2.4. | HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD | 14 |
| 2.5. | CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS | 15 |
| 2.5.1. | CARTA P (PROPORCIÓN DE DEFECTUOSOS) | 15 |
| 2.6. | ÍNDICES DE CAPACIDAD | 17 |
| 2.6.1. | ÍNDICE Cps y Cpk..... | 17 |
| 2.6.2. | ÍNDICE Z..... | 18 |
| 2.7. | METODOLOGÍA DMAMC..... | 18 |
| 2.8. | SECTOR TEXTIL EN EL ECUADOR..... | 19 |
| 2.8.1. | MARCO LEGAL..... | 19 |
| 3. | DIAGNÓSTICO INICIAL | 22 |
| 3.1. | DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | 22 |
| 3.1.1. | RESEÑA HISTÓRICA..... | 22 |
| 3.1.2. | INFORMACIÓN GENERAL..... | 23 |
| 3.1.2.1. | Misión | 23 |
| 3.1.2.2. | Visión..... | 23 |
| 3.1.2.3. | Valores | 24 |
| 3.1.2.4. | Estructura Organizacional..... | 24 |
| 3.1.2.5. | Tecnología..... | 25 |
| 3.1.2.6. | Materia Prima y Cartera de Productos..... | 26 |
| 3.1.2.7. | Principales Proveedores | 27 |
| 3.1.2.8. | Principales Clientes | 27 |
| 3.1.2.9. | Principales Competidores | 28 |
| 3.2. | PROCESOS MACRO MESO Y MICRO | 29 |
| 3.2.1. | CADENA DE VALOR..... | 29 |
| 3.2.2. | MAPA DE PROCESOS | 29 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.2.2.1. | Inventario de Procesos | 31 |
| 3.2.3. | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO..... | 32 |
| 3.2.4. | DIAGRAMA SIPOC GENERAL DE LA FÁBRICA..... | 36 |
| 3.3. | METODOLOGÍA DMAMC..... | 37 |
| 3.3.1. | FASE DEFINIR | 37 |
| 3.3.1.1 | Identificación del Producto..... | 37 |
| 3.3.1.2. | Tipo de Fallas..... | 41 |
| 3.3.2. | FASE MEDIR..... | 43 |
| 3.3.2.1. | Productividad | 43 |
| 3.3.2.2. | Hoja de Verificación | 45 |
| 3.3.2.3. | Gráfico de Control para Atributos | 45 |
| 3.3.2.5. | Índices de Capacidad..... | 48 |
| 3.3.3. | FASE ANALIZAR | 50 |
| 3.3.3.1. | Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)..... | 51 |
| 3.3.3.2. | Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF) | 58 |
| 3.3.4. | FASE MEJORAR | 63 |
| 3.3.5. | FASE CONTROLAR | 66 |
| 4. | DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD..... | 68 |
| 4.1. | PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD | 68 |
| 4.1.1. | PLANIFICACIÓN GENERAL | 68 |
| 4.1.2. | PLANIFICACIÓN ESPECÍFICA | 68 |
| 4.2. | ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS EN CONTROL DE CALIDAD..... | 68 |
| 4.2.1. | ACCIONES PREVENTIVAS | 68 |
| 4.2.2. | ACCIONES CORRECTIVAS..... | 69 |
| 4.3. | POLÍTICA DE CALIDAD | 70 |
| 4.4. | GESTIÓN DE CALIDAD..... | 70 |

| | | |
|-------------|--|----|
| 4.5. | AUDITORÍA DE CALIDAD | 70 |
| 4.5.1. | AUDITORÍA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN | 70 |
| 4.6. | SUPERVISIÓN DE CALIDAD | 72 |
| 4.7. | INSPECCIÓN | 73 |
| 4.8. | NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE | 73 |
| 4.9. | CULTURA DE CALIDAD..... | 73 |
| 4.10. | HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS A UTILIZAR | 73 |
| 4.11. | ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL | 74 |
| 4.11.1. | PUNTO CRÍTICO 1: CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA..... | 77 |
| 4.11.1.1. | <i>Características del hilo</i> | 77 |
| 4.11.1.2. | <i>Análisis físico</i> | 78 |
| 4.11.1.3. | <i>Análisis mediante prueba sencillas</i> | 80 |
| 4.11.1.4. | <i>Lista parcial de métodos de pruebas para hilos</i> | 80 |
| 4.11.1.5. | <i>Recomendaciones</i> | 80 |
| 4.11.1.6. | <i>Control estadístico de procesos en el control de calidad de materia prima</i> | 81 |
| 4.11.1.6.1. | <i>Muestreo de aceptación para la bodega de materia prima</i> | 81 |
| 4.11.1.6.2. | <i>Gráficos de control</i> | 83 |
| 4.11.1.7. | <i>Responsables</i> | 85 |
| 4.11.1.8. | <i>Diagrama de Flujo</i> | 85 |
| 4.11.2. | PUNTO CRÍTICO 2: AJUSTE DE MÁQUINAS | 86 |
| 4.11.2.1. | <i>Plan de mantenimiento preventivo para máquinas Lonati</i> | 86 |
| 4.11.2.2. | <i>Control estadístico de procesos en el mantenimiento</i> | 91 |
| 4.11.2.3. | <i>Responsables</i> | 95 |
| 4.11.2.4. | <i>Diagrama de Flujo</i> | 95 |
| 4.11.3. | PUNTO CRÍTICO 3: CONTROL DE CALIDAD Y VIRADO | 96 |
| 4.11.3.1. | <i>Plan de capacitación para el personal de la planta de producción</i> | 97 |

| | |
|---|-----|
| 4.11.3.1.1. <i>Ejecución de la capacitación para el personal de la planta de producción</i> | 100 |
| 4.11.3.1.2. <i>Control estadístico en el seguimiento del plan de capacitación</i> | 103 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 104 |
| 6. RECOMENDACIONES | 106 |
| Bibliografía | 107 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Concepto de Calidad..... | 8 |
| Figura 2. Variabilidad en el proceso | 13 |
| Figura 3. Herramientas básicas del Control Estadístico de la Calidad | 14 |
| Figura 4. Idea y elementos de una Carta de Control..... | 17 |
| Figura 5. Pirámide del Marco Legal..... | 21 |
| Figura 6. Estructura organizacional de la Fábrica de Medias Gardenia..... | 24 |
| Figura 7. Cadena de Valor del Área Operativa de la Fábrica de Medias Gardenia..... | 29 |
| Figura 8. Codificación para el orden de los procesos y subprocesos..... | 31 |
| Figura 9. Flujograma del proceso de la elaboración de calcetines..... | 33 |
| Figura 10. Layout Área Operativa | 34 |
| Figura 11. Layout Área Administrativa Primer Piso | 35 |
| Figura 12. Layout Área Administrativa Segundo Piso..... | 35 |
| Figura 13. Diagrama SIPOC de la Fábrica de Medias Gardenia | 37 |
| Figura 14. Diagrama de Pareto | 39 |
| Figura 15. Diagrama de pareto de tipo de fallas en el tejido | 43 |
| Figura 16. Gráfico p de defectos - Prueba 1..... | 46 |
| Figura 17. Gráfica p de defectuosos - Prueba 2..... | 47 |
| Figura 18. Informe de capacidad del proceso de calcetines defectuosos | 49 |
| Figura 19. Diagrama de Ishikawa - Primer nivel..... | 52 |
| Figura 20. Diagrama de ishikawa - Segundo nivel..... | 56 |
| Figura 21. Gráfica p defectuosos – Estimado..... | 66 |
| Figura 22. Informe de capacidad del proceso de fallas en el calcetín – Estimado | 67 |
| Figura 23. Procedimiento de auditoría en la línea de producción – Tejido | 72 |
| Figura 24. Puntos críticos en el proceso de tejido | 75 |
| Figura 25. Diagrama de Flujo - Control de calidad de materia prima | 85 |
| Figura 26. Histograma | 93 |
| Figura 27. Diagrama de Flujo - Mantenimiento preventivo | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Descripción de la Metodología DMAMC | 18 |
| Tabla 2. Total de Trabajadores en la Fábrica de Medias Gardenia..... | 25 |
| Tabla 3. Maquinaria en funcionamiento en el Área Operativa | 25 |
| Tabla 4. Cartera de Productos de la Fábrica de Medias Gardenia | 27 |
| Tabla 5. Principales Proveedores de la Fábrica de Medias Gardenia | 27 |
| Tabla 6. Mapa de Procesos de la Fábrica de Medias Gardenia..... | 30 |
| Tabla 7. Inventario de Procesos de la Fábrica de Medias Gardenia | 31 |
| Tabla 8. Detalle de los artículos del resultado del Diagrama de Pareto..... | 40 |
| Tabla 9. Registro de medias de segunda | 40 |
| Tabla 10. Fallas en el tejido de calcetines | 42 |
| Tabla 11. Variables para el cálculo de la productividad..... | 44 |
| Tabla 12. Hoja de verificación para atributos en el tejido del calcetín | 45 |
| Tabla 13. Cantidad de defectuosos..... | 45 |
| Tabla 14. Resumen del resultado de las capacidades | 50 |
| Tabla 15. Precios de venta - Media de segunda y Media de primera..... | 50 |
| Tabla 16. Total de pérdida por medias de segunda | 51 |
| Tabla 17. Valoración de criterios para el AMEF..... | 59 |
| Tabla 18. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) | 60 |
| Tabla 19. Resultado AMEF | 62 |
| Tabla 20. Hoja de verificación para atributos en tejido de calcetín - Estimado..... | 65 |
| Tabla 21. Título requerido del poliéster | 78 |
| Tabla 22. Sistemas de mantenimiento | 87 |
| Tabla 23. Descripción de la maquinaria | 88 |
| Tabla 24. Plan general de mantenimiento | 90 |
| Tabla 25. Fallas para ejemplo de histograma | 92 |
| Tabla 26. Población objetivo para capacitaciones | 97 |
| Tabla 27. Temas de capacitación para el personal del área de producción..... | 100 |
| Tabla 28. Temas de capacitación para el personal de bodega de materia prima y producto terminado | 101 |
| Tabla 29. Formato de cartas descriptivas de la capacitación | 101 |
| Tabla 30. Presupuesto capacitaciones | 102 |

RESUMEN

Los controles estadísticos en las industrias son utilizados actualmente para eliminar o reducir errores al máximo, y también en la toma de decisiones para la mejora continua de los procesos.

Mediante el método DMAMC que es una herramienta estadística enfocada a la mejora de los procesos, se realiza estudios de las variables que afecten al resultado en la calidad del producto de la Fábrica de Medias Gardenia, ubicada en la ciudad de Atuntaqui, Barrio La Merced, que en los últimos 3 años, ha perdido credibilidad en el mercado a causa de fallas en el tejido de la media, provocando disminución de la demanda y dando como resultado reducción en sus ingresos anuales.

Es necesario hacer el estudio DMAMC en la Fábrica de Medias Gardenia con el objetivo de encontrar la causa mayor que provoque fallas en el tejido y mediante análisis poder dar o sugerir soluciones que minimicen el uso de recursos e inconformidades de los clientes, aumentando de esta manera utilidades en la Fábrica.

Para ello, se desarrolla el estudio bibliográfico en el que se detallan herramientas básicas para el control estadístico de la calidad, que permiten encontrar la variabilidad existente y la causa mayor de error, con lo que posteriormente se desarrolla un diseño de un sistema de control estadístico de la calidad para la línea de producción.

ABSTRACT

Statistical controls in industries are currently used to eliminate or reduce errors as much as possible, and also in decision-making for the continuous improvement of processes.

Using the DMAMC method, which is a statistical tool focused on improving processes, studies are carried out of the variables that affect the result in the quality of the product of the Gardenia Socks Factory, located in Atuntaqui city, La Merced neighborhood, which in the last 3 years, has lost credibility in the market due to failures in the fabric of the sock, causing a decrease in demand and resulting in a reduction in its annual income.

It is necessary to carry out the DMAMC study in the Gardenia Socks Factory in order to find the major cause that causes tissue failures and through analysis to be able to give or suggest solutions that minimize the use of resources and customer disagreements, thus increasing profits at the Factory.

For this, the bibliographic study is developed in which basic tools for statistical quality control are detailed, which allow finding the existing variability and the major cause of error, with which a design of a statistical control system is subsequently developed quality for the production line.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PROBLEMA

La importancia de la calidad a nivel mundial es esencial, ya sea de un producto o servicio, mediante el cumplimiento de normas y especificaciones que satisfaga las necesidades del cliente. La innovación tecnológica y procesos avanzados, permiten desafiar la competencia en un mercado cada vez más exigente, tanto a nivel nacional como internacional. En este caso, Atuntaqui es considerada como la ciudad de la “Industria de la Moda”, constituyendo una de las mejores Expo Ferias del país; lo que obliga a esta industria ofrecer productos que cumplan los requerimientos de sus clientes. Fábrica de Medias Gardenia se encuentra en la ciudad de Atuntaqui, Barrio La Merced; a partir del año 1980 fue mejorando en tecnología, y en el año 1984 logró alcanzar el mercado nacional como: Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato, Riobamba, Huaquillas, Tulcán y gran parte de la Sierra ecuatoriana. En 1992 conquistó el mercado colombiano. Su sistema de producción es contra stock y contra pedido.

Fábrica de Medias Gardenia acoge a 94 empleados brindándoles una fuente de trabajo segura y mejorando la economía de la zona, atiende a clientes en el mercado nacional e internacional, por lo tanto este tipo de control es un requerimiento indispensable, puesto que en los últimos 3 años se evidencia incremento en las devoluciones de la media por fallas en el tejido y aumento en stock de las denominadas “medias de segunda” que son aquellas que poseen errores perceptibles, pero conservan sus propiedades y pueden ser utilizadas por el usuario final, este total de “medias de segunda”, representa el 5% de la producción total; estas aparecen por dos posibles situaciones o puntos críticos que influyen en la reducción de la calidad del producto final; estos son los siguientes:

- No se evidencia preparación (setup) de las máquinas.

- No existe un sistema de gestión de calidad que garantice que la materia prima adquirida cumpla con los estándares.

Los controles estadísticos son herramientas eficaces para el control de calidad, que permiten verificar si todas y cada una de las partes del proceso cumple con ciertas exigencias de calidad, es decir, que los defectos encontrados sean prevenidos, eliminados o reducidos a niveles aceptables en el proceso productivo.

Fábrica de Medias Gardenia, en todos estos años ha tratado de satisfacer la demanda con su producto, pero poco a poco ha sido rechazado, lograr un control total de calidad facilitará a mejorar la imagen, que con el tiempo ha ido perdiendo credibilidad en el mercado, incrementando y recuperando clientes que un día perdió.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Control de Calidad mediante controles estadísticos en el área de producción de la Fábrica de Medias Gardenia para mejorar la capacidad del proceso.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la fundamentación teórica para la aplicación del diseño del control estadístico de la calidad.
- Realizar un análisis situacional de la Fábrica en el área de producción, para establecer los niveles iniciales de productividad e identificar las principales variables críticas del proceso.
- Diseñar un sistema de control estadístico de calidad para dar cumplimiento con los requerimientos del cliente.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Hoy por hoy, la industria textil ecuatoriana fabrica productos provenientes de todo tipo de fibras, siendo las más utilizadas el algodón, el poliéster, el nylon, los acrílicos, la lana y la seda (Historia, s.f.).

A lo largo del tiempo, las diversas empresas dedicadas a la actividad textil ubicaron sus instalaciones en diferentes ciudades del país. Sin embargo, se puede afirmar que las provincias con mayor número de industrias dedicadas a esta actividad son: Pichincha, Guayas, Azuay, Tungurahua e Imbabura (Historia, s.f.).

La diversificación en el sector ha permitido que se fabrique un sinnúmero de productos textiles en el Ecuador, siendo los hilados y los tejidos los principales en volumen de producción. No obstante, cada vez es mayor la producción de confecciones textiles, tanto de prendas de vestir como de textiles de hogar (Historia, s.f.), obligando a estos ser de calidad para ser distribuidos en el mercado.

Fábrica de Medias Gardenia es una empresa textil que tiene una gran acogida tanto en el mercado nacional como internacional, pero debido al deficiente control de calidad, ha perdido en los 3 últimos años credibilidad en el mercado, disminuyendo clientes y aumentando no conformidades en ellos.

El planteamiento de la investigación justifica en el Plan Nacional de Desarrollo (2017 – 2021) tomando en cuenta que actualmente las industrias buscan mejorar sus procesos, obteniendo un resultado óptimo en la productividad con un incremento en la demanda por cumplir con sus especificaciones de calidad.

1.4. ALCANCE

El alcance del presente trabajo es controlar la calidad del producto en la línea de producción de calcetines, después del proceso de tejido; mediante la metodología DMAMC (Definir,

Medir, Analizar, Mejorar, Controlar); determinando la situación inicial de la Fábrica e identificando sus procesos, para proponer soluciones que permitan mejorar la calidad del mismo; diseñando un plan de acción con la finalidad de cumplir con las necesidades y expectativas que se exige, contribuyendo a la liberación de un producto de calidad en el mercado y a menor costo de fabricación.

1.5. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla la metodología que se aplicará para el desarrollo de este proyecto que permitirá tener conocimiento de la situación actual de la Fábrica.

Método Inductivo: Se examinarán cada una de las actividades que se desarrolla en la Fábrica, enfocadas en la calidad, con el fin de establecer conclusiones y recomendaciones que ayuden al mejoramiento de la misma.

Tipos de Investigación

Investigación de Campo: Se aplicará ya que se realizará visitas a la Fábrica de manera continua, con esto se obtendrá información relacionada con la cantidad de desperdicio y total de media de segunda y desperdicio en la Jornada Laboral.

Investigación Documental: Se empleará para el desarrollo del capítulo II que contempla el marco teórico del proyecto, haciendo uso de diferentes tipos de documentación bibliográfica con el fin de abordar todo sobre un control estadístico de la calidad y cuál es el impacto que han obtenido otras instituciones similares implementando este sistema.

Investigación aplicada: Este será de aporte para detallar el problema que la empresa está presentando y que requiere ser intervenida con el fin de dar opciones de mejora, en este caso elaborar un diseño de control estadístico de la calidad mediante la metodología DMAMC, que contribuya a la satisfacción del cliente, el mismo que dará solución al problema, siendo este aplicable si los altos mandos lo requieren así.

Investigación Descriptiva: Permitirá comparar, un antes y después supuesto, es decir el impacto que presentará la empresa con la posible implementación de la propuesta y que beneficios obtendría.

Técnicas de Investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo que se desarrollará mediante las siguientes técnicas:

Observación: Se mantendrá contacto directo con los trabajadores y actividades que cada uno de ellos desempeñan, tomando en cuenta principalmente la manera como realizan el control de calidad del producto, si este es satisfactorio o no.

Encuesta: La encuesta se realizará con la ayuda del administrador y jefe del área de producción.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD

Según (ISO 9001) la historia y la evolución de la calidad pueden dividirse en cinco etapas básicas, como las siguientes:

Industrialización:

En los años de la Revolución Industrial, en el siglo XIX, en el que el trabajo manual fue reemplazado con el trabajo mecánico. Las cadenas de producción se hacen más complejas en la primera guerra mundial, y es donde parece el inspector quien se encargaba de supervisar las actividades que realizaban los operarios. Tomando esta acción como el primer control de calidad en la historia.

Control estadístico:

Entre los años 1930 y 1950 las industrias no solo consideran una inspección, sino también un control estadístico, los mimos se ven favorecidos por el avance tecnológico en esta época, pasando de una inspección a un controla general.

Primeros Sistemas:

Entre 1950 y 1980 las industrias descubren que un control estadístico no es suficiente para este tipo de control, sino que hace falta también describir los procesos por cada etapa y detectar los fallos que se originan en cada uno. En este periodo surgen los primeros sistemas de calidad y las compañías inician a dar prioridad a la calidad más que al total de producción.

Estrategias:

A partir de los años 80 y hasta mediados de los 90, la calidad es asumida como un proceso estratégico, siendo un cambio muy significativo en su concepto, porque da inicio a los procesos

de mejora continua, tomada en cuenta como una ventaja competitiva, siendo uno de sus enfoques principales la satisfacción del cliente.

Calidad total:

A partir de los años 90 hasta la fecha, la distinción de producto y servicio desaparecen toda forma parte de un nuevo concepto que es la Calidad Total, es decir el proceso en su conjunto (ISOTools, 2015).

2.2. DEFINICIONES BÁSICAS

2.2.1. CALIDAD

W. Edwards Deming (1988) calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente.

M. Juran (1993) conjeturó que la calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes. Además según Juran, la calidad consiste en no tener deficiencias, cero fallas. La calidad es “la adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente”

La calidad se define como el hecho de satisfacer las peticiones del cliente ahora y en el futuro. Ello significa que el producto o el servicio son aptos para el uso del cliente. La aptitud para el uso se relaciona con los beneficios que el consumidor recibe y con la satisfacción del mismo; sólo él, y no el productor, la puede determinar (Schroeder, Meyer Golstein, & Rungtusanatham, 2011).

Calidad son las características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar , Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013).

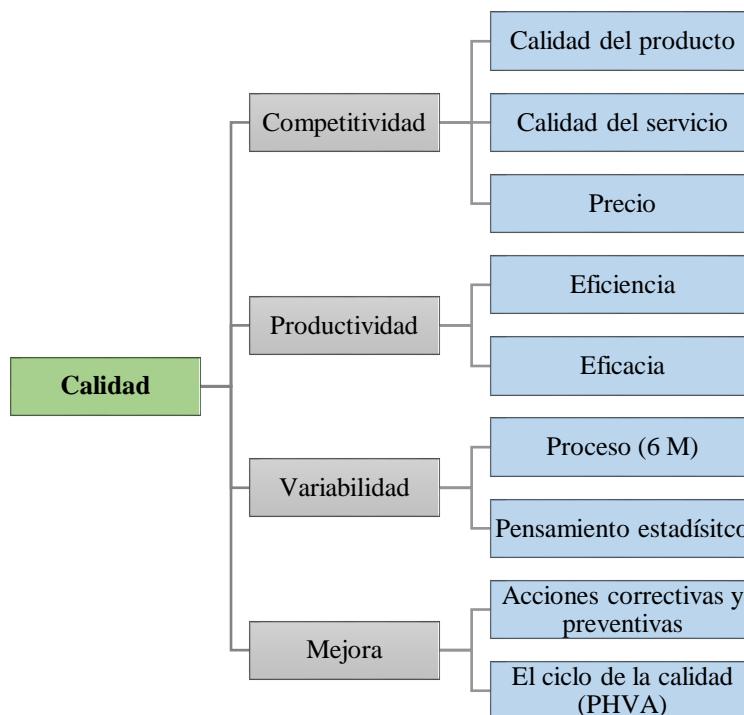


Figura 1. Concepto de Calidad

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013)

ISO 9001:2015 la describe como un conjunto de propiedades o especificaciones de algo, que puede ser un producto, servicio, proceso, organización, otros; que es apta para satisfacer las expectativas preliminarmente establecidas por el cliente. La mejor opción para conseguir esta calidad es optimizando las cualidades del producto y ajustándolo a las necesidades del cliente (NTE INEN ISO 9001:2015).

Muchos autores tienen varios criterios sobre este concepto, pero todos se enfocan en los clientes, si este no acepta el producto, entonces se podría concluir, que no es de calidad, porque no satisface sus necesidades. Cada persona define la calidad en relación a sus propias expectativas en un punto particular en el tiempo.

2.2.2. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

La satisfacción del cliente surge desde finales de los años 70 como un campo de investigación basado en el comportamiento de los consumidores. Ha sido conceptualizado por

varios autores quienes han realizado su debido análisis y estudios en distintos sectores, que han permitido detectar los factores que influyen, tanto directa como indirectamente en la satisfacción del cliente interno y externo, con la intención de implementar estrategias de mejora; a continuación se detallan algunos de estos conceptos.

La satisfacción del cliente es un concepto relativo que varía de un consumidor a otro; al igual que, uno puede estar satisfecho con los productos de hoy, y no puede estarlo con aquellos que aparezcan en el futuro (Schroeder, Meyer Golstein, & Rungtusanatham, 2011).

Es la percepción que tiene el cliente acerca del grado con el cual sus necesidades o expectativas han sido cumplidas (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar , Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013).

El término satisfacción, etimológicamente proviene del latín, y significa “bastante (satis) hacer (facere)” (Oliver, 1997) citado en (Moliner, 2003); es decir, está relacionado con un sentimiento de “estar saciado”. Indicando el cumplimiento de los efectos deseados por el cliente (Quispe Fernández & Ayaviri Nina, 2016).

ISO 9001:2015 describe la satisfacción del cliente como la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos.

2.2.3. PROCESO

ISO 9001:2015 define a proceso como un conjunto de actividades relacionadas entre sí, transformando elementos de entrada en elementos de salida. En el desarrollo de estas actividades intervendrán partes internas y externas en donde se debe tener en cuenta al cliente.

Un proceso es un conjunto de actividades de trabajo interrelacionadas, que se caracterizan por requerir ciertos insumos y actividades específicas que agregan valor, dando como resultado final productos o servicios (Mallar, 2010).

Según Carrasco B. (2001) define proceso como: “unidad en sí que cumple un objetivo completo, un ciclo de actividades que se inicia y termina con un cliente o un usuario interno”.

Elemento del proceso

- Inputs
- Recursos o factores que transforman
 - o Factores dispositivos humanos
 - o Factores de apoyo

2.2.4. PRODUCTIVIDAD

Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y optimizando recursos (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar , Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013).

Productividad es el mejoramiento continuo del sistema, más que producir rápido, es producir mejor.

$$Productividad = eficiencia * eficacia$$

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso, por lo que si se incrementa la productividad significa alcanzar mejores resultados considerando los recursos empleados para obtenerlos (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

2.2.5. VARIABILIDAD Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

La estadística está formada por un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y análisis de datos teniendo en cuenta la variación en los mismos. Por otro lado, el control estadístico de la calidad es la aplicación de técnicas estadísticas al control de calidad (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013).

Variabilidad: Es la diversidad de resultados de una variable o de un proceso.

Pensamiento estadístico: Filosofía de aprendizaje y acción que establece la necesidad de un análisis adecuado de los datos de un proceso, como una acción indispensable para mejorar su calidad.

2.3. CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

La estadística de control de calidad está basada en observaciones, de las cuales se puede calcular una función que describa como ocurren los hechos. Hoy en día son herramientas eficaces para mejorar el proceso de producción y reducir sus defectos. Es necesario creer que si se puede reducir los desperdicios y productos defectuosos, siendo estos inevitables. La causa de todos esos problemas en la variación (Abud, 2009).

En todo proceso se tiene cuatro condiciones:

- Materia prima
- Maquinaria
- Método de trabajo
- Inspección

Los cuatro factores son iguales, siempre el resultado será el mismo. Todos estos serán defectuosos o buenos, si se cambia alguna de las anteriores condiciones, cambiará también el resultado final, a pesar de que las variaciones son innumerables pero no todas afectan en la calidad en un mismo grado (Abud, 2009).

Grupos de causas:

- Causa que tiene un gran efecto
- Causa que tiene efectos menores.

Según el contenido del Open Course Ware de la universidad de Salamanca (2010 - 2011) define el Control Estadístico de la Calidad como la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (manos de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas las partes del proceso y servicio cumplen con ciertas exigencias de calidad.

La aplicación de técnicas estadísticas al control se basa en el estudio de la variabilidad existente en cualquier tipo de proceso.

Las fuentes que producen la variabilidad se clasifican en variabilidad controlada o corregible que si es posible detectarla por generar una variabilidad muy grande (ajuste incorrecto de la máquina, errores humanos) y la variabilidad debida al azar o variable no controlable que no puede ser asignada a una causa única sino el efecto combinado de otras (Salamanca & Cabero Morán, 2010).

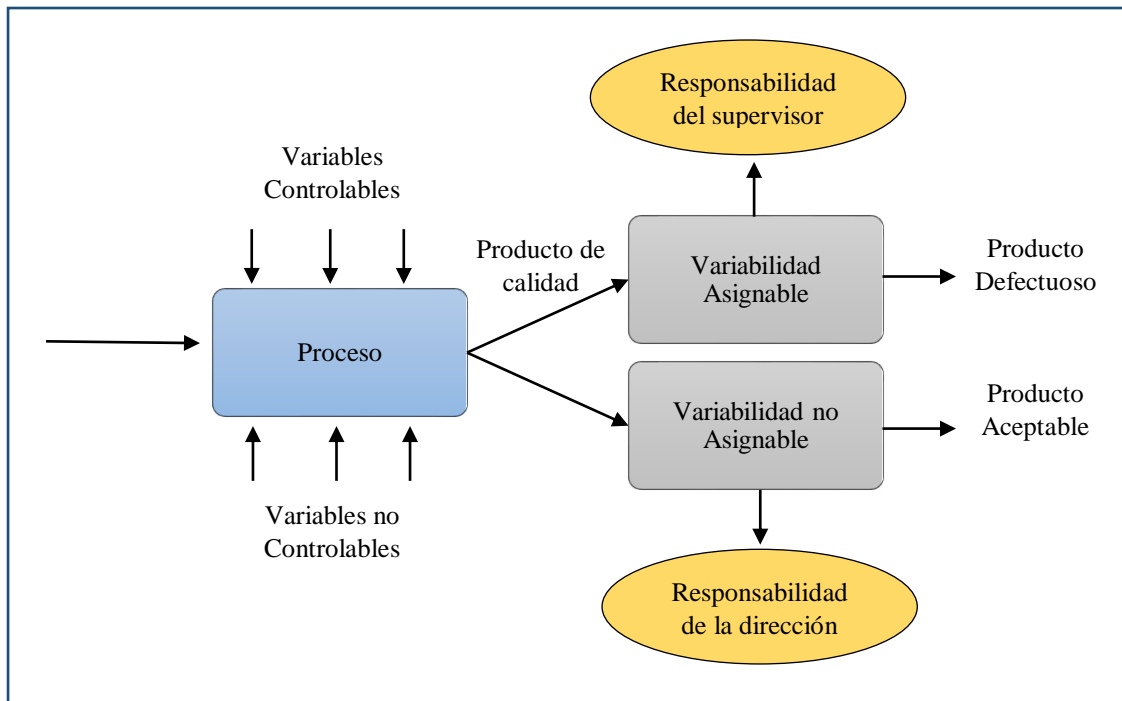


Figura 2. Variabilidad en el proceso

Fuente: (Salamanca & Cabero Morán, 2010), (Pérez Márques, 2014)

Objetivos del control Estadístico de la Calidad

- Detectar rápidamente la ocurrencia de variabilidad.
- Investigar las causas que producen la variabilidad y eliminarlas.
- Informar las causas para dar soluciones rápidas y evitar que se produzcan grandes cantidades de unidades no aceptables y su costo incremental.
- Eliminar si es posible o reducir al máximo la variabilidad del proceso.

2.3.1. VARIABLE CUANTITATIVA

Según Navarro (2018) una variable cuantitativa o atributo es aquel que toma valores numéricos. Son las más interesantes, ya que con ellas podemos hacer representaciones numéricas que no tenían sentido para las variables cualitativas. Es muy habitual distinguir dos tipos de variables cuantitativas que se indican a continuación:

Discretas: solo pueden tomar un conjunto finito o numerable de valores (generalmente valores enteros).

Continuas: pueden tomar cualquier valor en un intervalo (finito o infinito).

2.4. HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

La aplicación de técnicas estadísticas al control de calidad ha permitido un grado más elevado de profesionalismo en esta función. Los métodos de solución de problemas juegan un rol muy importante en la mejora de la calidad estadística, son utilizadas para analizar la realidad y presentar los resultados de la mayoría de sus problemas, son muy conocidas alrededor del mundo y son incorporadas frecuentemente en sistemas de gran escala de procesos de control estadístico (Carro Paz & González Gómez). Estas permiten a la organización logre con sus objetivos de una manera eficaz y eficiente, disminuyendo la utilización de recursos (Técnicas, 2009). Algunas de las herramientas básicas del control estadístico de calidad usadas actualmente son las siguientes:

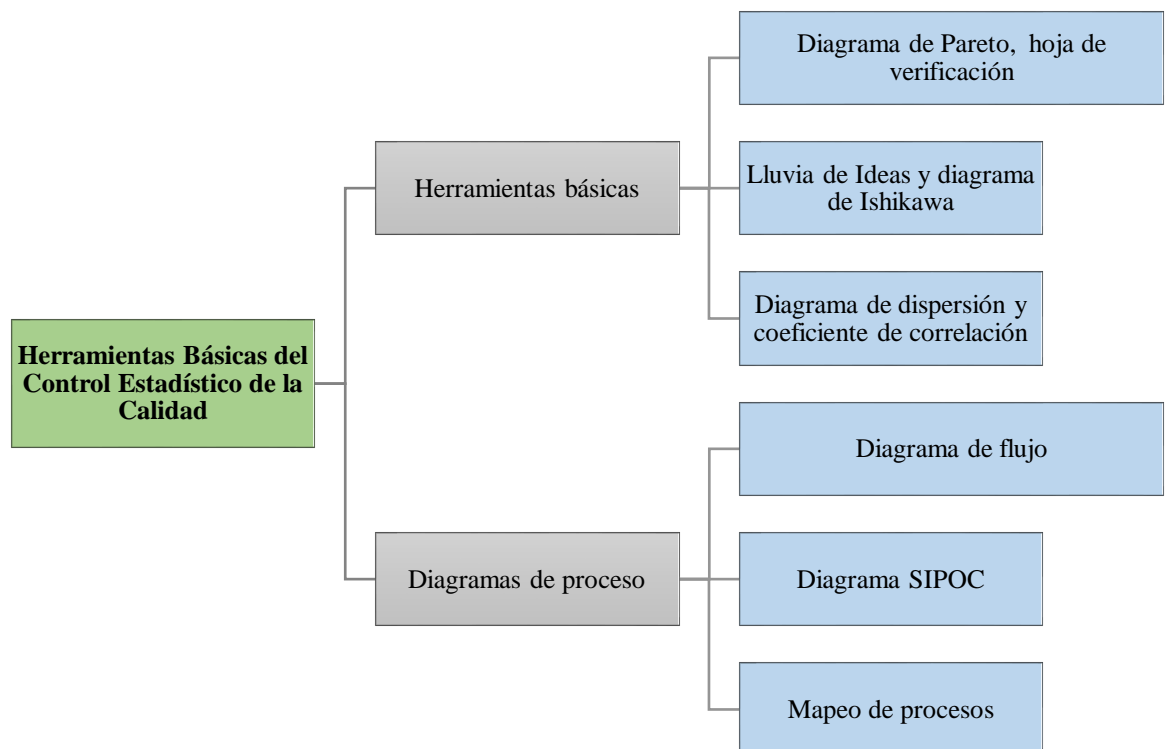


Figura 3. Herramientas básicas del Control Estadístico de la Calidad

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013)

2.5. CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

Según Gutiérrez Pulido (2013) existen muchas características de calidad del tipo pasa o no pasa y, de acuerdo con éstas, un producto es juzgado como defectuoso o no defectuoso (conforme o no conforme), dependiendo de si cumple o no con las especificaciones o criterios de calidad. En estos casos, si el producto no tiene la calidad deseada no se permite que pase a la siguiente etapa del proceso; además, es segregado y se le denomina artículo defectuoso.

Los tipos de gráficos de control por atributos son:

- **Gráfico p** de proporción de defectuosos
- **Gráfico np** de número de defectuosos
- **Gráfico c** de número de defectos
- **Gráfico u** de defectos por unidad

El gráfico usar para el proyecto es la Carta p (proporción de defectuosos), esta se describe a continuación:

2.5.1. CARTA P (PROPORCIÓN DE DEFECTUOSOS)

Su propósito fundamental es la detección oportuna de causas especiales que puedan incrementar la proporción de productos defectuosos de un proceso. La idea de la carta p es la siguiente:

- De cada lote, embarque, pedido o de cada cierta parte de la producción, se toma una muestra o subgrupo de n_i artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.
- Las n_i piezas de cada subgrupo son inspeccionadas y cada una es catalogada como defectuosa o no. Pueden incluirse varias características o atributos de calidad por los que una pieza es evaluada como defectuosa. Una vez determinados los atributos bajo análisis, es preciso aplicar criterios y/o análisis bien definidos y estandarizados.

- Si de las n_i piezas del subgrupo i encuentra que d_i son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se grafica y se analiza la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Para calcular los límites de control se parte del supuesto de que la cantidad de piezas defectuosas por subgrupo sigue una distribución binomial, misma que puede aproximarse moderadamente bien por una distribución normal. A partir de esto se aplica el mismo esquema general, el cual señala que los límites están dados por $\mu_w \pm 3\sigma_w$ la media, más menos tres desviaciones estándar del estadístico W que se grafica en la carta, que en el caso que nos ocupa $W = p_i$. Así, de acuerdo con la distribución binomial se sabe que la media y la desviación estándar de una proporción están dadas, respectivamente, por:

$$\mu_{p_i} = \bar{p} \text{ y } \sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

donde n es el tamaño de subgrupo y p es la proporción promedio de artículos defectuosos en el proceso. De acuerdo con esto, los límites de control de la carta p con tamaño de subgrupo constante, están dados por:

$$\text{Límite de control superior} = LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{p}$$

$$\text{Límite de control inferior} = LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

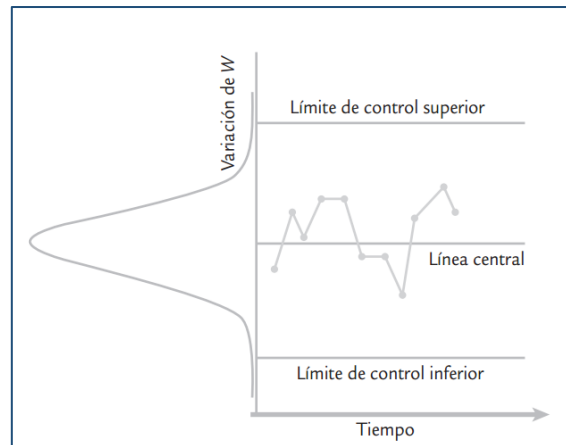


Figura 4. Idea y elementos de una Carta de Control

Fuente: (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*, 2013)

2.6. ÍNDICES DE CAPACIDAD

Existen procesos cuyas variables de salida tienen una sola especificación, ya sea que se trate de variables del tipo entre más grande mejor, donde lo que interesa es que sean mayores a cierto valor mínimo (*EI*); o de variables del tipo entre más pequeña mejor, donde lo que se quiere es que nunca excedan cierto valor mínimo (*ES*).

En este caso no es posible calcular el índice C_p , ya que solo se cuenta con la especificación superior, más bien dado el tipo de variable, lo que se debe calcular es el índice para la especificación superior C_{ps} .

2.6.1. ÍNDICE C_{ps} y C_{pk}

A través del índice de capacidad para la especificación superior, C_{ps} , y especificación inferior C_{pi} , respectivamente, se calculan de la siguiente manera:

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = (C_{pi}; C_{ps})$$

2.6.2. ÍNDICE Z

Otra forma de medir la capacidad del proceso es mediante el índice Z, el cual calcula la distancia entre las especificaciones y la media, μ , del proceso en unidades de desviación estándar, σ . De esta manera para un proceso con una especificación se tiene Z superior, Z_s ó Z inferior, Z_i , y se definen de la siguiente manera:

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} \quad \text{ó} \quad Z_i = \frac{\mu - EI}{\sigma}$$

Para entender el nivel Z, se deben considerar todos los defectos de un proceso, los cuales usualmente se ubican en alguno de los lados de los límites de especificación.

Si coloca todos los defectos en la cola derecha de la distribución y luego mide el número de desviaciones estándar desde el centro hasta el punto que define el total de defectos, obtendrá el valor de nivel Z (18, 2019).

2.7. METODOLOGÍA DMAMC

Con base a los planteamientos de W. Shewart y de Edward Deming, se describe la lógica básica de mejoramiento de procesos (PHVA) y con ella, el DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar).

Tabla 1. Descripción de la Metodología DMAMC

| | Mejoramiento proceso | Diseño/Rediseño procesos | Herramientas |
|----------------|--|--|--|
| Definir | <ul style="list-style-type: none"> - Identifica el problema - Definir requisitos - Establecer objetivo | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar problemas genéricos o específicos - Definir objetivo/cambiar visión - Clarificar alcance del cliente | <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de pareto, lluvia de ideas, árbol crítico de la calidad, entre otras. |
| Medir | <ul style="list-style-type: none"> - Validar problema/proceso - Redefinir problema/proceso - Medir pasos/entradas clave | <ul style="list-style-type: none"> - Medir rendimiento frente a requisitos - Obtener datos de la eficiencia del proceso | <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de capacidad de proceso, diagrama de Pareto, gráfico de control. |

| | | | |
|------------------|---|--|---|
| Analizar | <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar hipótesis sobre las causas - Identificar causas (pocas) - Validar hipótesis | <ul style="list-style-type: none"> - Identificar mejores prácticas - Evaluar diseño del proceso. <i>Con valor/sin valor agregado, cuellos de botella, caminos alternativos</i> - Depurar requisitos | <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama causa efecto, matriz de relación, correlación y regresión, análisis de varianza, muestreo. |
| Mejora | <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar ideas para eliminar causas raíz - Probar soluciones - Estandarizar solución | <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar nuevo proceso. <i>Asumir retos, aplicar creatividad, principios de Work Flow</i> - Implantar los nuevos procesos, estructuras y sistemas | <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas analíticas, prueba piloto. |
| Controlar | <ul style="list-style-type: none"> - Establecer medidas estándar - Corregir problemas | <ul style="list-style-type: none"> - Establecer medidas y revisiones para mantener rendimiento | <ul style="list-style-type: none"> - Planes de control, gráficos de control, capacidad de proceso. |

Fuente: (Aldana de Vega, Álvarez Buildes, & Bernal Torres, 2011), (Garza Ríos, 2016)

2.8. SECTOR TEXTIL EN EL ECUADOR

El sector textil en el Ecuador lo encontramos en cinco provincias que son: Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Guayas, de las cuales Pichincha y Guayas y son las que tienen mayor agrupación de empresas textiles, siendo este sector aquel que genera mayor cantidad de empleos en el país, llegando a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra emplea para la elaboración de sus procesos, todo esto después del sector de alimentos, bebidas y tabacos (Aite, s.f.).

2.8.1. MARCO LEGAL

Para llegar a la legislación actual se han establecido muchas leyes y reglamentos que han sido modificados y que han ido mejorando en función de los cambios sociales y políticos que han surgido con el transcurso del tiempo.

A continuación se nombra la normativa vigente en el Ecuador y dos Internacionales:

- Legislación Internacional
 - o Convenios Internacionales con la OIT (Organización Internacional del Trabajo)
 - o Normas ISO
- Legislación del Ecuador
 - o Normas INEN
 - o Ley del Sistema Ecuatoriano de Calidad
 - o Organismo de Acreditación Ecuatoriana
 - o Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad
 - o Reglamento General a la Ley del Sistema Ecuatoriano a la Calidad
 - o Plan Nacional de la Calidad Ecuador
 - o Constitución Política de la República del Ecuador
 - o Código del Trabajo
 - o Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)
 - o Código Orgánico de Producción Comercio e Inversiones (COPCI)
 - o Ley de Compañías
 - o Decreto Ejecutivo 2393
 - o Reglamento para el funcionamiento de los servicios médicos en empresas – Acuerdo No. 1404.

2.8.1.1. Pirámide del Marco Legal

Es preciso determinar y analizar la jerarquía de las leyes a la que las mismas están sujetas:

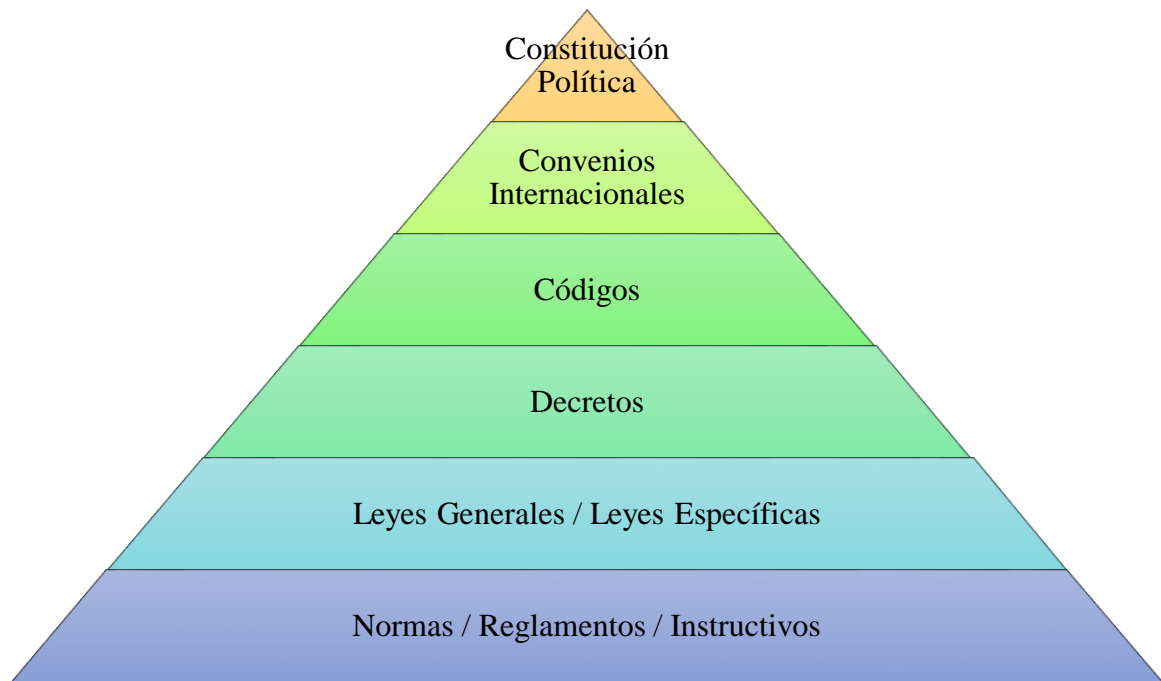


Figura 5. Pirámide del Marco Legal
Fuente: (Paucar Maisincho, 2015)

CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO INICIAL

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA

3.1.1. RESEÑA HISTÓRICA

Fábrica de Medias Gardenia inicia en 1960 en la Parroquia San Roque, Barrio La Merced, ubicada en la ciudad de Atuntaqui, provincia de Imbabura, emprende la elaboración de costales con fibra de cabuya, como una microempresa llamada “Cosedora San Luis”; estos eran usados en el embalaje de café, arroz y cacao.

En 1970, se adquiere una máquina para la elaboración de calcetines, otra para la confección de sacos de lana y una máquina de coser, con lo que se inicia una microempresa denominada Confecciones Gardenia.

En 1977, sus propietarios deciden viajar a Italia para adquirir dos máquinas automáticas para la confección de sacos de lana, además adquirirán capacitación sobre el manejo y ajuste de la maquinaria. Después de 3 años en el mercado, se decide en 1980, que la microempresa se especializará únicamente a la elaboración y comercialización de calcetines; y se realiza la compra de 20 máquinas mecánicas alemanas, formándose así a lo que actualmente llamamos Fábrica de Medias Gardenia.

En ese entonces con 43 obreros y 25 máquinas dedicadas a la elaboración de calcetines, cubre un gran segmento en el mercado nacional como es Tulcán, Huaquillas, Quito, Guayaquil, Ambato, Riobamba, Cuenca y la Sierra.

Ahora Fábrica de Medias Gardenia genera empleo a los habitantes de la zona, aumentando de esta manera su economía, cuenta con un total de 94 trabajadores, ubicados en el área operativa y administrativa que facilitan el desarrollo del proceso.

3.1.2. INFORMACIÓN GENERAL

Fábrica de Medias Gardenia es una empresa textil que lleva un tiempo en el mercado de más de 29 años, con su variabilidad de diseños ha cumplido con las expectativas de sus clientes, nacionales e internacionales; así también ha contribuido con el mejoramiento y desarrollo de la zona en la que se desarrolla el procesos de fabricación y comercialización.

Registro Único de Contribuyentes (RUC): 1000700276001

Razón Social: Recalde Andrade María Gardenia

Actividad Económica Principal: Fabricación de medias, incluidos calcetines, leotardos y pantimedias.

Categoría mi PYMES: Mediana

Dirección: Barrio la Merced, Atuntaqui

3.1.2.1. Misión

Fábrica "Gardenia" es una empresa textil, se dedica a la elaboración y comercialización de calcetines, ofrece a sus clientes media deportiva, casual, formal y colegial, en una gran variedad de diseños únicos y exclusivos; trabaja con material de primera calidad y tecnología de vanguardia con personal comprometido a brindar productos de la más alta calidad a través de procesos estratégicos e innovadores; busca satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes nacionales e internacionales

3.1.2.2. Visión

En el año 2025 contaremos con una certificación de calidad, extendiendo y fortaleciendo así nuestro mercado a nivel nacional e internacional, siendo la mejor empresa en producción y comercialización de calcetines en el país, manteniendo fidelidad y confianza con nuestros

clientes, trabajando en un ambiente laboral saludable, con responsabilidad social y reduciendo el impacto ambiental.

3.1.2.3. Valores

- Integridad
- Honestidad
- Compromiso
- Responsabilidad
- Respeto
- Trabajo en equipo
- Puntualidad

3.1.2.4. Estructura Organizacional

La estructura organizacional de la Fábrica de Medias Gardenia, comprende las áreas detalladas a continuación:

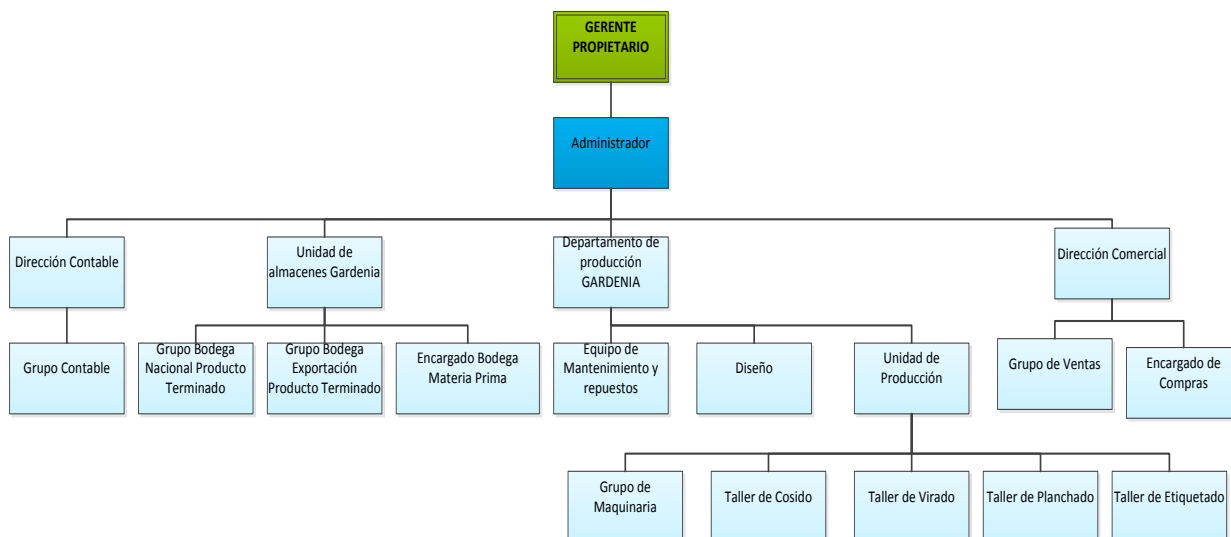


Figura 6. Estructura organizacional de la Fábrica de Medias Gardenia
Fuente: Fábrica de Medias Gardenia - Elaboración propia

Las cuales están formadas con el siguiente número de trabajadores en cada una de las áreas:

Tabla 2. Total de Trabajadores en la Fábrica de Medias Gardenia

| TOTAL TRABAJADORES | ENCARGO | 94 |
|---------------------------|--|-----------|
| ADMINISTRATIVOS | Administración contable financiera | 9 |
| PRODUCCIÓN | Maquinaria, diseño y producción | 50 |
| HABITUALES | Mantenimiento de las máquinas | 2 |
| PLANCHADO | Plancha Tecnopea | 12 |
| COSIDO | Remalladora y Overlock | 10 |
| VARIOS | Despacho, empaque, distribución a talleres, recepción de MP y almacenamiento | 11 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

La Jornada Laboral del día tanto en las áreas Administrativa y Operativa es de 8 horas diarias, siendo el primer turno de 08H00 a 12H00 y 14H00 a 18H00; el segundo turno de la noche es solo para el Área Operativa que inicia desde las 19H00 a 06:00, lo cual permite que la producción tenga un tiempo de entrega favorable.

3.1.2.5. Tecnología

En el área de tejeduría existe un total de 237 máquinas para el tejido de calcetines. Estas se diferencian por la marca, por la cantidad de agujas, de cilindro y por el sistema operativo que maneja cada una, la talla de los calcetines depende del número de agujas que esta tenga; mientras más agujas use la máquina, la talla del calcetín será más grande. A continuación se detalla el tipo y cantidad de máquinas existentes en el desarrollo del proceso productivo.

Tabla 3. Maquinaria en funcionamiento en el Área Operativa

| EQUIPO | CANTIDAD |
|---------------|-----------------|
| Lonati | 36 |
| Lonati G"OO" | 92 |
| Lonati GK | 4 |

| | |
|------------------|----|
| Sangiacomo | 21 |
| Conti | 14 |
| Conti F3C | 36 |
| Soosan | 1 |
| Wei Huan | 1 |
| Matec Silver | 8 |
| Tecno | 3 |
| Da Kong | 5 |
| Remalladora | 8 |
| Overlock | 8 |
| Recubridora | 2 |
| Recta | 1 |
| Plancha Tecnopea | 4 |
| Limpiantos | 3 |
| Compresor | 6 |
| Caldero | 1 |
| Rebobinadoras | 2 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

En el Anexo 1 se puede encontrar la descripción de las máquinas que se encuentran en el área de tejido.

3.1.2.6. Materia Prima y Cartera de Productos

Las materias primas más utilizadas son: el algodón regenerado, algodón 100%, bambú, fibras especiales en mezcla con spandex lycra, nylon y elastano (elástico) y acrílico, siendo estos aquellos que hacen que el producto final obtenga la contextura y calidad deseadas.

Como producto final se obtiene una gran variedad de medias clasificadas en cuatro familias de productos.

Tabla 4. Cartera de Productos de la Fábrica de Medias Gardenia

| DEPORTIVA | | | CASUAL | | LICRA | | | COLEGIAL |
|---------------------------------|-------|-----------|-----------------------------|------|-------------------|------|------|-------------------|
| Larga | Corta | Zapatilla | Hombre | Dama | Niño | Niña | Dama | |
| Algodón, Algodón 100%, Acrílico | | | Bambú, Algodón, Acrílico | | Algodón, Acrílico | | | Algodón, Acrílico |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.1.2.7. Principales Proveedores

La fábrica cuenta con gran variedad de proveedores de materia prima, entre los principales son los siguientes:

Tabla 5. Principales Proveedores de la Fábrica de Medias Gardenia

| ACRÍLICO | ALGODÓN REGENERADO | ALGODÓN 100% | ELÁSTICO Y LICRA | POLIÉSTER | NYLON |
|------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------|------------|
| Delltex | Ferre | Damodar | Ribel | Hiltexpoy | |
| Interfibra | Vilarrasa | Filbrescia | Gomelast | Enkador | |
| Lanafit | Texplan | Colonial | | Cintatex | Policosmos |
| Gobayra | Giotex Fiberteks | Rizzoknit | | | |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.1.2.8. Principales Clientes

Sus principales clientes son:

- Comerciantes,
- Guayaquil y
- Colombia

Fábrica de Medias Gardenia tiene una amplia gama de diseños para la ciudad de Guayaquil, siendo este sitio con el mayor número de clientes en el país. Colombia uno de los países con mayor aceptación del producto, especialmente media escolar, la cual se fabrica la mayor parte del año.

3.1.2.9. Principales Competidores

El sector textilero en el Ecuador es un sector muy competitivo. Existen varias fábricas que luchan por llegar a lograr a los diferentes nichos del mercado y posicionarse de manera estratégica ante su competencia, pero el mayor problema en el Ecuador es la competencia desleal, debido a que no se regulariza el producto importado, y difícilmente se puede competir en el entorno con esta diferencia de precios de venta.

En los últimos años Fábrica de Medias Gardenia se ha desarrollado favorablemente, haciendo que se convierta en la segunda más grande en capacidad productiva a nivel nacional. La calidad que se ofrece en el producto terminado es alta y se podría decir que es competitiva en este aspecto, pero ha descuidado el fortalecimiento del área comercial, marketing y publicidad, disminuyendo su mercado por otras más representativas como Roland y Mecrisga, siendo las más reconocidas en el país y en la zona.

3.2. PROCESOS MACRO MESO Y MICRO

3.2.1. CADENA DE VALOR

A continuación se muestran las principales actividades de la línea de producción, mediante la representación gráfica de la cadena de valor de la producción de calcetines.

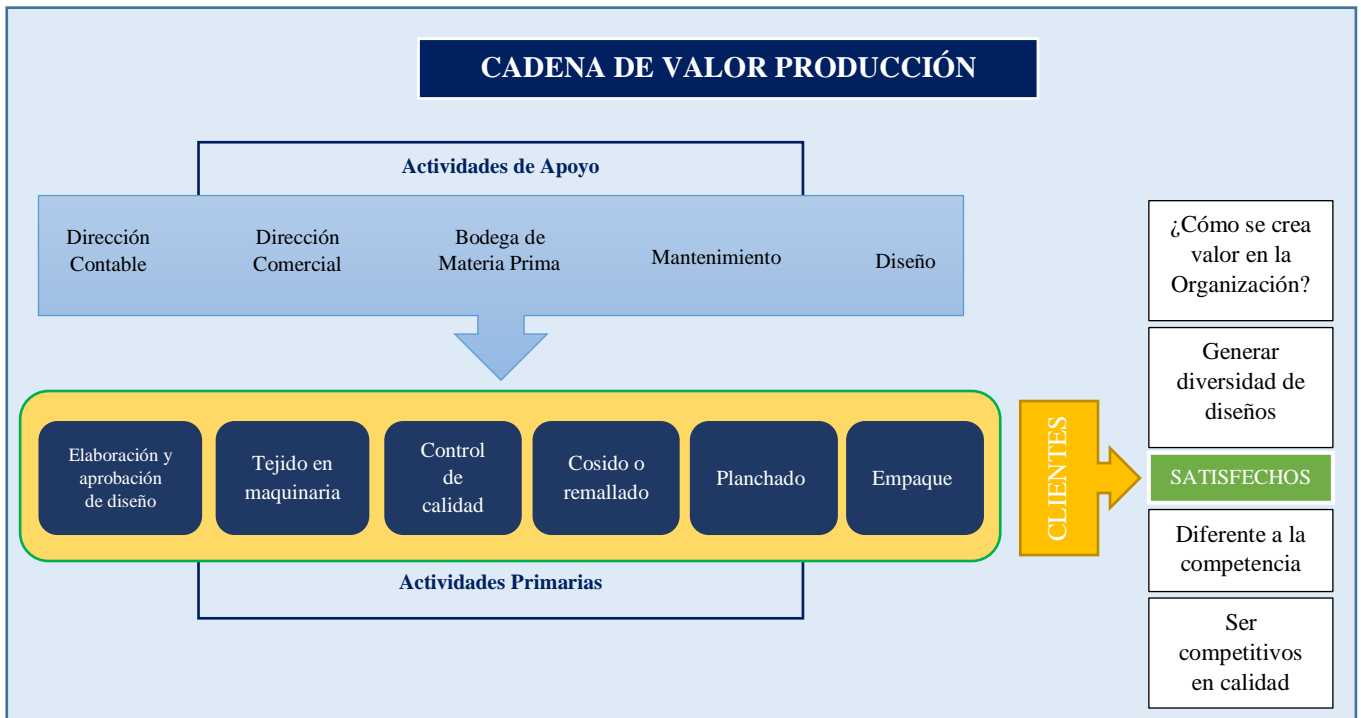
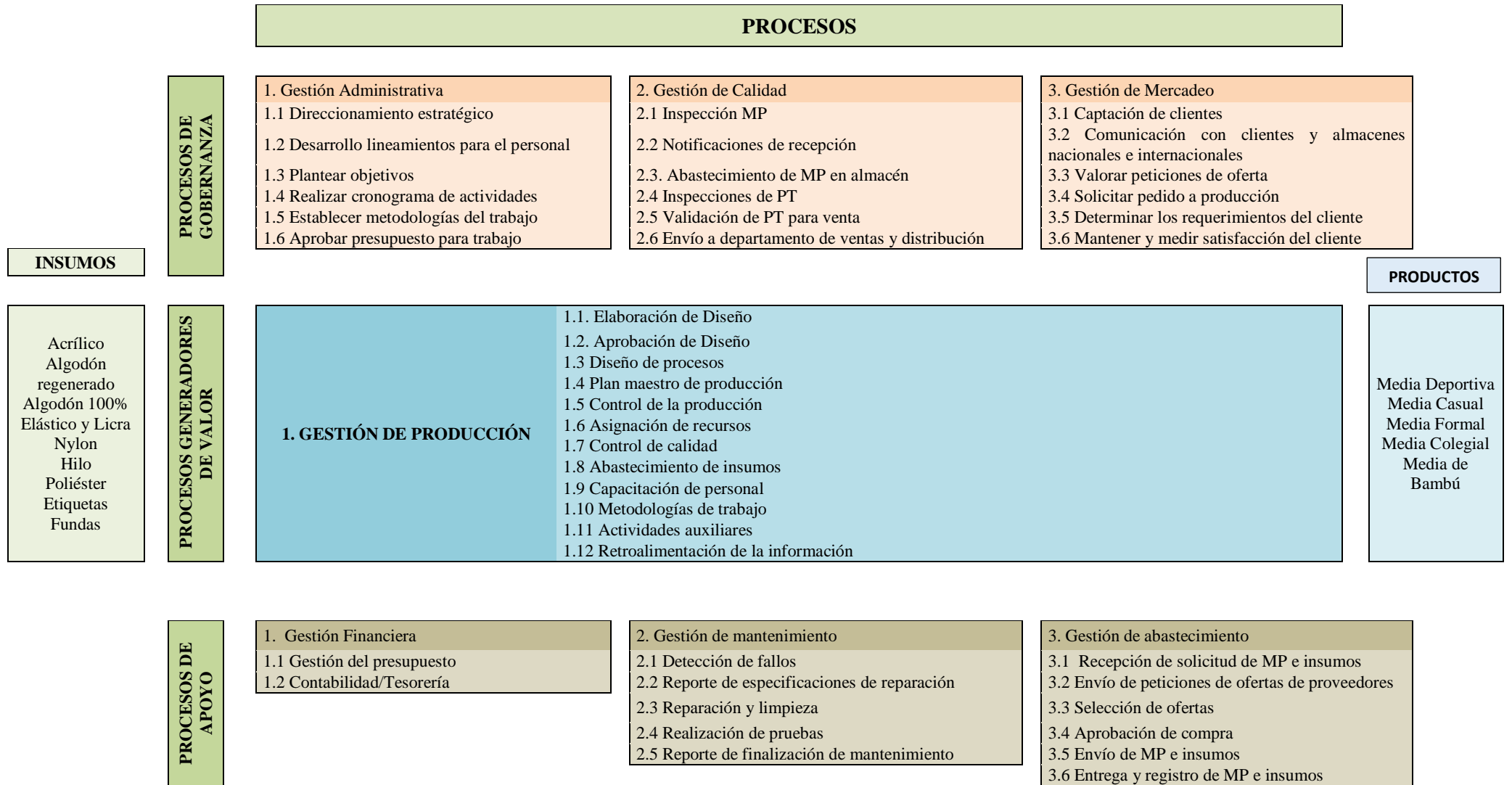


Figura 7. Cadena de Valor del Área Operativa de la Fábrica de Medias Gardenia
Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.2.2. MAPA DE PROCESOS

Tabla 6. Mapa de Procesos de la Fábrica de Medias Gardenia



Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.2.2.1. Inventario de Procesos

La codificación utilizada para los macroprocesos será de acuerdo a las letras iniciales de su nombre; la codificación para los procesos y subprocesos llevará la codificación anterior y un número, siendo este aquel que representa el orden de los procesos y subprocesos.

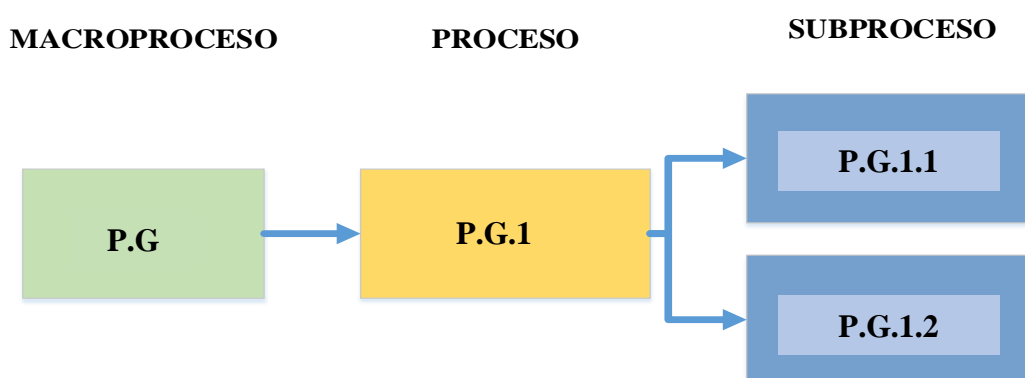


Figura 8. Codificación para el orden de los procesos y subprocesos
Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra el inventario de procesos de la Fábrica de Medias Gardenia:

Tabla 7. Inventario de Procesos de la Fábrica de Medias Gardenia

| MACROPROCESOS | | PROCESO | | SUBPROCESO | |
|---------------|-------------------------------|---------|------------------------|------------|----------------------------|
| | | Código | Descripción | Código | Descripción |
| P.G | PROCESOS DE GOBERNANZA | P.G.1 | Gestión Administrativa | P.G.1.1 | Planificación |
| | | | | P.G.1.2 | Organización |
| | | | | P.G.1.3 | Mejora Continua |
| | | P.G.2 | Gestión de Calidad | P.G.2.1 | Inspección de la calidad |
| | | | | P.G.3.1 | Relaciones con el cliente |
| | | P.G.3 | Gestión de Mercadeo | P.G.3.2 | Exportación |
| | | | | P.G.3.3 | Marketing |
| | | | | P.G.3.4 | Comercialización |
| | | | | P.G.V.1.1 | Diseño |
| P.G.V | PROCESOS GENERADORES DE VALOR | P.G.V.1 | Gestión de Producción | P.G.V.1.2 | Tejido |
| | | | | P.G.V.1.3 | Cosido |
| | | | | P.G.V.1.4 | Planchado |
| | | | | P.G.V.1.5 | Etiquetado |
| | | | | P.G.V.1.6 | Control de calidad |
| | | | | P.A | PROCESOS DE APOYO |
| P.A.2 | Gestión de Mantenimiento | | | | |
| P.A.3 | Gestión de Abastecimiento | | | | |
| | | | | P.A.1.1 | Mantenimiento a maquinaria |
| | | | | P.A.1.1 | Abastecer de materia prima |

3.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo que se sigue para la elaboración de calcetines se muestra en el siguiente flujograma, el mismo que inicia desde el almacén de Materia Prima hasta el almacén de producto terminado. El proceso que se analizará en este proyecto es el de tejido; siendo aquel que más “media de segunda” produce.

Desde la recepción de materia prima, que es el primer proceso en el diagrama, no existe una herramienta de control, ni estandarización en la recepción, siendo este punto inicial uno de los de mayor importancia para el buen funcionamiento de la maquinaria y obtención de un producto de calidad que exige el mercado actual.

Como se mencionó anteriormente, para cada uno de los procesos, existe el personal encargado de cada actividad a desarrollarlas en el proceso, pero; no existe una jerarquía bien definida en cada área, por lo que es difícil además que se asuman tareas responsablemente y complicado aún más, el recibir y dar órdenes dentro del lugar.

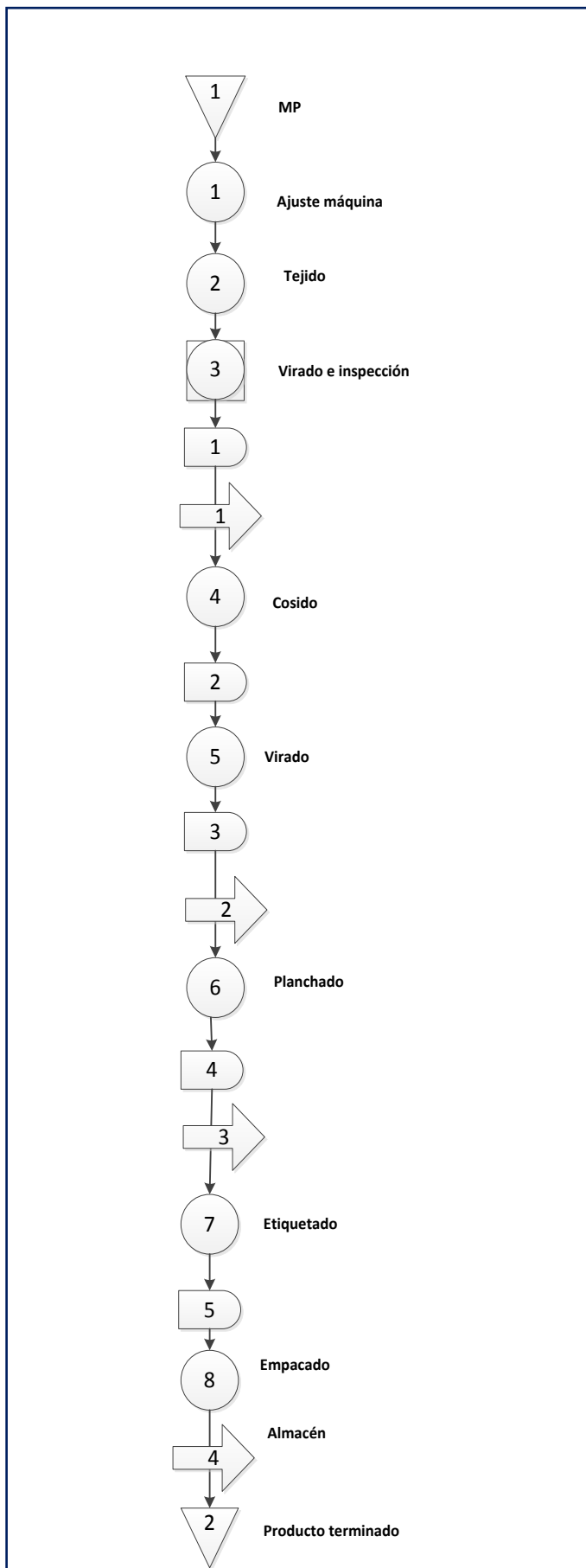


Figura 9. Flujograma del proceso de la elaboración de calcetines
Fuente: Elaboración propia

Todo el proceso productivo descrito se desarrolla en el Layout que se muestra a continuación:

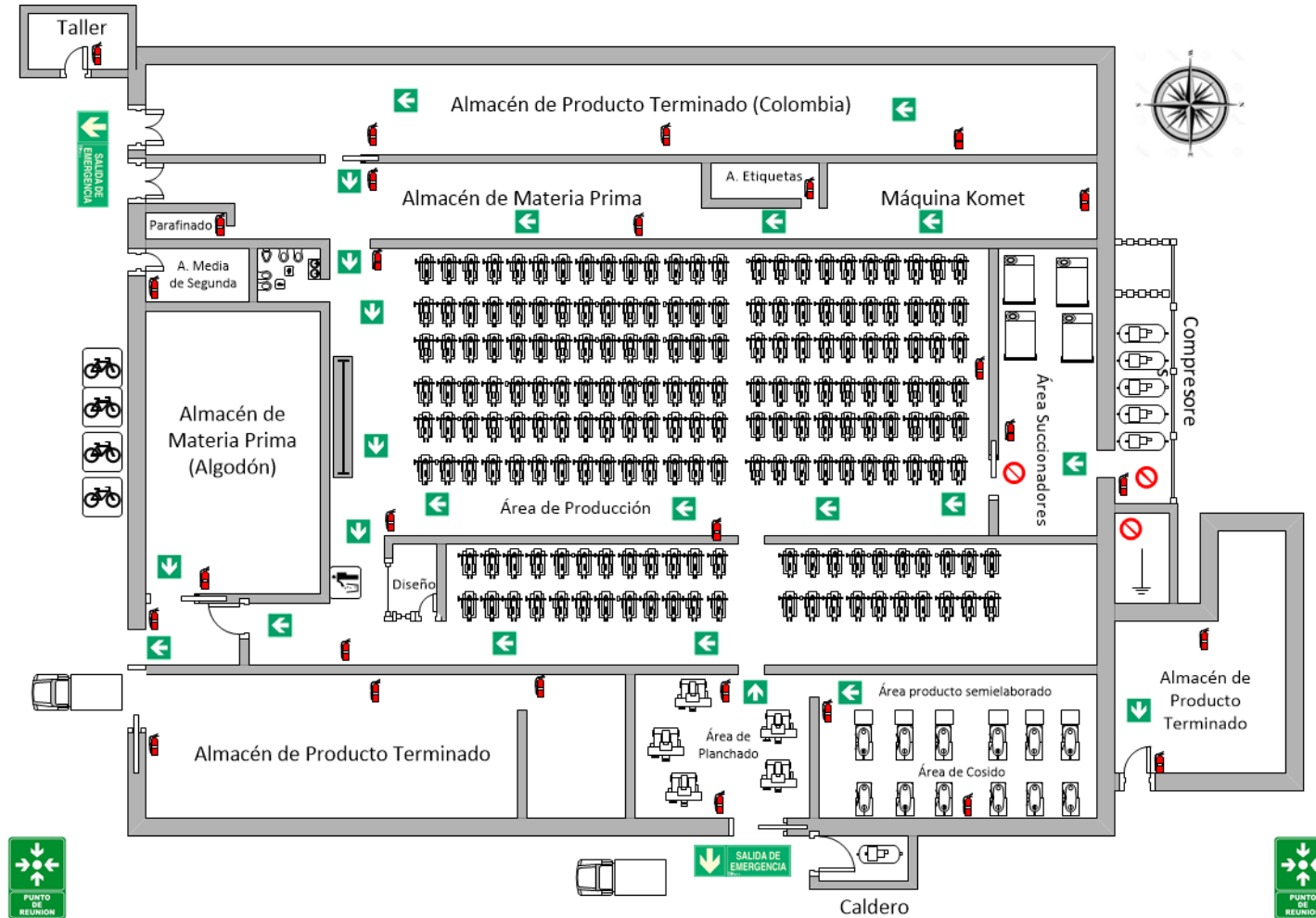


Figura 10. Layout Área Operativa

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

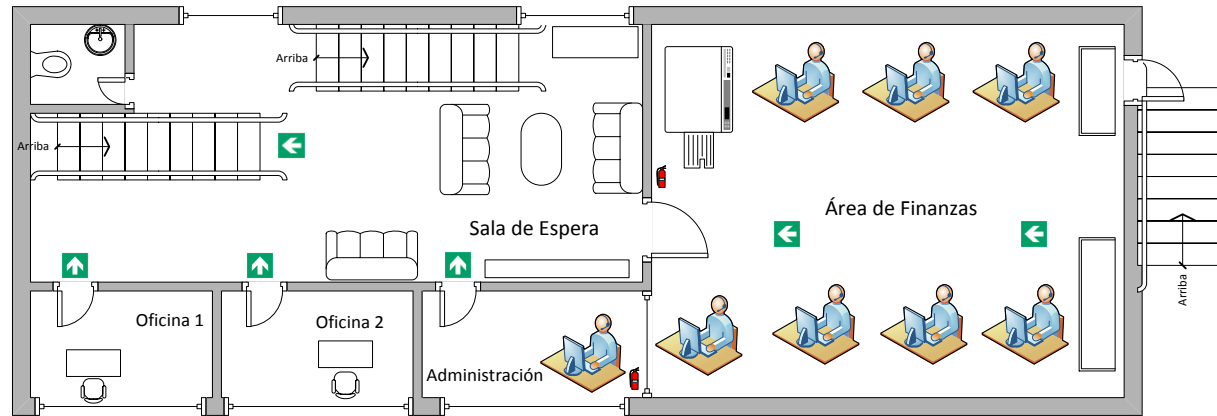


Figura 11. Layout Área Administrativa Primer Piso
Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

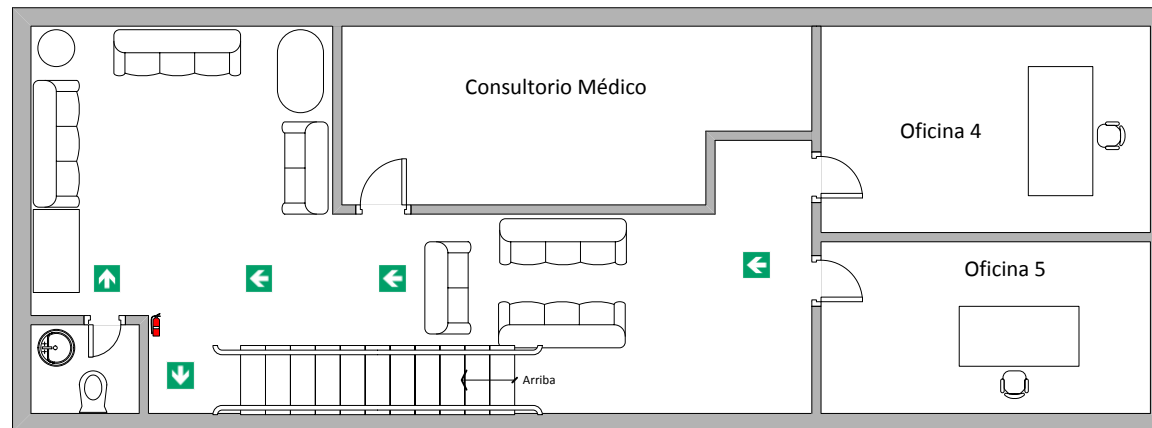


Figura 12. Layout Área Administrativa Segundo Piso
Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Se procedió a realizar un Layout de la distribución de toda la planta y de todas las áreas, tanto administrativas como operativas. Es muy necesario e importante conocer como están distribuidas las áreas dentro de la fábrica para entender los flujos existentes de materiales y producción.

3.2.4. DIAGRAMA SIPOC GENERAL DE LA FÁBRICA

El Diagrama SIPOC es aquel que nos muestra los Proveedores, Entradas, Proceso Productivo, Salidas y Clientes que tiene la Fábrica; en cuanto a proveedores la cantidad de los más destacados son 21, siendo estos nacionales e internacionales, ya que una parte del material se importa desde China, obteniendo una gran diferencia del producto final con la ayuda de este tipo de materia prima. Y clientes como, Almacenes de Guayaquil, Colombia; que son los mercados más grandes en donde se encuentra la marca y además clientes de Quito y otros lugares del país en donde se distribuye el producto con la ayuda de vendedores internos de la fábrica.

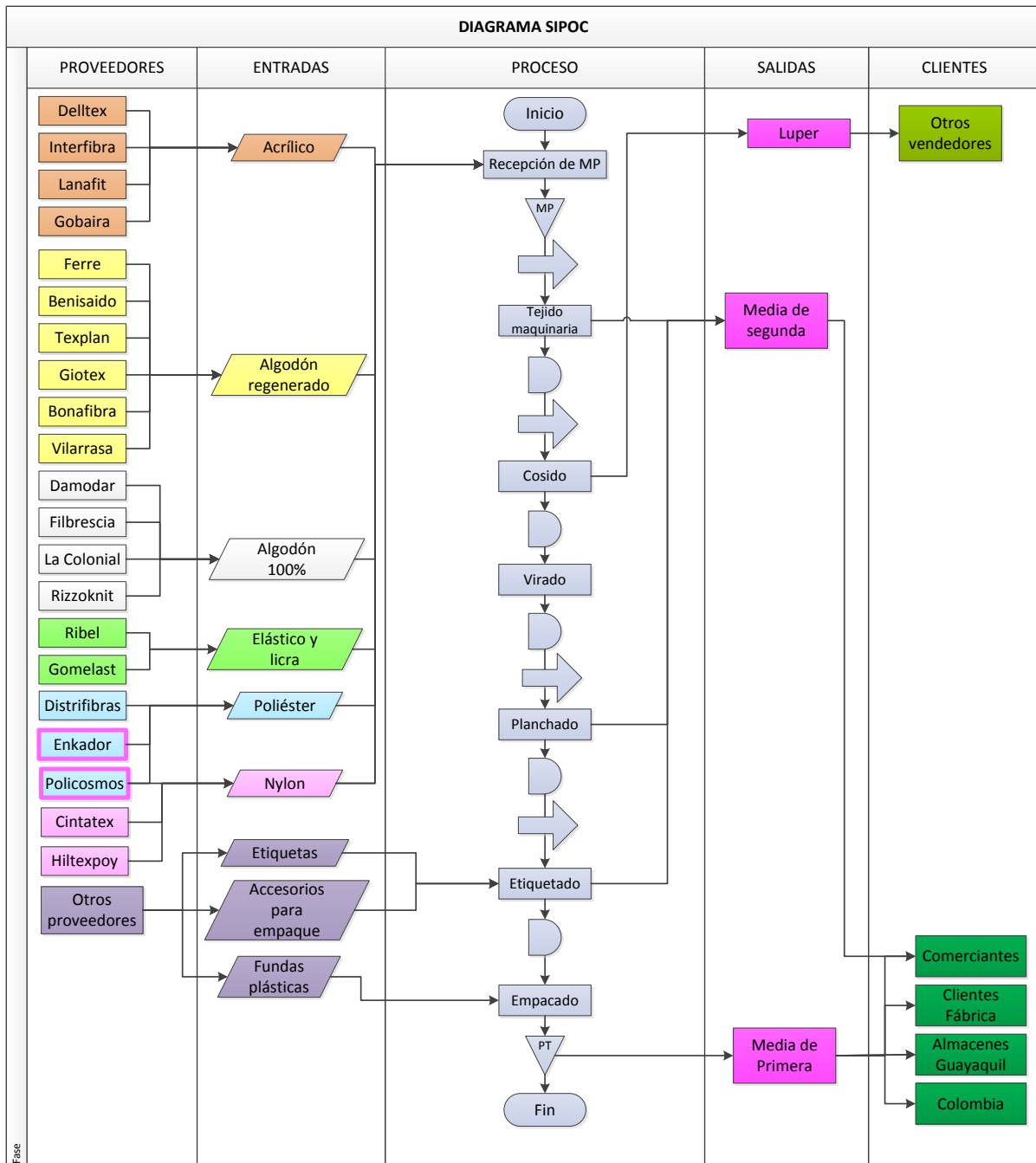


Figura 13. Diagrama SIPOC de la Fábrica de Medias Gardenia
 Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.3. METODOLOGÍA DMAMC

3.3.1. FASE DEFINIR

3.3.1.1 Identificación del Producto

Fábrica de Medias Gardenia tiene una amplia gama de diseños en calcetines para ofrecer a sus clientes, pero durante el proceso de tejido existe salidas de un 5% a 7% del total de la

producción en producto defectuoso que son llamados como “medias de segunda” y desperdicio. Medias de segunda son productos que tienen una falla mínima que hace que el producto no pase el control de calidad, pero que todavía es útil y puede ser usado cumpliendo la función de un par de medias; desperdicio se conoce a aquello que no cumple las características ni funciones de un par de medias, siendo este desechado a la basura, para que las organizaciones encargadas de la gestión de residuos realice la recolección de los mismos; estos productos, tanto “medias de segunda” y desperdicio pueden ser vendidos a otro tipo de clientes pero a un precio muy bajo.

Los componentes que hacen que una media sea identificada como de segunda son que el color o la talla no sean los mismos requeridos por el cliente, exista fallas en el tejido o manchas que aparezcan en este proceso por falta de limpieza de las máquinas, errores de costura en la punta, error de planchado por mal ajuste de la plancha y encogimiento de la media por altas temperaturas en el ambiente.

En el mercado, años atrás este tipo de calcetines, “media de segunda” eran adquiridos en gran cantidad por comerciantes y otros clientes, pero al pasar el tiempo ha disminuido su venta, haciendo que exista exceso de inventario con un total aproximado de 60 000 docenas en bodega, en calcetines de algodón 100%, algodón regenerado, poliéster y acrílico; siendo esto una gran pérdida para la fábrica en estos años.

Para identificar la familia de productos por importancia se realiza un Diagrama de Pareto (Figura 14) en el que se define el 20% de artículos que representan el 80% de facturación en ventas.

A través del Sistema SACI (Software Contable) se generó los datos en los periodos 2017-2019 de los 20 artículos con más demanda en el mercado, los resultados fueron los siguientes:

| COD. | DESCRIPCIÓN | TALLA | TOTAL VENTAS |
|-------------|--------------------|--------------|---------------------|
|-------------|--------------------|--------------|---------------------|

| | | | | |
|-----------------|---------------------------|-------|--------------|------------------------|
| 11006-10 | COLEGIAL ACR. PUPIADA | 10-12 | \$ | 349.242,05 |
| 01500-10 | CORTA ALG. COLOR | 10-12 | \$ | 333.591,67 |
| 11006-08 | COLEGIAL ACR. PUPIADA | 08-10 | \$ | 277.759,58 |
| 02510-10 | CORTA COLOR POLIÉSTER | 10-12 | \$ | 220.975,67 |
| 11006-06 | COLEGIAL ACR. PUPIADA | 06-08 | \$ | 202.760,81 |
| 01002-10 | CORTA ALG. LOGO | 10-12 | \$ | 196.824,16 |
| 04500-10 | LARGA ALG. COLOR | 10-12 | \$ | 186.270,72 |
| 02030-10 | CORTA POLIÉSTER LOG SPEED | 10-12 | \$ | 131.187,18 |
| 04002-10 | LARGA ALG. LOGO | 10-12 | \$ | 129.711,60 |
| 11006-04 | COLEGIAL ACR. PUPIADA | 04-06 | \$ | 124.715,08 |
| 01001-10 | CORTA ALG. BLANCA | 10-12 | \$ | 111.056,42 |
| 04001-10 | LARGA ALG. BL. | 10-12 | \$ | 106.309,24 |
| 01500-08 | CORTA ALG. COLOR | 08-10 | \$ | 52.991,49 |
| 01003-10 | CORTA ALG. TYP | 10-12 | \$ | 47.736,60 |
| 01001-08 | CORTA ALG. BLANCA | 08-10 | \$ | 47.515,53 |
| 02031-10 | CORTA POLIÉSTER BL. SPEED | 10-12 | \$ | 46.307,23 |
| 04501-10 | LARGA ALG. NEGRA | 10-12 | \$ | 42.929,94 |
| 01001-06 | CORTA ALG. BLANCA | 06-08 | \$ | 34.141,58 |
| 04001-08 | LARGA ALG. BL. | 08-10 | \$ | 29.644,82 |
| 01001-04 | CORTA ALG. BLANCA | 04-06 | \$ | 27.507,00 |
| | | | TOTAL | \$ 2.699.178,37 |

Se elabora el diagrama de Pareto en el Software RStudio, obteniendo lo siguiente:

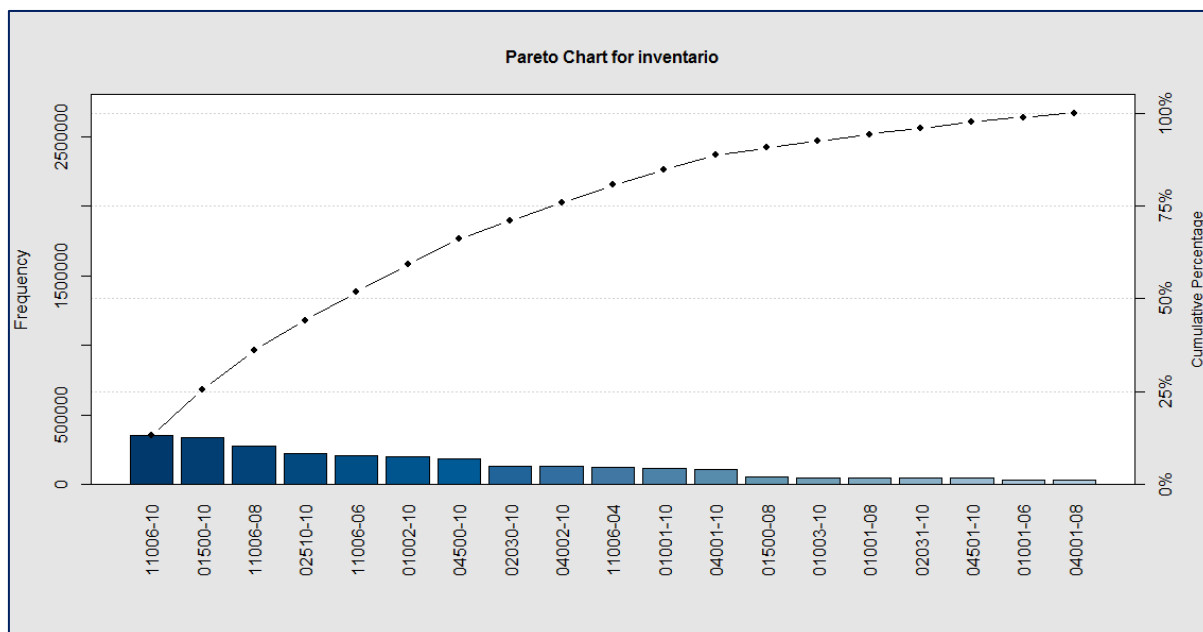


Figura 14. Diagrama de Pareto

Fuente: RStudio – Elaboración Propia

Se detalla a continuación los resultados del diagrama de los principales artículos

Tabla 8. Detalle de los artículos del resultado del Diagrama de Pareto

| | CÓDIGO | DETALLE | TALLA |
|-----------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| 1 | 11006-10 | COLEGIAL ACRÍLICO PUPIADA | 10-12 |
| 2 | 01500-10 | CORTA ALGODÓN COLOR | 10-12 |
| 3 | 11006-08 | COLEGIAL ACRÍLICO PUPIADA | 08-10 |
| 4 | 02510-10 | CORTA COLOR POLIÉSTER | 10-12 |
| 5 | 11006-06 | COLEGIAL ACRÍLICO PUPIADA | 06-08 |
| 6 | 01002-10 | CORTA ALGODÓN LOGO | 10-12 |
| 7 | 04500-10 | LARGA ALGODÓN COLOR | 10-12 |
| 8 | 02030-10 | CORTA POLIÉSTER LOG SPEED | 10-12 |
| 9 | 04002-10 | LARGA ALGODÓN LOGO | 10-12 |
| 10 | 11006-04 | COLEGIAL ACRÍLICO PUPIADA | 04-06 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Este tipo de calcetín, colegial acrílico pupiada; se teje durante 8 o 9 meses en el año; en máquinas de origen italiano de la marca Lonati (Ver Anexo 1), siendo vendida por temporadas de inicio de clases en distintas zonas del país y Colombia. En los resultados del diagrama se muestra claramente que es la de mayor demanda en el mercado, en las tallas 04-06, 06-08, 08-10 y en mayor cantidad la talla 10-12.

Registros de media de segunda

Una vez identificado la familia de productos de mayor importancia, ahora, se muestran los registros de “media de segunda” en bodega:

Tabla 9. Registro de medias de segunda

| DETALLE | CANTIDAD (Docenas) | PORCENTAJE |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|
| Algodón regenerado | 25 215 | 43% |
| Acrílico | 20 253 | |
| Colegial Acrílico Pupiada | 15 122 | 26% |
| Otros | 5 131 | 9% |
| Poliéster | 8 750 | 15% |
| Algodón 100% | 4 795 | 8% |

| | | |
|--------------|---------------|-------------|
| TOTAL | 59 013 | 100% |
|--------------|---------------|-------------|

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

En los registros llevados por la Fábrica se detecta un porcentaje muy alto de calcetines de algodón regenerado y acrílico; pero, debido a mantenimiento de la maquinaria y falta de materia prima para la elaboración de calcetines con algodón regenerado, no se está produciendo este tipo de calcetín; por lo que, se decide juntamente con el personal administrativo, que el análisis se realizará a aquel producto que muestra mayor demanda, colegial acrílico pupiada, con un porcentaje de 26% en bodega, y que el calcetín de algodón regenerado lo realizarán en un estudio posterior, teniendo en cuenta que este está en segundo lugar en los resultados del Diagrama.

Esta situación repercute en clientes insatisfechos y genera una mala imagen de la Fábrica, no solo nacionalmente sino también internacional, sin embargo, como no se lleva ningún registro de la magnitud del problema con respecto a los clientes, y porque estos se han retirado; surge la necesidad de registrar resultados y analizarlos.

3.3.1.2. Tipo de Fallas

Con ayuda del personal del área operativa se registró los tipos de fallas existentes en este tipo de calcetín, Colegial Acrílico Pupiada; (Ver Anexo 2), se debe tener en cuenta que las fallas son las mismas independientemente de la talla del calcetín. Siendo estas las siguientes:

1. Falla por quiebre de aguja
2. Rotura de elástico
3. Rayas por falla de selector
4. Huecos en talón y punta
5. Rotura de nylon
6. Rotura de hilo
7. Rotura de hilo para lúper
8. Raya en talón por falla de platina
9. Rotura hilo en transferencia
10. Falla guía hilo en talón

11. Falta de hebra en talón

13. Huecos por falta de tensión de nylon

12. Falla por daño eléctrico

El problema se analiza a través de un Diagrama de Pareto para la selección del atributo que se estudiará en el proyecto, sobre fallas en el tejido de los calcetines.

Tabla 10. Fallas en el tejido de calcetines

| PROBLEMA | EVENTO | FRECUENCIA | FRECUENCIA A |
|---|---------------|-------------------|---------------------|
| Falla por quiebre de aguja | 65 | 26% | 26% |
| Huecos en talón y punta | 41 | 16% | 42% |
| Rotura de hilo | 38 | 15% | 58% |
| Rotura de nylon | 28 | 11% | 69% |
| Falta de hebra en talón | 28 | 11% | 80% |
| Rotura de hilo para lúper | 11 | 4% | 84% |
| Raya en talón por falla de platina | 10 | 4% | 88% |
| Rotura hilo en transferencia | 7 | 3% | 91% |
| Rotura de elástico | 6 | 2% | 94% |
| Falla guía hilo en talón | 6 | 2% | 96% |
| Rayas por falla de selector | 4 | 2% | 98% |
| Huecos por falta de tensión de nylon | 4 | 2% | 99% |
| Falla por daño eléctrico | 2 | 1% | 100% |
| | 250 | 100% | |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Se elabora un Diagrama de Pareto para determinar la falla de mayor importancia:

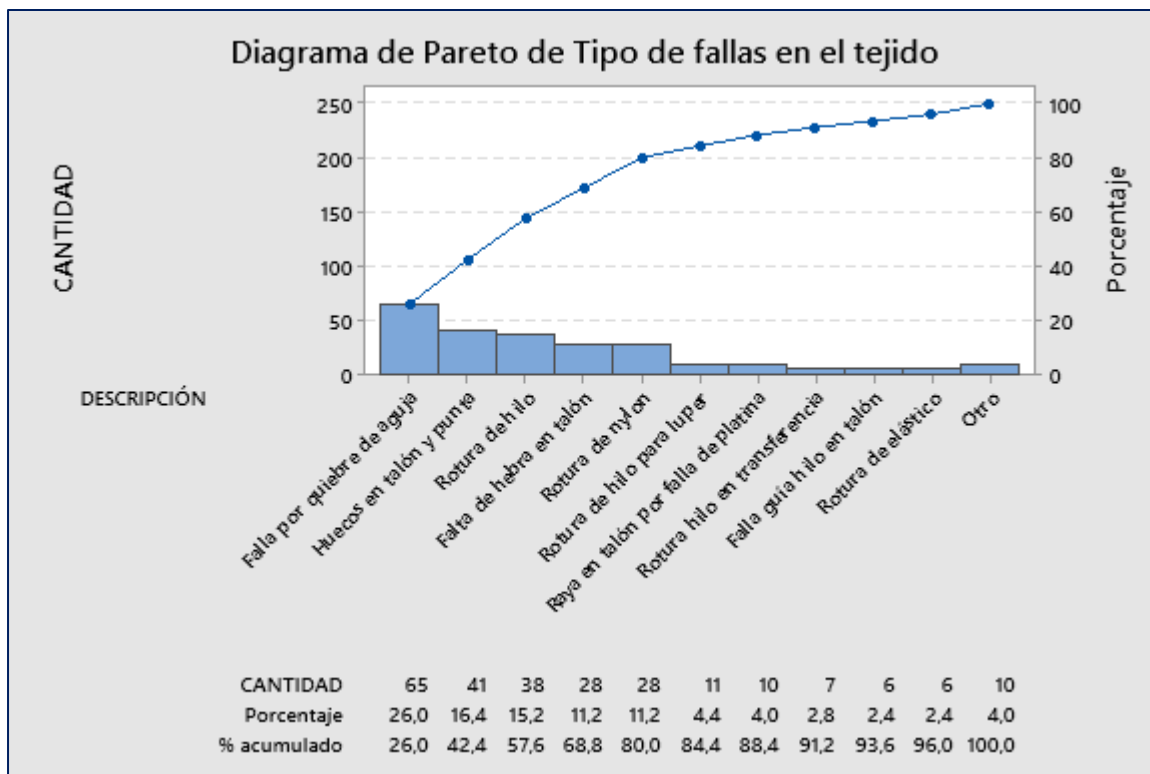


Figura 15. Diagrama de pareto de tipo de fallas en el tejido

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

Para realizar este diagrama se realizó un análisis de estos calcetines en el área de media de segunda, revisando la cantidad de veces las fallas que se anunciaron anteriormente en un lote de 250 docenas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Diagrama, la falla de mayor frecuencia es aquella por quiebre de aguja, por lo que se decide tomar este atributo como referencia para aplicar las herramientas de calidad y hacer un control de calidad y capacidad de este proceso aplicando también las cartas de control correspondientes.

3.3.2. FASE MEDIR

3.3.2.1. Productividad

La productividad es el nivel de rendimiento con que se aprovechan los recursos disponibles para alcanzar los objetivos deseados o establecidos con anterioridad por la alta dirección. En

el caso de Fábrica de Medias Gardenia la producción de una docena de calcetines a un menor costo a través del empleo eficiente y eficaz de los recursos: materiales, talento humano y maquinaria, con los que mediante su uso se debe enfocar en aumentar los índices de productividad actual y, de tal manera, reducir los costos de producción.

Costos mensuales de la Fábrica:

Tabla 11. Variables para el cálculo de la productividad

| VARIABLES | VALOR EN DÓLARES |
|---------------------|----------------------|
| Mano de Obra | \$ 40 956 |
| Materiales | \$ 102 780.32 |
| Energía Eléctrica | \$ 12764.03 |
| Gastos Generales | \$ 17 832 |
| TOTAL AL MES | \$ 174 332.35 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Producción diaria = 2 200 docenas, se trabajan 20 días al mes.

$$Productividad = \frac{Productos\ obtenidos}{Inputs\ empleados(MO + Materiales + Energía + Otros)}$$

$$Productividad = \frac{44000 \frac{docenas}{mes}}{174\ 332.35 \frac{\$}{mes}}$$

$$Productividad = 0.25\ docenas/\$$$

Por cada dólar invertido se logra producir 0.25 docenas de calcetines.

3.3.2.2. Hoja de Verificación

El levantamiento de datos se realizó en un periodo de tres días, desde las 08:00 de la mañana hasta las 12:00 de la tarde como primer turno del día y el segundo de 14:00 de la tarde hasta las 18:00, con un total de 30 resultados.

Tabla 12. Hoja de verificación para atributos en el tejido del calcetín

| HOJA DE VERIFICACIÓN PARA ATRIBUTOS EN TEJIDO DEL CALCETÍN | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|-------------|----|-------|-----------------------------------|-------------|----|-------|--------------|------------------|
| PRODUCTO: Colegial Acrílico Pupiada | | | | | | RESPONSABLE: Fanny Córdova | | | | | |
| FECHA: 28, 30 y 31 de enero de 2020 | | | | | | | | | | | |
| N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS |
| 1 | 8:00 | 75 | 1 | 11 | 8:00 | 84 | 6 | 21 | 8:00 | 78 | 1 |
| 2 | 9:00 | 73 | 2 | 12 | 9:00 | 75 | 8 | 22 | 9:00 | 76 | 5 |
| 3 | 10:00 | 71 | 6 | 13 | 10:00 | 61 | 10 | 23 | 10:00 | 75 | 9 |
| 4 | 11:00 | 74 | 2 | 14 | 11:00 | 78 | 2 | 24 | 11:00 | 77 | 4 |
| 5 | 12:00 | 78 | 3 | 15 | 12:00 | 76 | 1 | 25 | 12:00 | 78 | 4 |
| 6 | 14:00 | 70 | 8 | 16 | 14:00 | 69 | 5 | 26 | 14:00 | 75 | 1 |
| 7 | 15:00 | 81 | 5 | 17 | 15:00 | 78 | 3 | 27 | 15:00 | 66 | 11 |
| 8 | 16:00 | 72 | 3 | 18 | 16:00 | 75 | 5 | 28 | 16:00 | 85 | 4 |
| 9 | 17:00 | 79 | 5 | 19 | 17:00 | 75 | 10 | 29 | 17:00 | 78 | 3 |
| 10 | 18:00 | 71 | 2 | 20 | 18:00 | 84 | 6 | 30 | 18:00 | 80 | 1 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 136 pares |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

3.3.2.3. Gráfico de Control para Atributos

Tabla 13. Cantidad de defectuosos

| N | CANTIDAD | DEFECTUOSOS |
|----|----------|-------------|
| 1 | 75 | 1 |
| 2 | 73 | 2 |
| 3 | 71 | 6 |
| 4 | 74 | 2 |
| 5 | 78 | 3 |
| 6 | 70 | 8 |
| 7 | 81 | 5 |
| 8 | 72 | 3 |
| 9 | 79 | 5 |
| 10 | 71 | 2 |
| 11 | 84 | 6 |
| 12 | 75 | 8 |
| 13 | 61 | 10 |
| 14 | 78 | 2 |
| 15 | 76 | 1 |

| | | |
|--------------|----|------------------|
| 16 | 69 | 5 |
| 17 | 78 | 3 |
| 18 | 75 | 5 |
| 19 | 75 | 10 |
| 20 | 84 | 6 |
| 21 | 78 | 1 |
| 22 | 76 | 5 |
| 23 | 75 | 9 |
| 24 | 77 | 4 |
| 25 | 78 | 4 |
| 26 | 75 | 1 |
| 27 | 66 | 11 |
| 28 | 85 | 4 |
| 29 | 78 | 3 |
| 30 | 80 | 1 |
| TOTAL | | 136 pares |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Prueba 1:

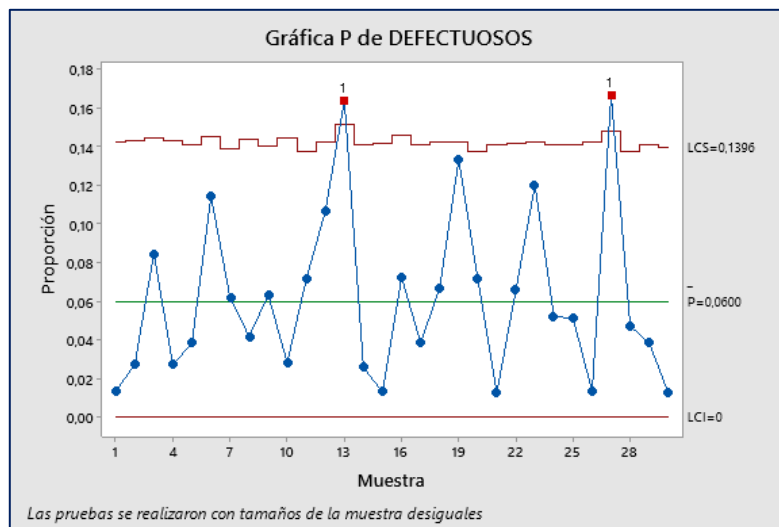


Figura 16. Gráfico p de defectos - Prueba 1

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

$LCS = 0.1396$

$p = 0.0600$

$LCI = 0$

Prueba 2:

Para la realización de la prueba dos, eliminamos los dos puntos fuera de control de la Tabla 13, así aumenta la sensibilidad de la gráfica y es posible que aparezcan más puntos que no cumplan las pruebas y esten fuera de control, los resultados se muestran a continuación.

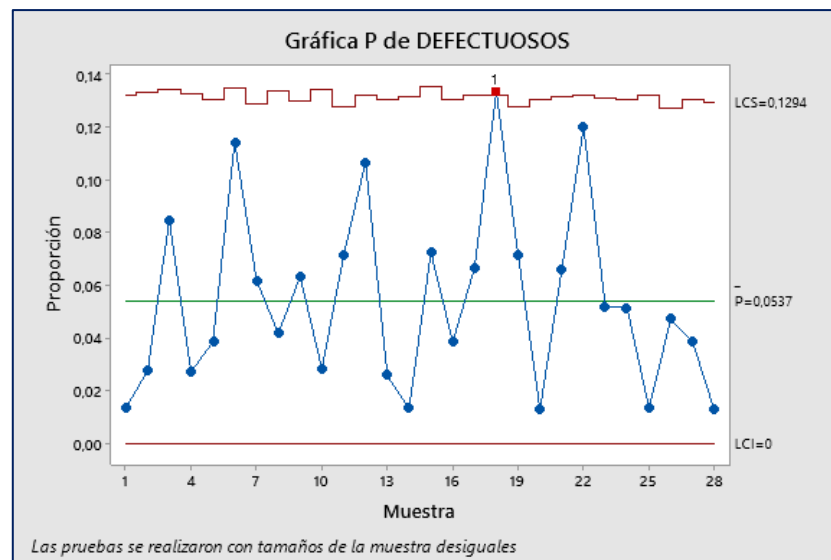


Figura 17. Gráfica p de defectuosos - Prueba 2

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

$$LCS = 0.1294$$

$$p = 0.0537$$

$$LCI = 0$$

3.3.2.4. Interpretación

El gráfico p representa la proporción de elementos defectuosos de cada subgrupo, los cuales tienen distinto tamaño, las gráficas además presentan oscilaciones durante este periodo de tiempo.

Prueba 1:

La línea central que es la proporción promedio de defectuosos es de 0.0600. Los límites de control que se establecen a una distancia de 3 desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea central, muestran la cantidad de variación en las proporciones de los subgrupos; encontrando puntos rojos, en este caso dos puntos, el 13 y 27 indican subgrupos que no pasan

las pruebas, en los que suceden causas especiales y no están bajo control, además; existe un punto 19; que está muy próximo al límite superior que también debería ser evaluado, ya que podría causar problemas en el desarrollo del proceso.

Prueba 2:

Realizando el recalcu se observa en el gráfico que nuevamente existe un punto fuera de control, aquel se mencionó anteriormente, y otro punto que está muy próximo al límite de control superior, por eso se requiere un plan de acción que reduzca estos problemas presentados en el procesos de tejido.

3.3.2.5. Índices de Capacidad

Índice Cps y Cpk

$$Cps = \frac{ES - \mu}{3\sigma} = \frac{6 - 4.53}{3(4.43)} = 0.11$$

$$Cpk = (Cps) = 0.11$$

Para considerar que el proceso es adecuado, el valor de C_{ps} debe ser mayor que 1.25. En el resultado obtenido el índice no cumple con las especificaciones, siendo este menor a 1 (aparecen más calcetines con falla de aguja de lo tolerado), entonces la media del proceso está alejada del centro de la especificación.

Por su parte, el índice C_{pk} , es igual al valor más pequeño de entre C_{pi} y C_{ps} , en este caso será igual al índice C_{ps} , si este índice es satisfactorio (mayor a 1.25), eso indica que el proceso en realidad es capaz. Si $C_{pk} < 1$, en este problema, entonces el proceso no cumple con por lo menos una de las especificaciones, siendo una capacidad no satisfactoria.

Índice Z

$$Z_s = \frac{ES - \mu}{\sigma} = \frac{6 - 4.53}{4.43} = 0.33$$

Ahora se muestran los resultados calculados en el Software Minitab 19, en el que se obtuvo la siguiente información:

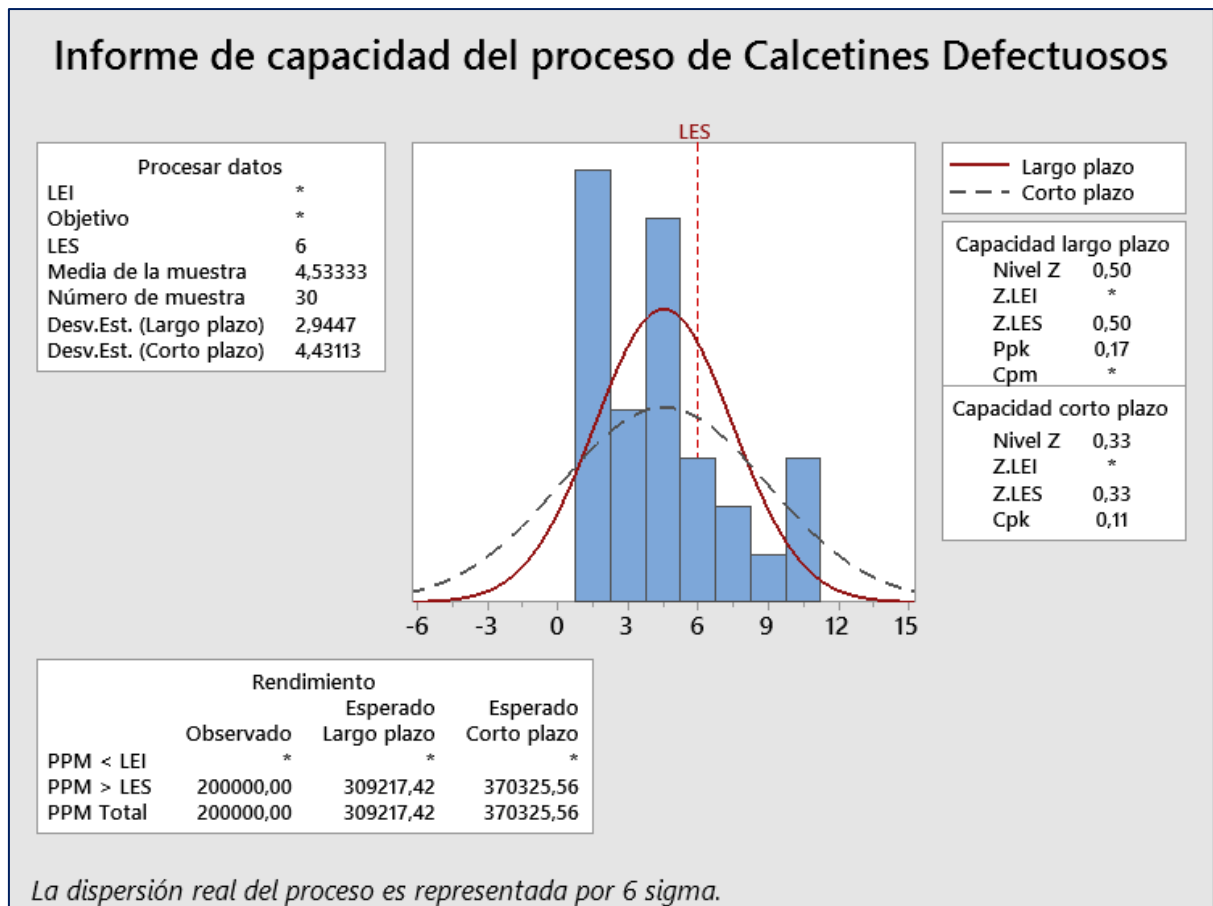


Figura 18. Informe de capacidad del proceso de calcetines defectuosos

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

Como se observa no tenemos un proceso capaz, encontramos datos fuera de la especificación superior (LES), se sabe que el Cpk indica que tan centrada está la campana con respecto a los límites, con solo observarla se sabe que se tiene un Cpk muy bajo porque la campana no está centrada. Además en la parte del rendimiento en donde nos da las partes por millón, se tiene que existen 200 000 partes por millón con defectos, a largo plazo por cada

millón de observación de defectuosos se tendrá 309 217 que quedarán fuera del límite de especificación,

Tabla 14. Resumen del resultado de las capacidades

| | | |
|-----------------|---|------|
| C_{ps} | Índice de Capacidad para la especificación Superior | 0.11 |
| C_{pk} | Índice de Capacidad Real (Cps) | 0.11 |
| Índice Z | Valor del índice a corto plazo | 0.33 |

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. FASE ANALIZAR

En primera instancia se analizarán los precios de venta, tanto de media de primera calidad, como de segunda calidad; en el tipo de calcetín Colegial Acrílico Pupiada, que es el caso de estudio; desde la talla 04, hasta la talla 10, a continuación se presentan estos datos:

Tabla 15. Precios de venta - Media de segunda y Media de primera

| TALLA | PRECIO DE VENTA | | DESCUENTOS |
|--------------|-------------------|-------------------|------------|
| | MEDIAS DE PRIMERA | MEDIAS DE SEGUNDA | |
| 04-06 | \$ 7.80 | \$ 2.80 | \$ 5.00 |
| 06-08 | \$ 8.20 | \$ 3.00 | \$ 5.20 |
| 08-10 | \$ 8.60 | \$ 3.00 | \$ 5.60 |
| 10-12 | \$ 9.00 | \$ 3.50 | \$ 5.5 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Hacemos un promedio del precio de venta de las medias de primera con un resultado de \$ **8.40** y de segunda, de \$ **3.00**. Entre estos valores, existe una diferencia de \$ **5.40**, siendo este un valor estimado de pérdidas por docena. Ahora, sabiendo el total de medias de acrílico en bodega de 15 122 docenas, hacemos un cálculo de comparación tomando esta cantidad como medias de primera y tenemos:

Tabla 16. Total de pérdida por medias de segunda

| PRECIO DE VENTA | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| CANTIDAD | MEDIAS DE PRIMERA | MEDIAS DE SEGUNDA | PÉRDIDA |
| 15 122 | \$ 127 024.80 | \$ 45 366 | \$ 81 658.80 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Se observa una pérdida muy alta en los resultados, por lo que es necesario tomar medidas de corrección prontas. Este problema se ha ido incrementando considerablemente desde el año 2 014 hasta este momento, mediante la ayuda de herramientas de la calidad, se logrará llegar al problema raíz para finalmente dar propuestas de mejora.

3.3.3.1. Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)

Para un mejor análisis del proyecto, y entender las razones por las que se generan las “medias de segunda” se realiza un Diagrama de Ishikawa o conocido también como Diagrama de Causa y efecto, en donde se establecen causas que originaron el problema.

Este Diagrama se puede diferenciar en dos niveles, en el primer nivel se analiza de forma general el mayor problema que está sucediendo en el proceso analizado, es decir; fallas en el tejido de la media; y en el Diagrama de segundo nivel se analiza a fondo las causas de dicho problema, que es fallas en el tejido por quiebre de aguja.

Diagrama de Ishikawa de primer nivel

Para realizar el diagrama se toma en cuenta el estudio realizado con anterioridad en el Diagrama de Pareto sobre todas las fallas que aparecen en el tejido, siendo estas una gran pérdida para la Fábrica, en este diagrama se decide atacar a este problema, fallas en el tejido mediante las 6M para determinar las diferentes causas que ocasionan estas fallas.

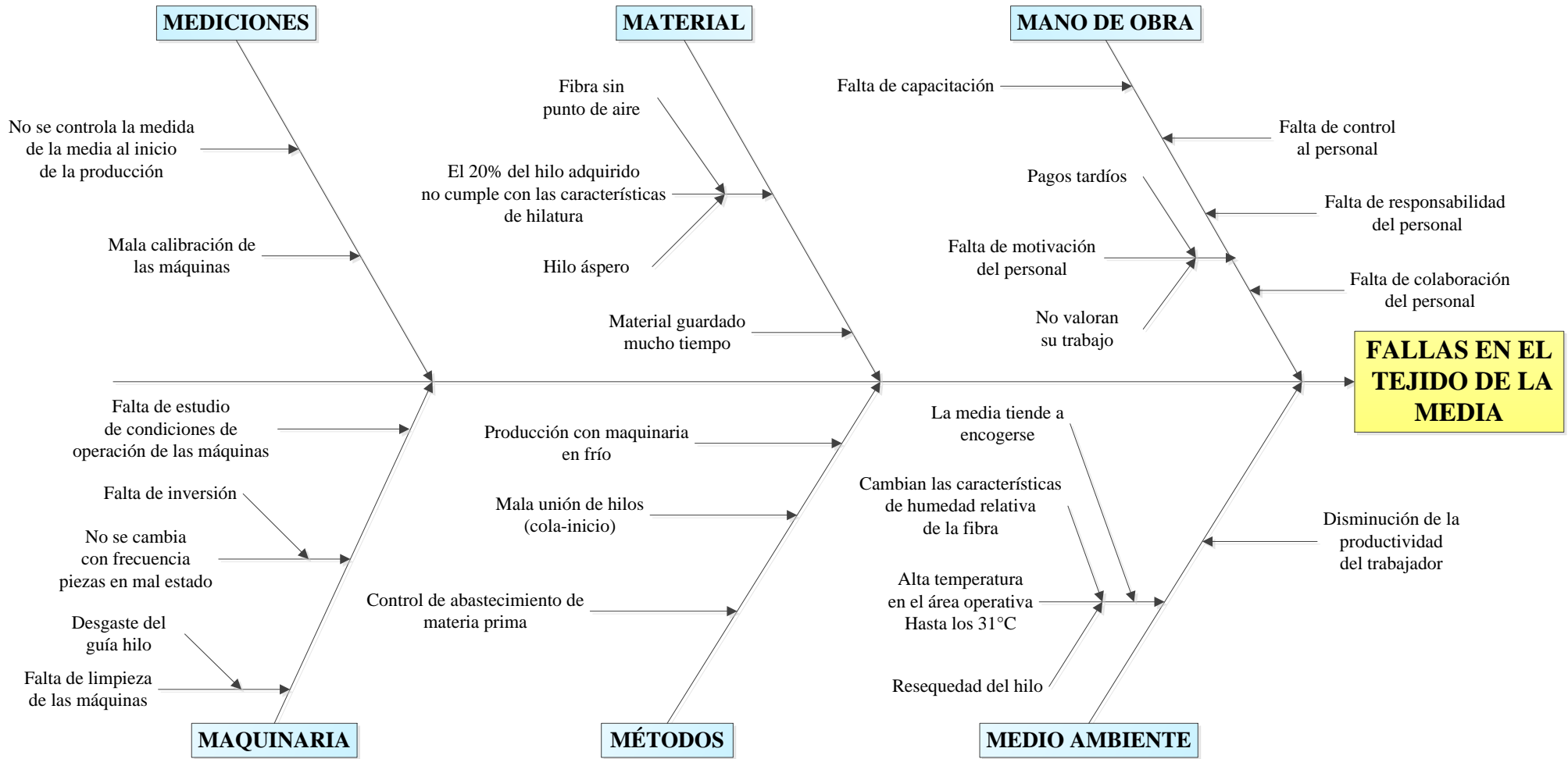


Figura 19. Diagrama de Ishikawa - Primer nivel
 Fuente: Microsoft Visio – Elaboración Propia

Mediante el método de las 6M, se establecieron las causas del problema, a continuación se detalla cada uno de estos aspectos:

Mano de obra

El personal no está totalmente capacitado para cumplir con sus tareas, saben lo que hacen, pero existe ciertos detalles que no lo realizan por falta de conocimiento, además los trabajadores no están totalmente controlados por un jefe de área, no ha sido contratado, ya que, ha sido visto como un gasto y no como inversión; pero lo que más influye en su trabajo es la falta de motivación, lamentablemente, sus empleadores no valoran su esfuerzo, y además existe atrasos en el pago de su salario, lo que lleva a que los trabajadores no hagan sus tareas responsablemente y no colaboren en otras que requieren de su ayuda.

Material

Tiempo atrás el material que se adquiría no cumplía las características de hilatura, siendo una de las más importantes el tener punto de aire, toda fibra sintética debe tener esta característica (nylon y poliéster), el acrílico no, porque tiene torsión. Debido a esta falta, la fibra tiende a explotar, lo que hace que la máquina no trabaje bien y teja medias de segunda; actualmente se exige la compra de fibras con punto de aire, cumpliendo ya con un 80% de este tipo de fibra, adecuada para el tejido; pero el 20% existente es material que se ha adquirido hace varios años, pero por no dejarlo, se cometen errores, siendo este el uso del hilo para el tejido de calcetines.

Mediciones

En ocasiones cuando se está programando la máquina para el tejido de un determinado pedido, no se miden las dimensiones de la media, y se la deja trabajar sin antes realizar este

procedimiento, además la máquina no es debidamente calibrada para que trabaje con total normalidad.

Medio Ambiente

En el transcurso del día la temperatura tiende a levarse, hasta llegar a los 31 °C y es cuando las características adecuadas de las fibras se pierden, y las medias empiezan a encogerse y el hilo a researse, ocasionando fallas en el tejido. Además, por la alta temperatura disminuye la productividad de los trabajadores, realizando su trabajo ineficientemente.

Métodos

A pesar de haber recibido indicaciones sobre cómo realizar sus tareas, las hacen de una manera irresponsable, dejando que las medias salgan de distinta medida a la establecida. También a pesar de que sus procedimientos en esta área, estén correctamente establecidos, no lo llevan a cabo como se debería.

Maquinaria

No existe un estudio sobre las condiciones de operación de las máquinas; existen fallas también porque no se cambia con frecuencia las piezas que se encuentran en mal estado, debido a la falta de inversión en estos casos, este desgaste se debe también a la falta de limpieza frecuente de las máquinas.

Diagrama de Ishikawa de segundo nivel

Después de determinar la causa más importante, es necesario analizarla con mayor detalle, y por ello es necesario emplear un nuevo Diagrama de Ishikawa, después de haber realizado el Diagrama de Pareto (Figura 15) se obtuvo que la falla de más ocurrencia fue la de falla por

rotura de aguja, estudiado en un lote de 250 docenas, a continuación determinamos las causas que podrían estar provocando este problema.

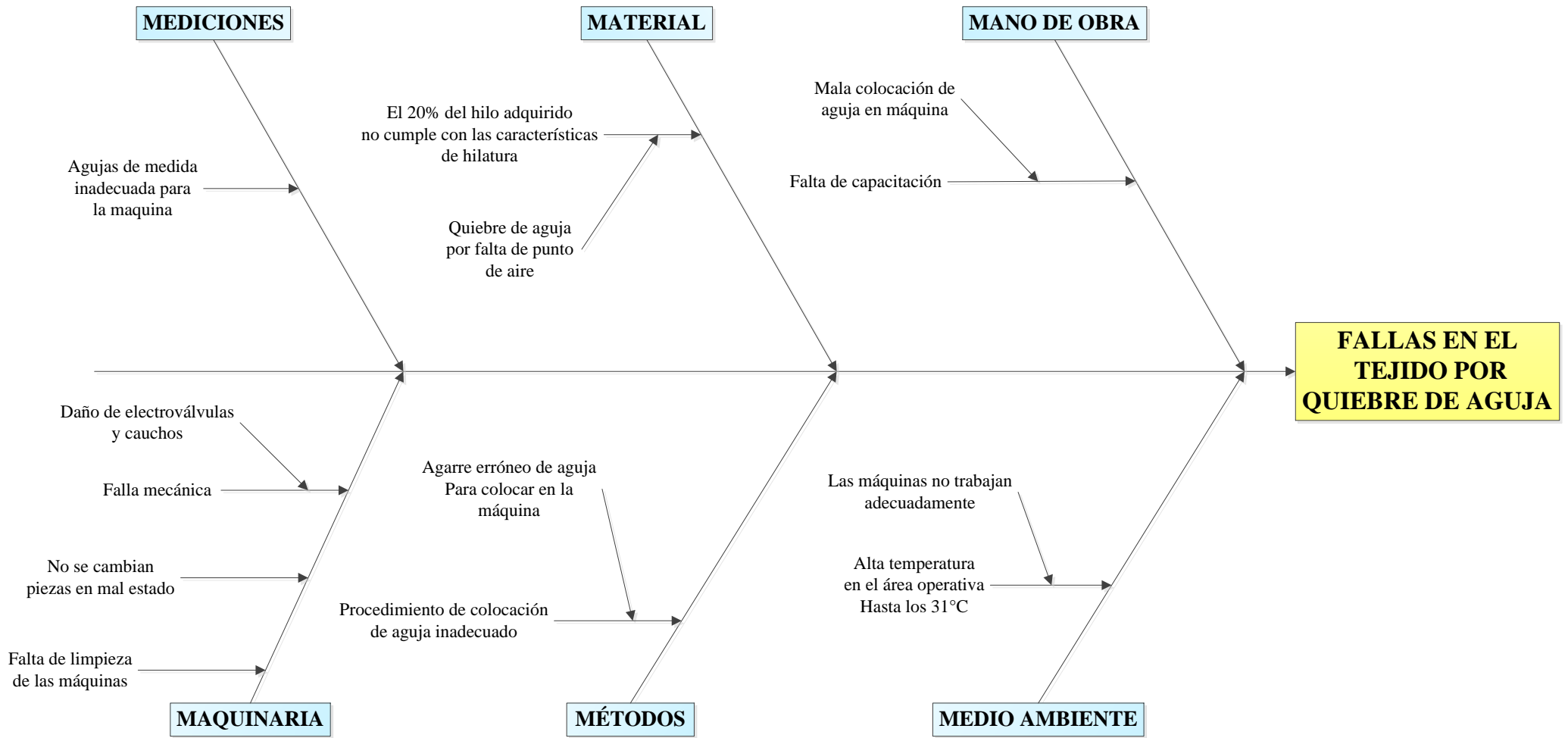


Figura 20. Diagrama de ishikawa - Segundo nivel
 Fuente: Microsoft Visio – Elaboración Propia

Mano de obra

Necesitan capacitación para realizar una buena colocación de la aguja en máquina, pero como se dijo anteriormente a pesar de conocer cómo se realiza el procedimiento no lo hacen adecuadamente.

Material

Cuando el material no cumple con sus características adecuadas para el tejido, provocan rotura de aguja, debido a la agarre del hilo en la misma.

Mediciones

Existen tres tipos de aguja, mediana, pequeña y grande, estas son colocadas dependiendo el tipo de máquina, pero debido a la falta de repuestos, han visto la necesidad de reducir su tamaño manualmente con la ayuda de un esmerilador, pero como no quedan a una medida perfecta provoca que la aguja se rompa.

Medio Ambiente

Debido a la alta temperatura en esta área, las máquinas no trabajan eficazmente.

Métodos

El procedimiento de colocación de aguja lo hacen inadecuadamente, ya que debe ser agarrada con una pinza desde la mitad de esta, y con cuidado ser colocada en la máquina, pero debido a la irresponsabilidad de los operarios, agarran el aguja desde la parte baja, haciendo que esta se doble al momento de colocar en la máquina, disminuyendo su tiempo de uso, y quebrándose rápidamente.

Maquinaria

Debido a las fallas mecánicas se dañan las electroválvulas y cauchos, piezas que influyen considerablemente al quiebre del agujero, y como se mencionó anteriormente, estas piezas no son reemplazadas a tiempo debido a la falta de dinero para adquirirlas. Además como se mencionó, la falta de limpieza de las máquinas es una falta muy grave, debido a esto, existe la acumulación de pelusa en los guías de hilo y en diferentes partes de estas, haciendo que el hilo se obstruya y el agujero se rompa.

3.3.3.2. Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF)

La metodología del Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF) permite localizar a aquellas realmente potenciales en el proceso, mediante el análisis de la probabilidad de ocurrencia de dichas fallas y el efecto grave que estas pueden estar provocando en el desarrollo del producto.

Al finalizar el análisis, las fallas se jerarquizan en base a los resultados del Nivel de Prioridad del Riesgo (NPR), en las que será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas.

A continuación se muestra los resultados en la tabla AMEF en base a lo analizado anteriormente con el Diagrama de Ishikawa de primer y segundo nivel, con la valoración correspondiente de los criterios y el resultado del NPR (Nivel de Prioridad del Riesgo) como bajo, medio y alto:

Tabla 17. Valoración de criterios para el AMEF

| VALORACIÓN DE CRITERIOS | | | |
|-------------------------|------------------------|--------------|--|
| | EFEECTO/CAUSA /CONTROL | VALORACIÓN N | CRITERIO |
| SEVERIDAD (SEV) | NO | 1 | No hay efecto en el cliente, medio ambiente o usuario de la tecnología |
| | MODERADO | 3 | Cliente o Usuario de la tecnología experimenta alguna insatisfacción. Daño Moderado al medio Ambiente |
| | PELIGROSO | 5 | La seguridad del cliente, ambiente o usuario de la tecnología se ve afectada, la falla ocurrió sin aviso |
| OCURRENCIA (OCC) | CASI NUNCA | 1 | Falla improbable |
| | MEDIA | 3 | Las fallas son medianamente probables |
| | ALTA | 5 | Las fallas son casi seguras |
| DETECCIÓN (DET) | CASI SEGURA | 1 | El control actual detecta la existencia del defecto |
| | MEDIA | 3 | Los controles actuales tienen una media eficacia |
| | CASI IMPOSIBLE | 5 | No existe ninguna técnica de control conocido o el control actual no detecta la existencia del defecto. |

| RESULTADO | NPR |
|---------------|-------|
| Menor a 45 | Bajo |
| Entre 45 y 75 | Medio |
| Mayor a 75 | Alto |

Tabla 18. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

| MATRIZ AMEF | | | | | | | | | |
|--|---|---|-------------------|---|-------------------|--|-------------------|--------------------------|--|
| Proceso/ procedimiento/ actividad | MODO DE FALLA POTENCIAL | EFECTO DE FALLA POTENCIAL | SEV* 3 | CAUSAS POTENCIALES DE FALLA | OCC* 3 | CONTROLES ACTUALES | DET* 1 | RPN** INICIAL | ACCIONES RECOMENDADAS |
| Cambiar piezas en mal estado | Problemas en el funcionamiento de la máquina | Disminución de la productividad de la máquina y fallas en el tejido | 3 | Falta de inversión para la compra de piezas | 3 | Revisión periódica de maquinaria | 1 | 9 | Adquirir piezas en buen estado para reemplazo en las máquinas |
| Realizar un estudio sobre ambiente térmico en el puesto de trabajo | Disminución de la productividad del personal | Aparición de enfermedades profesionales a largo plazo | 5 | No existe interés sobre este tema | 5 | Se distribuye ropa ligera al trabajador | 3 | 75 | Realizar un estudio sobre estrés térmico e implementar un sistema de vaporización en el área de trabajo. |
| Comprar agujas de variedad de tamaños | Problemas en el funcionamiento de la máquina | Quiebre de aguja | 3 | Falta de inversión para la compra de piezas | 3 | Con la ayuda de un esmeril se da el tamaño de aguja deseada | 3 | 27 | Adquirir los distintos tipos de agujas requeridas para las diferentes máquinas. |
| Realizar mantenimiento periódico | Problemas en el funcionamiento de la máquina | Debido a la gran cantidad de pelusa, ocurre un desgaste lo que podría ocasionar un incendio | 5 | No se da la disposición de limpieza de maquinaria a los encargados de mantenimiento | 5 | Se realizan mantenimientos correctivos, una vez dañada la máquina | 3 | 75 | Realizar mantenimientos y limpieza de maquinaria periódicamente. |
| Capacitar al personal | Desconocimiento del adecuado procedimiento a realizar para ejecutar bien su trabajo | Aparición de fallas en media o daños a las máquinas | 3 | No existe interés sobre este tema | 5 | Se da instrucciones de las actividades a realizar al nuevo trabajador. | 3 | 45 | Realizar un plan de mantenimiento correctivo de las máquinas |

| | | | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|----|---|
| Cumplir con las características de hilatura | Problemas en el tejido de la media | Aparición de fallas en media o daños a las máquinas | 3 | Este tipo de material ha sido adquirido debido al bajo costo que tiene | 5 | Cuando el hilo esta reseco, se lo vuelve a rebobinar o a humedecer con agua. | 3 | 45 | Adquirir material de buena calidad que permitan disminuir costos de producción |
| Controlar medidas del calcetín | Todo un lote puede aparecer más pequeño o más grande que el otro | Devolución por parte del cliente | 3 | El personal realiza su trabajo irresponsablemente | 3 | Con la ayuda de los viradores, se puede detectar este tipo de falla | 3 | 27 | Revisar constantemente el tamaño adecuado de la media |
| Aumentar la productividad del trabajador | Baja nivel de producción diario | Aparición de enfermedades profesionales a largo plazo | 3 | No existe interés sobre este tema | 3 | No se realiza nada al respecto | 3 | 27 | Brindar tiempos de descanso a los trabajadores |
| Colocar aguja en máquina correctamente | Problemas en el funcionamiento de la máquina | Quiebre continuo de agujas | 3 | El personal realiza su trabajo irresponsablemente | 5 | Se da instrucciones de colocación de aguja a los enhebradores | 3 | 45 | Capacitar al personal de la forma correcta de colocación de aguja en la máquina |
| Realizar un sistema de control para el personal | Problemas en el cumplimiento de entregas de pedido | Incumplimiento de las tareas asignadas | 3 | El personal realiza su trabajo irresponsablemente | 3 | Se da instrucciones al personal sobre las actividades que cada uno debe desarrollar | 3 | 27 | Realizar un sistema de control para el personal, para que el proceso se desarrolle sin problema |
| Brindar charlas al personal sobre motivación y responsabilidad | Problemas en el cumplimiento de entregas de pedido | Incumplimiento de las tareas asignadas | 3 | El personal no tiene sus salarios a tiempo y este no es valorado por los resultados de su trabajo | 5 | No se realiza nada al respecto | 5 | 75 | Realizar pagos a tiempo a los trabajadores y reconocer su trabajo si este fue bien realizado. |
| Calibrar adecuadamente las máquinas | Problemas en el funcionamiento de la máquina | Aparición de fallas en media o daños a las máquinas | 3 | El personal realiza su trabajo irresponsablemente | 3 | Se da instrucciones de calibración al personal encargado de esta tarea. | 3 | 27 | Capacitar al personal sobre la forma correcta de calibrara a las máquinas. |

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el análisis realizado con el AMEF se detectaron los siguientes resultados (Tabla 18) existen niveles de prioridad de riesgo bajo y medio, no existen niveles altos. Pero a los niveles de prioridad medio serán aquellos a los que se dará mayor importancia para ser controlados en el desarrollo del proceso.

Tabla 19. Resultado AMEF

| | PROCEDIMIENTOS/ACTIVIDADES/TAREAS | RPN |
|-----------|---|------------|
| 1 | Realizar un estudio sobre ambiente térmico en el puesto de trabajo. | 75 |
| 2 | Realizar mantenimiento periódico. | 75 |
| 3 | Brindar charlas al personal sobre motivación y responsabilidad. | 75 |
| 4 | Cumplir con las características de hilatura. | 45 |
| 5 | Colocar aguja en máquina correctamente. | 45 |
| 6 | Capacitar al personal. | 45 |
| 7 | Comprar agujas de variedad de tamaños. | 27 |
| 8 | Realizar un sistema de control para el personal. | 27 |
| 9 | Controlar medidas del calcetín. | 27 |
| 10 | Aumentar la productividad del trabajador. | 27 |
| 11 | Calibrar adecuadamente las máquinas. | 27 |
| 12 | Cambiar piezas en mal estado. | 9 |

Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos, se ha priorizado o jerarquizado los problemas de la siguiente manera:

1. Alta temperatura en el área de trabajo
2. Falta de mantenimiento de maquinaria
3. Falta de motivación y responsabilidad
4. Materia prima no cumple con las características
5. Mal procedimiento de colocación de aguja en máquina
6. Falta de capacitación

Será a estas causas a las cuales se abordarán propuestas de mejora de una manera más detallada en la siguiente fase.

3.3.4. FASE MEJORAR

A continuación se presenta las causas que se dio prioridad para las propuestas de mejora:

CAUSA: ALTA TEMPERATURA EN EL ÁREA DE TRABAJO

Acciones correctivas propuestas:

- Medidas de control de origen: en esta caso, tratándose de una industria textil se debe implementar un sistema de impulsión de aire humidificado, de esta manera, reduce las altas temperaturas en este tipo de lugares de trabajo, además, la pelusa que aparece durante el proceso cae al piso, reduciendo así enfermedades profesionales a largo plazo, y también aumentando la productividad del trabajador ya que disminuye su estado de agotamiento.
- Medidas de reducción del esfuerzo físico: se debe introducir rotaciones, alternando tareas o programando descansos.
- Medidas de protección personal: uso de ropa transpirable y con alto contenido en fibras naturales en su composición, como el algodón y disponer a los trabajadores de agua fresca y soluciones con electrolitos.

CAUSA: FALTA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

Acciones correctivas propuestas:

- Elaborar un plan de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Elaborar de un cronograma junto con el jefe de mantenimiento, para realizar una revisión periódica a las máquinas y entrega de los elementos básicos para dicha limpieza.

- Realizar una revisión sobre el estado actual de las máquinas para verificar piezas que necesitan ser reemplazadas.

CAUSA: FALTA DE MOTIVACIÓN Y RESPONSABILIDAD

Acciones correctivas propuestas:

- Brindar al personal charlas de motivación personal.
- Crear un ambiente libre donde la comunicación fluya entre trabajadores y empleadores.
- Incentivar el buen trabajo realizado.
- Hacer que los empleados se sientan escuchados y valorados.
- Lograr que los pagos se realicen a tiempo mediante la contratación de vendedores para la fábrica, siendo esta una de las mayores debilidades, la cual no favorece a los ingresos de esta.

CAUSA: MATERIA PRIMA NO CUMPLE CON LAS CARACTERÍSTICAS

Acciones correctivas propuestas:

- Realizar un estudio mediante las fichas técnicas del material, realizando muestras que verifiquen que la calidad de la fibra es apta para el tejido en las máquinas.
- Las fibras en bodega que no cumplen con las especificaciones de hilatura, deben ser utilizadas en las áreas de cosido y remallado, ya que en este proceso no muestran ningún problema.

CAUSA: MAL PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN DE AGUJA EN MÁQUINA

Acciones correctivas propuestas:

- El personal debe ser debidamente capacitado sobre la forma de colocación del agujá en la máquina, sin que esta sufra torceduras al momento de introducirla, y su tiempo de utilidad no disminuya.

CAUSA: FALTA DE CAPACITACIÓN

Acciones correctivas propuestas:

- Capacitar al personal sobre temas de calidad, específicamente de los calcetines.
- Capacitar al personal sobre los procedimientos adecuados que se deben realizar para que el proceso no genere problemas.

Estimación de resultados después de la mejora

Luego de estas propuestas de mejora, se propone mediante una estimación del resultado obtenido en cada hora sobre la falla de más ocurrencia por quiebre de agujá, la cantidad de defectuosos se reducen a la mitad teniendo en cuenta que nuestra especificación superior no debe ser mayor a 6.

Tabla 20. Hoja de verificación para atributos en tejido de calcetín - Estimado

| HOJA DE VERIFICACIÓN PARA ATRIBUTOS EN TEJIDO DE MEDIA | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|-------------|----|-------|-----------------------------------|-------------|----|-------|----------|-------------|
| PRODUCTO: Colegial Acrílico Pupiada | | | | | | RESPONSABLE: Fanny Córdova | | | | | |
| FECHA: | | | | | | | | | | | |
| N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS |
| 1 | 8:00 | 75 | 0 | 11 | 8:00 | 75 | 3 | 21 | 8:00 | 78 | 0 |
| 2 | 9:00 | 73 | 1 | 12 | 9:00 | 75 | 3 | 22 | 9:00 | 76 | 2 |
| 3 | 10:00 | 72 | 2 | 13 | 10:00 | 75 | 3 | 23 | 10:00 | 75 | 4 |
| 4 | 11:00 | 74 | 1 | 14 | 11:00 | 78 | 1 | 24 | 11:00 | 77 | 2 |
| 5 | 12:00 | 75 | 1 | 15 | 12:00 | 76 | 0 | 25 | 12:00 | 78 | 2 |
| 6 | 14:00 | 75 | 3 | 16 | 14:00 | 73 | 2 | 26 | 14:00 | 75 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|-------|----|---|----|-------|----|---|----|-------|--------------|-----------------|
| 7 | 15:00 | 78 | 2 | 17 | 15:00 | 78 | 1 | 27 | 15:00 | 75 | 3 |
| 8 | 16:00 | 72 | 1 | 18 | 16:00 | 75 | 2 | 28 | 16:00 | 72 | 2 |
| 9 | 17:00 | 75 | 2 | 19 | 17:00 | 75 | 2 | 29 | 17:00 | 75 | 1 |
| 10 | 18:00 | 71 | 1 | 20 | 18:00 | 78 | 3 | 30 | 18:00 | 75 | 0 |
| | | | | | | | | | | TOTAL | 50 pares |

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5. FASE CONTROLAR

EL proceso se lo va a controlar mediante un continuo seguimiento de la cantidad de fallas en una hora, y verificando también que se esté realizando un adecuado mantenimiento a las máquinas. Además se debe dar a conocer a los trabajadores los planes de mejora propuestos y como estos se van a ir evaluando continuamente, de esta manera, se trabajará por un solo objetivo.

Para esta fase, se toman en cuenta las gráficas de control en las que se demuestra que la capacidad del proceso ha aumentado, en donde se cumplen las especificaciones, los resultados no son tan satisfactorios, pero como se mencionó anteriormente estos resultados se obtienen mediante estimaciones.

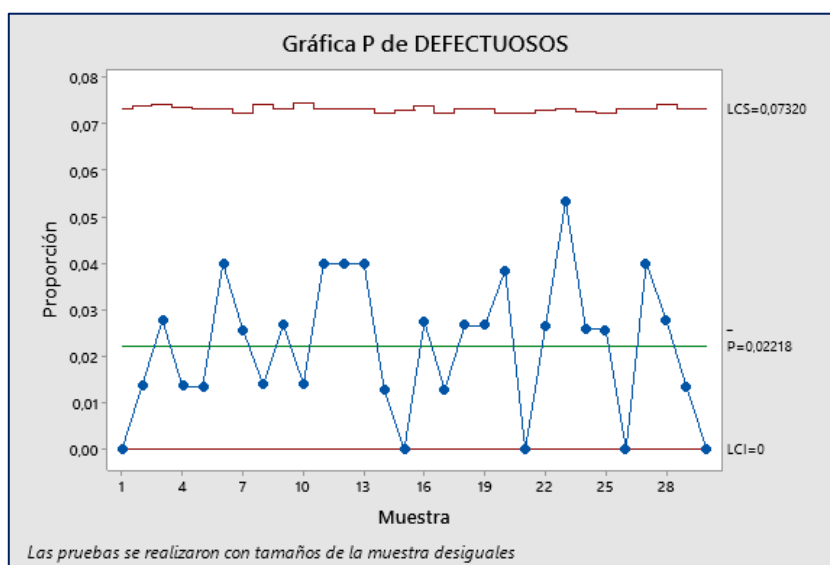


Figura 21. Gráfica p defectuosos – Estimado

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

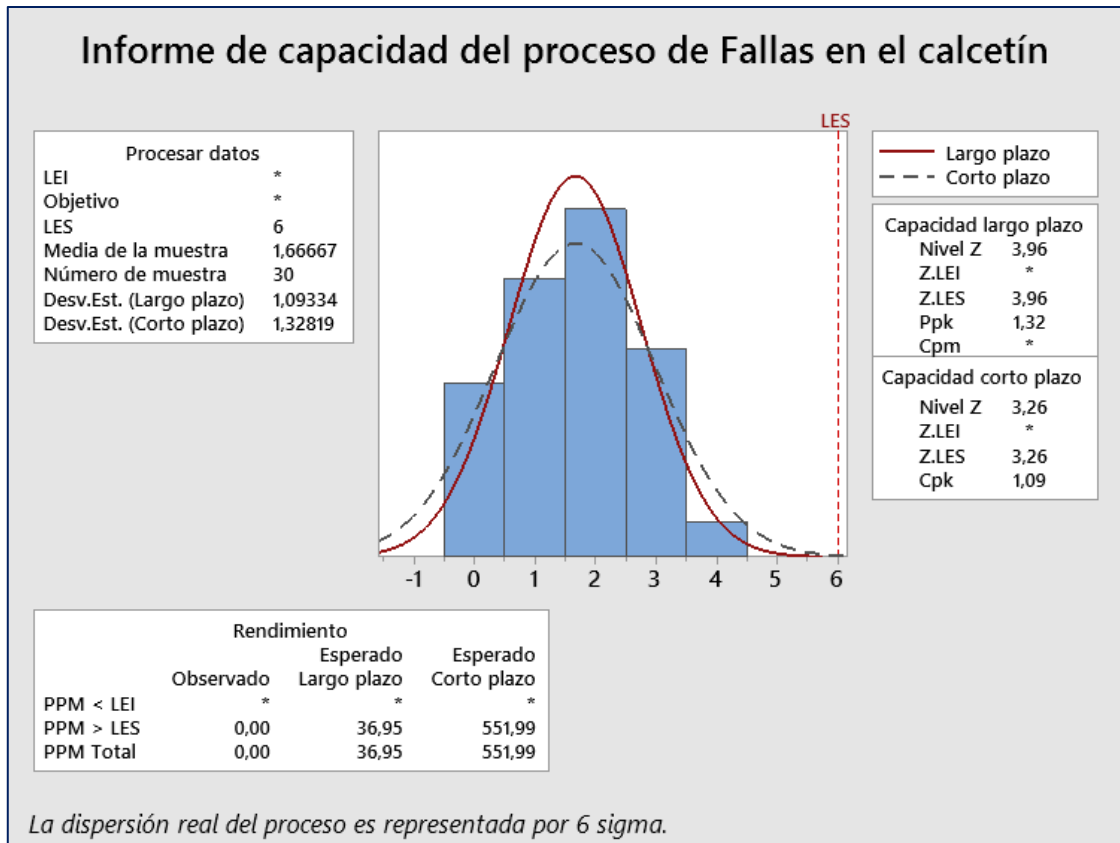


Figura 22. Informe de capacidad del proceso de fallas en el calcetín – Estimado

Fuente: MINITAB – Elaboración Propia

Con el resultado de los datos estimados, hacemos una comparación antes de la posible implementación y la actual.

| | | Antes | Después |
|-----------------|---|-------|---------|
| C_{ps} | Índice de Capacidad para la especificación Superior | 0.11 | 1.09 |
| C_{pk} | Índice de Capacidad Real (C_{ps}) | 0.11 | 1.09 |
| Índice Z | Valor del índice a corto plazo | 0.33 | 3.26 |

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

Fábrica de Medias Gardenia no cuenta con un sistema de control de calidad, después del análisis de los resultados se propone un diseño de control estadístico de la calidad adecuado a su realidad y tipo de producto. Se describirán los puntos críticos en el proceso de tejido y, se diseñará la papelería necesaria que servirá como ayuda para el control de calidad desde el momento en que ingresa la materia prima, hasta el terminado del tejido.

4.1. PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

4.1.1. PLANIFICACIÓN GENERAL

Es la planificación que se realiza en toda la empresa para elaborar un trabajo de calidad, referente a las obligaciones, deberes y disciplina al realizar dicho trabajo por parte del área operativa y administrativa de la misma.

4.1.2. PLANIFICACIÓN ESPECÍFICA

Es la planificación que se realiza desde el momento en que se emite la orden de producción, es decir, todos los insumos necesarios para un determinado pedido (diseño, color, talla, material, etc.). Es importante también que cada diseño tenga una ficha técnica aprobada por la alta dirección para visualizar detalles del desarrollo del producto (Ver Anexo 3).

4.2. ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS EN CONTROL DE CALIDAD

4.2.1. ACCIONES PREVENTIVAS

El aseguramiento de la calidad implica las coordinaciones necesarias, para acciones preventivas como:

- Mantenimiento preventivo programado para las máquinas.
- Cumplimiento de los requerimientos del cliente, diseño, tipo de fibra, talla y color.

Beneficios:

- Reducción de paradas de la maquinaria.
- Aumento de la vida útil de la maquinaria.
- Disminución de accidentes en el trabajo.
- Baja probabilidad de reparaciones por daños mayores.
- Uniformidad en la capacidad de producción de las máquinas.

4.2.2. ACCIONES CORRECTIVAS

Estas acciones son aquellas que corrigen defectos, que permitirán disminuir el número de producción en “medias de segunda”.

- Inmediato enhebrado del hilo en máquina una vez roto.
- Información rápida del problema por parte del virador al enhebrador para corrección de falla existente.
- Una vez rota el aguja, parar la máquina para realizar un cambio rápido.
- Información rápida del enhebrador al técnico para corrección de daños mecánicos o electrónicos.

Beneficios:

- Disminución de “medias de segunda” en bodega.
- Ahorro de tiempos que implican reprocesos.
- Eliminación de la sobreproducción.
- Disminución de exceso de inventarios.

- Disminución de costos de producción.

4.3. POLÍTICA DE CALIDAD

Fábrica de Medias Gardenia, ofrece productos de calidad, con la mejor materia prima y procesos para el desarrollo del mismo; se compromete con el cumplimiento de la normatividad vigente, la satisfacción de las necesidades y requisitos de nuestros clientes, mediante la capacitación continua del recurso humano y la actualización de las herramientas tecnológicas.

La gerencia se compromete con la provisión de recursos para asegurar la mejora continua de sus procesos y del desempeño del Sistema de Control de Calidad.

4.4. GESTIÓN DE CALIDAD

Para que la calidad de los calcetines mejoren se debe poner en práctica la política de calidad, en donde se especifica claramente que los productos están hechos con la mejor materia prima, una capacitación del personal constante y como resultado de todo la satisfacción del cliente. De esta manera se podrá cumplir con los objetivos de calidad de la Fábrica, teniendo como principales responsables a la administración.

4.5. AUDITORÍA DE CALIDAD

Para un control de calidad eficiente, se realizará auditorías de calidad verificando que se cumplan con los requisitos y normas de calidad. La auditoría se realizará mediante muestreo en las operaciones con mayor problema.

4.5.1. AUDITORÍA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Objetivo: Describir la forma de planificar y llevar a cabo las auditorías internas de calidad en la Fábrica de Medias Gardenia.

Alcance: El procedimiento es aplicable para las auditorías que se realicen en la planta en las distintas áreas.

Documentación: Reportes de auditoría por persona responsable, jefe de planta o administrador.

Procedimiento: Para realizar la auditoria en la línea de producción (tejido) se llevará a cabo de la siguiente manera:

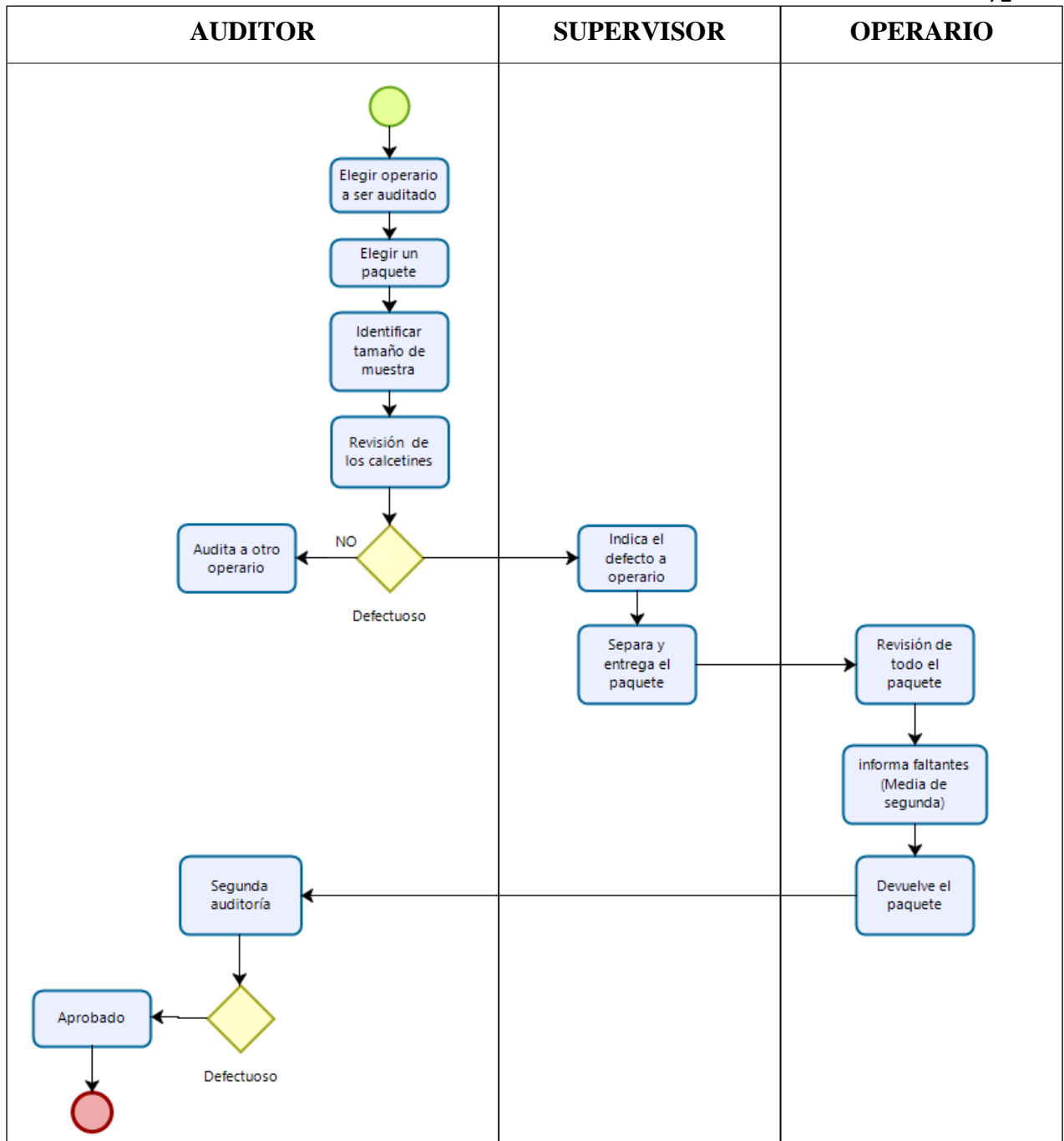


Figura 23. Procedimiento de auditoría en la línea de producción – Tejido

Fuente: Vizagi Modeler – Elaboración Propia

4.6. SUPERVISIÓN DE CALIDAD

Se debe aplicar el seguimiento y verificación permanente del estado de los procedimientos, condiciones, métodos y tejido. Con la ayuda de estos registros se asegurará que se esté cumpliendo con los requisitos de calidad para la elaboración de este producto.

4.7. INSPECCIÓN

Los auditores, el jefe de producción y todos los trabajadores, realizarán las inspecciones de manera permanente y responsable, siendo esta la forma de evaluar y verificar el buen estado del tejido del calcetín. Esta inspección se realizará de acuerdo a las especificaciones de la Ficha Técnica de diseño y desarrollo.

4.8. NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE

Después de inspeccionar el paquete total de calcetines, si en los resultados se muestra que el total de defectos es menor a las especificaciones, en este caso, especificación superior (6), el lote completo se acepta, caso contrario, el paquete se devuelve, para informar faltantes y posteriormente completarlo.

4.9. CULTURA DE CALIDAD

Una de las partes más importantes es mejorar la cultura de calidad en los trabajadores, educarlos sobre la importancia de la calidad en el producto que ofrece la Fábrica, brindándoles charlas sobre los conceptos básicos de calidad y su valor; aplicándola en todos los aspectos, para ello es necesario que los trabajadores tomen actitudes positivas al cambio.

Para alcanzar este cambio, se debe mejorar las relaciones personales, mediante reuniones en donde los trabajadores puedan desarrollar tareas en equipo, para que entiendan e implanten la política de calidad en todo lo que hagan.

4.10. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS A UTILIZAR

Un sistema de control de calidad total requiere conocer métodos que permitan orientar y ordenar las ideas y la información que se tiene de un problema, además que faciliten la obtención de información importante sobre estos problemas y ayuden a visualizar las

necesidades de mejora y permitan tomar decisiones adecuadas, en sí, se hace necesario contar con herramientas para manejar el proceso de planeación, análisis y toma de decisiones.

- Hoja de verificación (Ver Anexo 4)
- Diagrama de Pareto
- Muestreo de aceptación (Ver Anexo 5 y Anexo 13)
- Gráficos o cartas de control

Al nombrar estas herramientas, no se trata de que se tengan que utilizar todas para tener un control de calidad, sino que se utilizan las que más se adecuan a las necesidades que se tienen según el tipo de actividad que se realice.

4.11. ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

Se tiene una planta de producción que trabaja contra pedido y contra stock, durante todo el año, pero tiene ciertos puntos críticos que es necesario controlarlos:

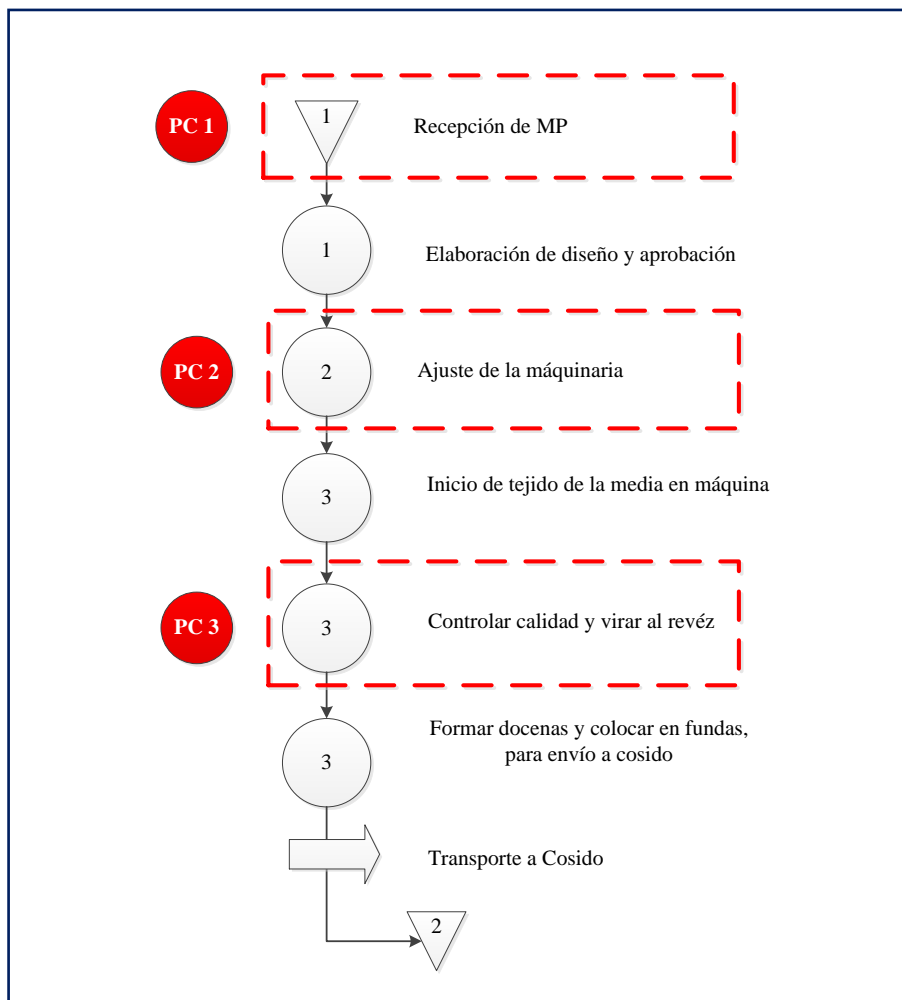


Figura 24. Puntos críticos en el proceso de tejido
Fuente: Microsoft Visio – Elaboración Propia

Se observa tres puntos críticos en el proceso, en control de materia prima, ajuste de la máquina y control de calidad, los cuales también fueron detectados en el estudio realizado anteriormente con ayuda del Diagrama Ishikawa, y en el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Para la eficiencia del proceso, estos puntos críticos deben ser prevenidos y posteriormente eliminados mediante un plan de control.

Recepción de materia prima

Es el punto en el que se inicia el proceso de producción, en donde se reciben todos los materiales (acrílico, algodón, poliéster, nylon, licra y elástico), que son necesarios para la producción del producto.

Deberá contar con un control que permita asegurar que toda la materia prima recibida cumpla con las especificaciones establecidas, para la obtención de un producto de calidad al final del proceso productivo.

Ajuste de la máquina

Se ajusta la máquina, tanto en colocación de agujas sea esta pequeña, mediana o grande, la necesaria para el tipo de máquina; enhebrado de hilo dependiendo del diseño, colores y tipo de calcetín, limpieza de los guía hilo y calibrado de la misma para su buen funcionamiento, de esta manera obtener un tejido de calidad (sin fallas) que cumpla con los estándares del cliente.

Control de calidad y virado

Es esta parte es en donde se verifica que los calcetines sean de buena calidad, es decir, que no tengan fallas. Al terminar el tejido de la máquina que dura alrededor de unos 4 minutos aproximadamente, se realiza un análisis visual del calcetín para verificar que este no tenga fallas (defectos importantes); se vira al revés para posteriormente en grupos de docenas enviarlas al área de cosido o remallado.

Este punto crítico es muy importante, ya que, sí el virador no se percata del error existente, y no informa al enhebrador, dejando que la máquina trabaje con supuesta normalidad, aparecen muchas docenas de media de segunda, retrasando también el proceso, ya que estas fueron enviadas como medias de primera a las demás áreas; por esta causa, en vista de que no se completan las docenas requeridas al final; se informa nuevamente al área de tejido para que complete con lo solicitado, o también, en ocasiones, en el desarrollo del proceso siguiente la falla no ha sido detectada, hasta finalmente ser enviada al cliente.

Así, se realizan reprocesos que son costos para la fábrica, y aumento de la cantidad de medias de segunda en bodega, que como se analizó anteriormente, representan grandes pérdidas para la misma.

4.11.1. PUNTO CRÍTICO 1: CONTROL DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA

El control de materia prima es un punto importante antes de iniciar con la producción, debido al incumplimiento de las especificaciones de calidad del hilo, apareciendo problemas posteriores en la máquina con problemas de tejido, ya que este puede ser de muy mala calidad y empeore su trabajo.

4.11.1.1. Características del hilo

El hilo es aquella hebra que se caracteriza por su longitud y su finura; y a su vez se clasifica de acuerdo a la cantidad de torsiones, y de acuerdo al cabo que tengan, los cuales pueden estar formados por 1, 2 o 3 cabos. Cuando está formado por dos cabos o más, significa que el hilo, en realidad está formado por dos hilos entrelazados y retorcidos entre sí. El hilo de un solo cabo, es muy fino, por lo tanto poco duradero y de baja calidad.

Para un buen control de materia prima se necesita que ciertas características cumplan con los requerimientos necesarios para un tejido de calidad:

- Título
- Resistencia
- Humedad
- Torsión
- Tejido
- Apariencia
- Fricción

Cuando se compra el hilo existen algunos factores que se deben tomar en cuenta:

- Uniformidad del hilo
- Cantidad y tipo de torsión
- Resistencia
- Parafinado adecuado
- Cantidad de fibra muerta
- Característica de embalaje adecuado

4.11.1.2. Análisis físico

Título del hilo

Un título muy bajo o un hilo muy grueso pueden ocasionar daños en las agujas, mientras que uno muy fino puede ocasionar roturas del hilo o excesivo encogimiento. Para cada título de hilo existe una gran gama general de uniformidad aceptable. Cuando la irregularidad del hilo es mayor que lo normal, habrá mayores dificultades por la producción, pelusa, rotura de hilos, huecos, nudos y tejidos irregulares.

Con ayuda de las fichas técnicas del proveedor se puede conocer el título del hilo adecuado para el tejido del calcetín, en caso de no tenerlo, se necesita calcularlo, solo basta con tomar una muestra de cualquier longitud y medirla, para calcular su peso con una balanza que pueda medir de dicha muestra.

$$\text{Sistemas directos} = \frac{\text{Peso de la muestra}}{\text{Longitud de la muestra}}$$

$$\text{Sistemas indirectos} = \frac{\text{longitu de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Tabla 21. Título requerido del poliéster

| HILO | TÍTULO REQUERIDO |
|--------------------------|-------------------------|
| Poliéster stretch | 1/29 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

1/29 indica un solo hilo del título 29 en el sistema lanero.

Cantidad y tipo de torsión

Una torsión muy baja puede ocasionar huecos, roturas de hilos, líneas de agujas, generación de mayor cantidad de pelusa, tejido irregular, resistencia deficiente y formación de Pilling (nudos o bolitas). Una torsión excesiva puede conducir igualmente a un costo excesivo del hilo,

toque más áspero, columnas inclinadas (espiralidad del tejido), mallas deformadas, torque del hilo. Por ello es necesario establecer el factor de torsión más adecuado para el tipo de tejido a producir y evitar variaciones excesivas, las cuales perjudican al tejido en las características mencionadas.

Parafinado adecuado

La mayor parte de los hilos son lubricados con parafina, pero por regla general, éstos contienen mucha o poca cantidad, produciendo con esto que las tensiones sobre el hilo se vuelvan más altas. Con mucha frecuencia, diferentes fabricantes utilizan diferentes cantidades de parafina, lo cual no es fácilmente removible del tejido en el descrudado, produciendo un teñido irregular. Las tensiones altas y la irregularidad ocasionada por la cantidad o tipo de parafina empleada, puede conducir a roturas del hilo, impidiendo un normal desenvolvimiento de ésta en la máquina. El exceso o defecto no permitirán que el hilo trabaje normalmente, produciendo borrarilla acumulada y paros constantes de la máquina.

Cantidad de fibra muerta

Con los niveles de calidad exigidos actualmente, es necesario conocer la cantidad de fibra muerta que se producirá en el tejido, por ello es aconsejable tejer y teñir una muestra de hilo con colorantes reactivos, que resaltan la fibra muerta al no reaccionar químicamente con éstos, y evaluar la cantidad presentada para determinar si es aceptable o no. Un estándar sugerido es de cantidad/100 cm², el valor variará de acuerdo al tipo de producto final a producir.

4.11.1.3. *Análisis mediante prueba sencillas*

Combustión de las fibras

Cuando la fibra de poliéster se pone en contacto con una llama, el extremo de la fibra se contrae y funde formándose una gotita o bola que inflama con dificultad. En el caso de que lo haga, la bola arde con una llama fuliginosa, desprendiendo un olor aromático. No obstante, en la mayor parte de los casos, las bolitas, las cuales pueden arder, se separan del hilo o tejido, de modo que éstos no mantienen la combustión.

4.11.1.4. *Lista parcial de métodos de pruebas para hilos*

- **Título:** Obtención por el método de la madeja (ASTM-D-1907)
- **Resistencia:**
 - a. Carga de rotura de hilo por el método de la madeja (ASTM-D-1578)
 - b. Carga de rotura de hilo por el método del hilo solo (ASTM-D-2256)
- **Apariencia:** Clasificación de hilos de algodón por apariencia (ASTM-D-2255)
- **Regain de Humedad:** Contenido de humedad de tejidos (ASTM-D-2654)
- **Torsión:** Hilos simples por el método de torsión-distorsión (ASTM-D-1422)

4.11.1.5. *Recomendaciones*

Almacenaje y transporte de hilos

- Las cajas o embalajes de hilos transportados en carros, deben ser almacenados en áreas próximas a las máquinas.
- Tener zonas de almacenaje adecuado y en condiciones óptimas (ventilado, sin luz solar directa a los materiales, ordenado y clasificado).
- Todas las fundas y cajas de hilo deben tener una descripción clara del título, peso, color y tipo de hilo, a través de una etiqueta de identificación removible.

- Los embalajes de hilos, cerca de zonas de producción deben estar siempre cubiertas con láminas de papel o de plástico.
- Las cajas de almacenamiento deben estar correctamente identificadas.
- Durante el almacenamiento no deben pasar los 2 metros de altura.
- Los conos de hilo deben estar todos etiquetados.
- Los hilos deben ser utilizados del almacén en base de “primero que llega, primero que sale”.
- Una lista con cosas que no deben ser hechas, debe ser fijada en lugar visible.
- Los hilos más frecuentemente usados deben estar en lugares más cerca de almacenamiento.
- Tener un mejor control en el grado de parafina para el correcto tejido y conservación de las máquinas.
- Para una orden de producción si no se consigue hilado de un mismo lote, consultar el cliente se completa con otro lote de color parecido. Si la respuesta es afirmativa comunicar por escrito al jefe de producción, para que en el tejido tome precauciones.

4.11.1.6. Control estadístico de procesos en el control de calidad de materia prima

4.11.1.6.1. Muestreo de aceptación para la bodega de materia prima

Se utiliza un plan de muestreo de atributos anteriormente analizados, que permita tomar una muestra aleatoria de un lote, y cada unidad de clasifica como aceptable o defectuosa, aquella aceptable es la que cumple con las especificaciones del producto que se evalúa.

Para llevar el control de muestreo por atributos se utilizará una tabla e muestreo MIL-STD-105E, para la cual se definen los siguientes parámetros:

- **Nivel aceptable de calidad (NCA):** Es el máximo porcentaje defectuoso (o el número de defectos por cien unidades que se considera satisfactorio como media del proceso). Este NCA dependerá de la materia prima que se reciba. En este caso se debe usar un porcentaje de 1%.
- **Tamaño de lote:** Cantidad de unidades o bultos que forman el lote a evaluar.
- **Criterio de aceptación (Ac):** Es el número máximo de defectuoso aceptado en la muestra.
- **Tipo de muestreo simple:** La aceptación o rechazo de un lote está determinado por una muestra única tomada de un lote. Si el número de defectuosos es menor o igual que el criterio de aceptación, se acepta.
- **Tipos de inspección:** Toda inspección debe iniciarse con tipo de inspección normal.

Pasos para la utilización de la ML-STD-105E

Para obtener los planes de muestreo aplicando el MIL STD 105E se procede de acuerdo con los siguientes pasos:

- Determinar el tamaño de lote.
- Especificar el NCA (o AQL).
- Escoger el nivel de inspección (usualmente el nivel II, que puede ser cambiado si la situación lo justifica).
- Dada la información en el Anexo 12 se encuentra la letra código correspondiente para el tamaño de muestra.
- Determinar el tipo de plan de muestreo a ser usado (simple, doble o múltiple).
- De acuerdo con la letra código y el NCA, en el Anexo 9 se especifican los planes simples para inspección normal.

4.11.1.6.2. Gráficos de control

El software a usar será el MINITAB 19, el precio para un usuario es de \$ 1 200 para un Windows de 64 bits, pero si no se quiere incurrir a gastos de este tipo, se puede desarrollar estos gráficos en Excel.

Gráfico P: Su propósito fundamental es la detección oportuna de causas especiales que puedan incrementar la proporción de productos defectuosos de un proceso. La idea de la carta p es la siguiente:

- De cada lote, embarque, pedido o de cada cierta parte de la producción, se toma una muestra o subgrupo de n_i artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.
- Las n_i piezas de cada subgrupo son inspeccionadas y cada una es catalogada como defectuosa o no. Pueden incluirse varias características o atributos de calidad por los que una pieza es evaluada como defectuosa. Una vez determinados los atributos bajo análisis, es preciso aplicar criterios y/o análisis bien definidos y estandarizados.
- Si de las n_i piezas del subgrupo i encuentra que d_i son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se grafica y se analiza la variación de la proporción p_i de unidades defectuosas por subgrupo:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Construya un gráfico de control para el control del proceso, suponiendo que se ha tomado medidas para tratar las causas del cambio de la calidad y que el proceso está bajo control. Determine ahora si el producto satisface las normas correspondientes. Sobre las bases de estas conclusiones estandarice los métodos de trabajo, o modifíquelos si es necesario.

Prolongue las líneas de control del gráfico a partir de la situación de estabilidad y siga consignando los datos diarios.

Controle el proceso de producción, si se mantienen los métodos de trabajo estandarizados, el gráfico debe reflejar la situación bajo control. Si aparece alguna anomalía en el gráfico investiga la causa de inmediato y adopte las medidas apropiadas.

Vuelva a calcular las líneas de control. Esto es necesario cuando cambian el equipo o métodos de trabajo. Si el proceso de producción es objeto de un control sin tropiezo, el nivel de calidad que se muestra en el gráfico debe seguir aumentando.

En este caso se efectúan revisiones periódicas de las líneas de control: Al volver a calcular las líneas de control, es preciso respetar las siguientes reglas:

- Los datos que corresponden a puntos que denotan anomalías y cuya causa se ha encontrado y corregido no debe incluirse en el nuevo cálculo.
- Se deben incluir los datos sobre los puntos anormales cuya causa no se ha podido hallar o respecto a las cuales no se han adoptado medidas.

Cuando todos los puntos en el gráfico están dentro de los límites, esos mismos límites se llevan al día siguiente como referencia. Si hay puntos fuera, se eliminan y se toman acciones tales como revisar maquinaria, poner más cuidado en el método de trabajo, revisar los instrumentos de medición, otras posibles causas. Luego se recalculan los límites y se llevan al día siguiente.

No se tiene justificación para eliminar datos de un proceso, a menos que se hayan realizado acciones y se haya verificado que las causas determinantes de los puntos de control han sido eliminadas.

4.11.1.7. Responsables

Administración: mantener actualizado tanto el registro de las fichas de evaluación de cada proveedor (Ver Anexo 6), como la lista de proveedores seleccionados.

Jefe de producción: quien se encargará de verificar el cumplimiento de las especificaciones de calidad de la materia prima, y llevará el control de calidad del proceso.

Bodeguero: recibir el pedido revisando cada material con el registro respectivo.

4.11.1.8. Diagrama de Flujo

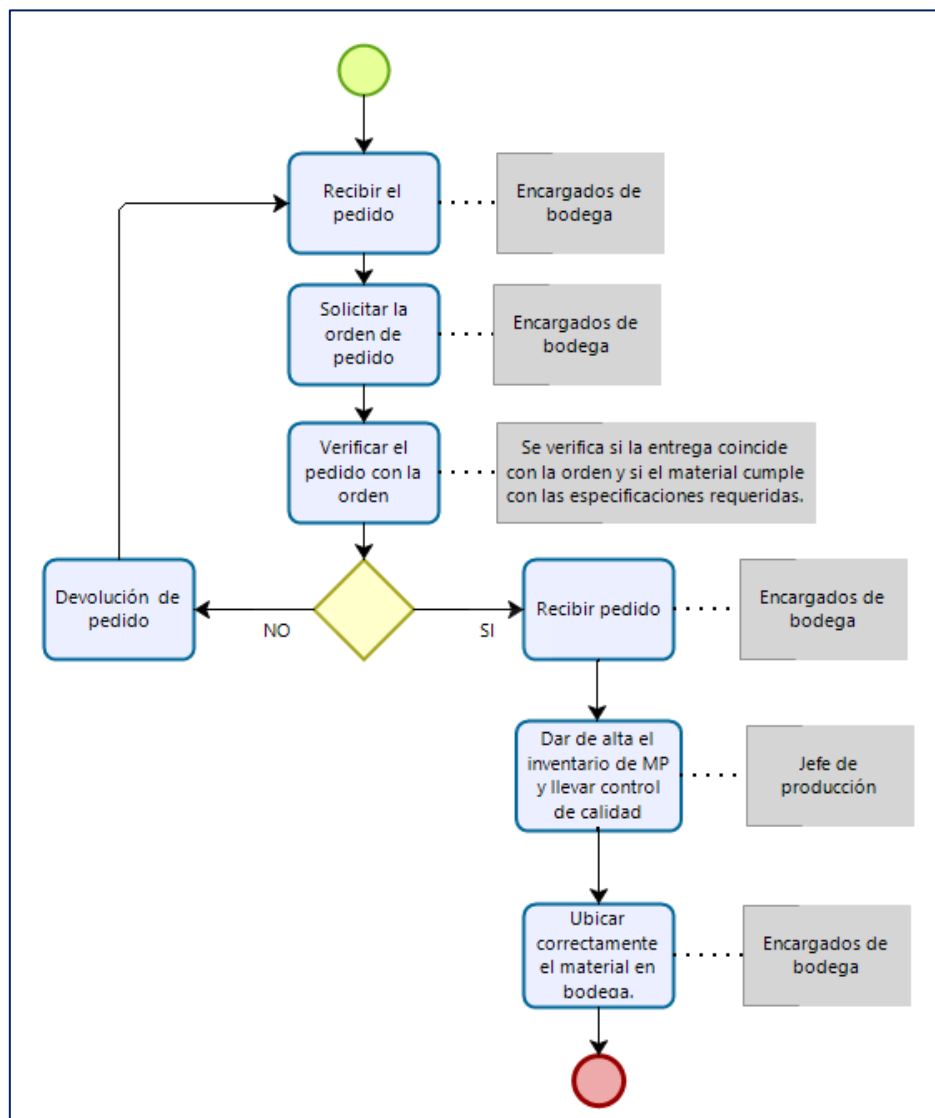


Figura 25. Diagrama de Flujo - Control de calidad de materia prima

Fuente: Vizagi Modeler – Elaboración Propia

4.11.2. PUNTO CRÍTICO 2: AJUSTE DE MÁQUINAS

En esta parte de ajuste de maquinaria, se propone realizar un plan de mantenimiento a las máquinas y de esta manera poder lograr una capacidad de producción uniforme y prevenir problemas mecánicos o electrónicos, evitando así la aparición de fallas en el tejido.

4.11.2.1. *Plan de mantenimiento preventivo para máquinas Lonati*

Objetivo: Aplicar mantenimiento preventivo a máquinas Lonati, para asegurar su buena operación aplicando las normas de calidad y seguridad.

Es muy importante que antes de operar la máquina se lea minuciosamente el manual de operación (Goal Lyra – Lonati Catalogo Pezzi Di Ricambio, 454K Seriale) , ya que si se opera según los manuales, la máquina no presentará problemas de ningún tipo. El plan de mantenimiento va relacionado directamente con la buena operación de la misma, ya que el operador deberá entender y conocer cada una de las piezas que la conforman y las precauciones de seguridad antes de usarla. Para tomar medidas de precaución se entrega a los operarios los siguientes equipos de seguridad:

- Mandil
- Mascarilla N95
- Gafas
- Tapones para oídos

Existen dos tipos de mantenimiento, que se debe aplicar a las máquinas durante toda su vida útil, los que se detallan a continuación:

Mantenimiento Preventivo: El sistema de mantenimiento preventivo es el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativas mediante las cuales se lleva a cabo la reparación y el mantenimiento de los equipos, estas se elaboran previamente según un plan que asegura el

trabajo constante de los equipos y con esto se evitan o se reducen las paralizaciones por roturas.

El mantenimiento preventivo incluye:

- Lubricar todas las piezas de la máquina.
- Verificar el suministro de aceite, aire y vapor (en máquinas industriales).
- Inspeccionar todas las máquinas, para saber dónde limpiar cuando sea necesario, con la ayuda de un compresor, cepillo o pinzas.
- Mantener en orden y verificar las herramientas de trabajo.
- Descartar destornilladores, agujas o herramientas estropeadas, que deben reponerse periódicamente.

Manteniendo Correctivo: Esta mantención se basa en tomar acciones correctivas en un equipo una vez que esté haya fallado.

Estas Mantenciones pueden ser.

- Detención Total.
- Detención Parcial.
- Detención Mínima.

Sistema de mantenimiento

Existen diferentes sistemas de mantenimiento, los que se caracterizan en la Tabla 22:

Tabla 22. Sistemas de mantenimiento

| Cuando se emplean correctamente estos sistemas, sus costos según estadísticas internacionales recientes, se comportan de la siguiente forma: Sistemas de mantenimiento | Técnica utilizada | Costo por HP instalado (USD) |
|--|---|------------------------------|
| Correctivo | Reparación después de ocurrir la avería | 16.00 |
| Preventivo | Cambio periódico de piezas. | 12.00 |
| Predictivo | Análisis de vibraciones, análisis de temperatura, ultrasonido, etc. | 8.0 |

Fuente: Estadísticas internacionales

Descripción de la maquinaria

Las máquinas que se detallan a continuación son italianas de marca Lonati, las cuales de acuerdo al número de aguja, pueden producir distintos diseños de calcetines de distintas tallas.

Tabla 23. Descripción de la maquinaria

| SECCIÓN | ENCARGADO | CANTIDAD | Nº AGUJAS | PULGADAS |
|---------|--------------------------------------|----------|-----------|----------|
| UNO | Pedro Mozo | 20 | 108 | 4 |
| | (Técnico Mecánico) | 7 | 96 | 4 |
| | | 7 | 96 | 3 ¾ |
| | | 20 | 108 | 3 ¾ |
| DOS | Sixto Pérez (Técnico Mecánico) | 12 | 84 | 3 ¾ |
| | | 5 | 96 | 3 ¾ |
| | | 3 | 120 | 4 |
| | | 2 | 132 | 3 ¾ |
| | | 4 | 144 | 4 |
| | | 4 | 168 | 4 |
| | | 6 | 168 | 3 ¾ |
| | | 2 | 200 | 3 ¾ |
| | | 9 | 156 | 3 ½ |
| | | 4 | 144 | 3 ¾ |
| | | 2 | 108 | 4 |
| | | 3 | 108 | 3 ¾ |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Existen áreas críticas en la realización del mantenimiento, y para este mecanismo se contemplaron las siguientes:

- Inspección
- Limpieza
- Ajustes
- Lubricación

Inspección: se recomienda una inspección diaria de toda la maquinaria para encontrar piezas dañadas, fallas leves o imperfecciones en la misma. La máquina debe ser monitoreada durante su operación para identificar anomalías durante el proceso y estas sean corregidas. Durante la operación, si se observa que aparecen fallas en los calcetines, es señal de que se requiere hacer ajustes o reparaciones o en caso extremo recurrir a un chequeo general y detallado de la máquina. Durante la inspección sí se encuentran piezas rotas, estas deben ser reemplazadas antes de que el daño se agrave y afecte a otros sistemas, provocando un paro permanente.

Limpieza: se tiene que mantener todos los componentes de la máquina completamente limpios y libres de polvo, pelusas y grasas, ya que estos pueden hacer que la calibración de la máquina se desajuste, y provoque daños a las demás partes, disminuyendo su productividad y la calidad del tejido. Es importante la limpieza total de las máquinas por lo menos cada semana, para que se pueda trabajar en buenas condiciones.

Ajustes: es indispensable la revisión de la correcta posición y de las piezas de las máquinas, que estas no estén flojas, revisión de agujas, que estas no estén dobladas ni quebradas, colocación del cilindro, que este se encuentre perfectamente asegurado para no provocar accidentes y enhebrado correcto del hilo.

Lubricación: una de las partes más importantes del mantenimiento es la lubricación, que se realizan en los puntos que se encuentran en constante fricción, es necesario revisar que no exista goteo para evitar posibles accidentes.

Recomendaciones para el mantenimiento

Lleve consigo siempre un kit básico de herramientas para su mantenimiento, como pinzas, destornilladores, brocha o pincel.

Ficha para realizar un plan general de mantenimiento de las máquinas

Para el mantenimiento se programa un mantenimiento para las máquinas, donde se realizaran las acciones necesarias para su buen funcionamiento, debe programarse revisiones de las máquinas, apoyándose en el conocimiento en base a la experiencia del uso de la misma.

Tabla 24. Plan general de mantenimiento

| SECCIÓN | EQUIPO | ACTIVIDAD | FRECUENCIA | RESPONSABLE |
|---------|--------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| UNO | Lonati | Limpieza | Semanal | Técnico Mecánico |
| | | Lubricación | Quincenal | |
| | | Mantenimiento general | Trimestral | |
| | | Cambio de piezas | Cuando sea necesario | |
| | | Mantenimiento correctivo | Cuando sea necesario | |
| DOS | Lonati | Limpieza | Semanal | Técnico Mecánico |
| | | Lubricación | Quincenal | |
| | | Mantenimiento general | Trimestral | |
| | | Cambio de piezas | Cuando sea necesario | |
| | | Mantenimiento correctivo | Cuando sea necesario | |

Fuente: Elaboración Propia

Para el control de los mantenimientos diarios de la máquina se recomienda una ficha como la siguiente, la cual debe llenarse por cada máquina e ingresarse al expediente.

Ésta ficha debe llenarse cada vez que se realiza alguna actividad a la máquina tal como: engrase, limpieza, cambio de piezas, etc. (Ver Anexo 7).

Es necesario que exista un historial sobre los mantenimientos que se realicen a la máquina, de esta manera se conocerá cual ha tenido mayor problema en un determinado periodo de tiempo y se podrá solucionar si esta tienen algún daño más grave.

Cuando el mecánico realice el mantenimiento correctivo, debe entregar formalmente el trabajo efectuado, para poder cerciorarse de que se realizó un buen trabajo y saber que la máquina está funcionando normalmente. Para ello se propone la ficha de orden de mantenimiento (Ver Anexo 8).

4.11.2.2. Control estadístico de procesos en el mantenimiento

Se detallan siete herramientas de calidad que facilitan llevar un control de procesos en el mantenimiento:

1. Lista de verificación
2. Histograma
3. Diagrama de causa y efecto
4. Gráfica de control
5. Diagrama de dispersión
6. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

Lista de verificación

Es un conjunto de instrucciones sencillas, empleadas en la recopilación de datos, y estos sean analizados posteriormente. Existe variedad de formas de listas de verificación, algunas de ellas sirven para realizar tareas de inspección de mantenimiento, una lista de verificación puede utilizarse en mantenimiento para lo siguiente:

- Recopilación de datos para desarrollar histogramas
- Realizar tareas de mantenimiento
- Prepararse antes de los trabajos de mantenimiento y para la limpieza posterior
- Planeación de los trabajos de mantenimiento
- Verificación de las causas de artículos defectuosos

- Diagnóstico de defectos de las máquinas
- Recopilación de datos para muestreo

Histograma

Representa mediante una gráfica la frecuencia de ocurrencia en un conjunto de datos. Ayuda a visualizar la distribución de los datos, su forma y su dispersión. Se puede utilizar en lo siguiente:

- La carga de mantenimiento
- La confiabilidad de las partes y piezas
- Distribución de los trabajos pendientes
- Distribución de los tiempos de reparación
- Cambio en la distribución del tiempo muerto
- Distribución de recursos

En la gestión del mantenimiento las decisiones relacionadas con la ejecución del mantenimiento preventivo en un equipo que está sujeto a fallas, requiere información sobre cuando el equipo alcanzará un estado de falla y esto es un problema probabilístico. Si se piensa en un número de piezas similares de un equipo que están sujetas a fallas, no se puede esperar que todas ellas fallen a la misma cantidad de horas de funcionamiento, anotando el tiempo hasta la falla de cada ítem del equipo es posible construir un histograma en el cual el área asociada con algún período de tiempo muestra la frecuencia relativa de falla ocurrida en ese intervalo.

Tabla 25. Fallas para ejemplo de histograma

| MES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| FALLA | 2 | 5 | 7 | 6 | 7 | 5 | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 2 | 56 |

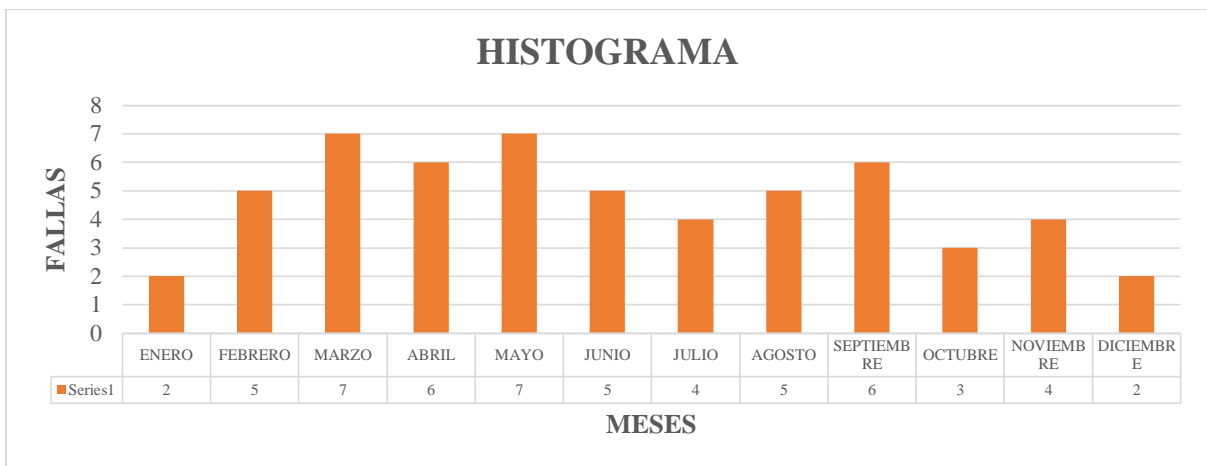


Figura 26. Histograma

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama Causa – Efecto

Facilita el análisis de la causa raíz, puede ser usado para identificar las causas de:

- Excesivas detenciones
- Fallas recurrentes
- Exceso de errores en el trabajo

Diagrama de Pareto

Permite definir prioridades para que el curso de las acciones sea más efectiva. La gráfica indica cual factor primero se debe mejorar a fin de eliminar defectos y lograr la mayor mejora posible. Este diagrama puede ser usado en:

- Factores que limitan la productividad
- Fallas inducidas por los operarios
- Repuestos que causan los mayores atrasos
- Repuestos más costosos
- Fallas que causan la mayoría de paradas

Cartas de control

La carta de control de usa para monitorear la calidad de los siguientes aspectos:

- Trabajos pendientes
- Tiempo muerto
- Disponibilidad
- Numero de descomposturas

Diagrama de dispersión

El diagrama de dispersión es una representación gráfica de la correlación entre dos variables. Se utiliza generalmente para estudiar la relación entre causa y efecto, por lo que es un complemento para el Diagrama de causa y efecto, puede aplicarse para realizar los siguientes análisis:

- Correlación entre mantenimiento preventivo y la tasa de calidad
- Correlación entre el nivel de capacitación y los trabajos pendientes
- Correlación entre el nivel de vibración y la tasa de calidad
- Correlación entre el mantenimiento preventivo y el tiempo muerto
- Tendencia del tiempo muerto
- Tendencia de los trabajos pendientes

Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

El análisis del modo de falla y efectos (AMEF) (Ver Anexo 9), es una técnica empleada para cuantificar y clasificar las fallas críticas en el diseño del producto o el proceso. Comprende la identificación de todas las características funcionales y secundarias. Así, para cada característica, el AMEF identifica una lista de fallas potenciales y su impacto en

el desempeño global del producto. Asimismo, se estima la probabilidad y la severidad de la falla (problema).

4.11.2.3. Responsables

Administración: quien se encargará de disponer los recursos necesarios para el cumplimiento del mantenimiento a las máquinas.

Técnico mecánico: se encargarán de dar cumplimiento a lo planificado y al control del proceso de mantenimiento.

4.11.2.4. Diagrama de Flujo

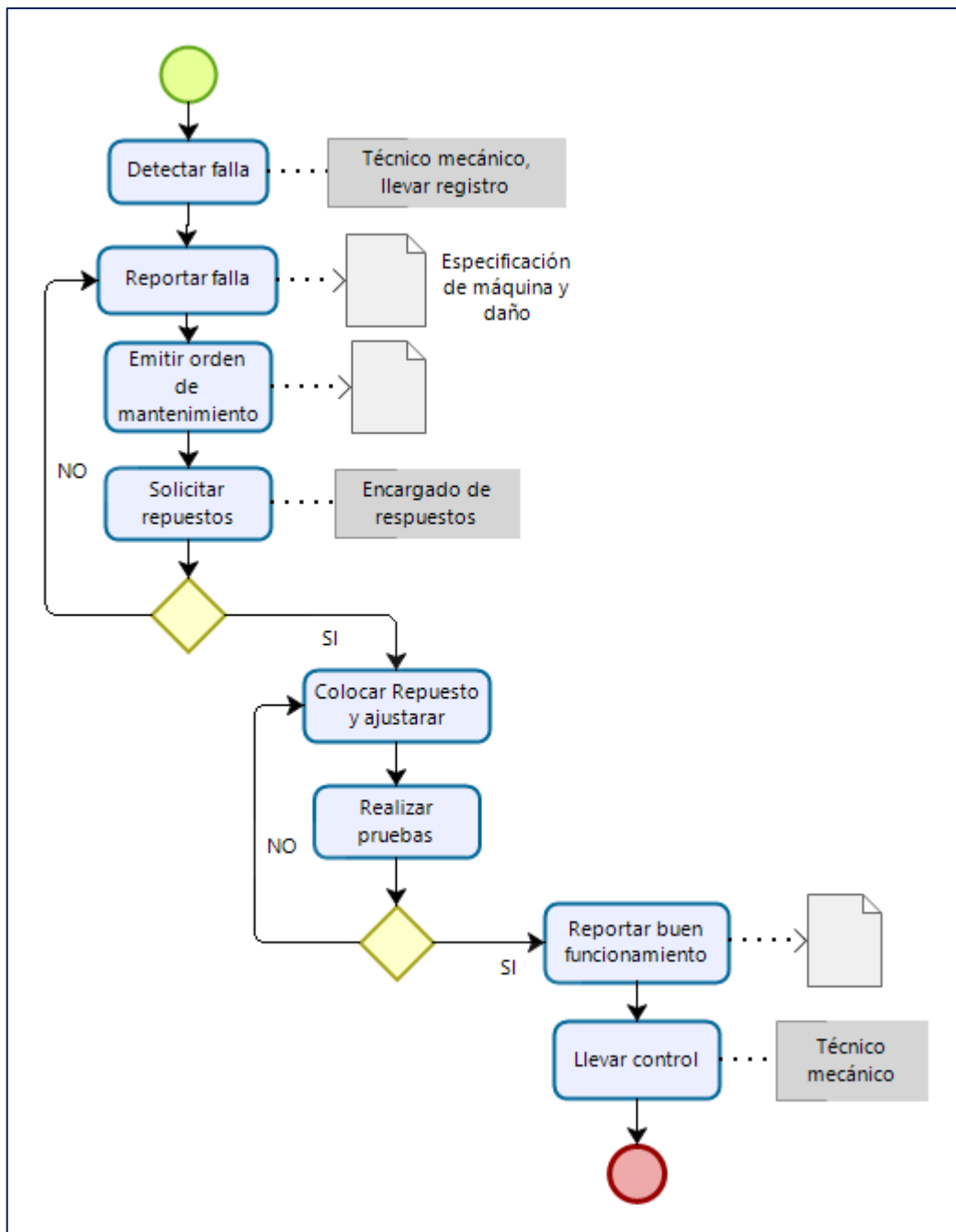


Figura 27. Diagrama de Flujo - Mantenimiento preventivo
Fuente: Vizagi Modeler – Elaboración Propia

4.11.3. PUNTO CRÍTICO 3: CONTROL DE CALIDAD Y VIRADO

En el proceso de tejido existe un control de calidad al momento de virar el calcetín, pero las personas encargadas de revisar las fallas existentes, muchas veces las pasan por alto, ya sea por virar rápido para que no se les acumule los calcetines, o porque no revisan adecuadamente.

Para ello se llevará a cabo un plan de capacitación al personal, de la manera y el tiempo que se debe llevar para la revisión de un calcetín y este pase la prueba de defectos.

4.11.3.1. Plan de capacitación para el personal de la planta de producción

Fábrica de Medias Gardenia desarrolla un programa de capacitación con el fin de transferir, la filosofía de calidad al personal para la exitosa operación de los procesos en la empresa. El objetivo del plan es profundizar en temas de calidad en el producto y en los procesos que se desarrollan para la obtención del mismo.

Población objetivo

En este plan de capacitación se tomará en cuenta al personal de toda la planta de producción, siendo este tema de gran importancia para todas las áreas, tejido, cosido, planchado y etiquetado.

Tabla 26. Población objetivo para capacitaciones

| PUESTO | ÁREA | NÚMERO DE PERSONAS |
|---|------------------------------|---------------------------|
| Supervisor de bodega de materia prima | Bodega de materia prima | 1 |
| Supervisor de bodega de producto terminado | Bodega de producto terminado | 2 |
| Planchadoras | Planchado | 12 |
| Cosedoras | Cosido | 10 |
| Viradores | Tejido | 16 |
| Enhebrador | Tejido | 16 |
| Mecánicos | Tejido | 4 |
| Jefes de área | Producción | 4 |

| | | |
|-------|--------------|-----------|
| Otros | Producción | 10 |
| | TOTAL | 75 |

Fuente: Fábrica de Medias Gardenia – Elaboración Propia

Tipos de capacitación

Para el desarrollo de este programa se necesita saber primero los tipos de capacitación que se proporcionará al personal, ya que de esto dependerá ajustar el curso a las necesidades de los participantes.

Capacitación Inductiva: es aquella que se orienta a facilitar la integración del nuevo colaborador a su ambiente de trabajo, se lo realiza cuando hay personal nuevo, pero puede también realizarse previo a la selección del personal.

Capacitación Preventiva: está orientada a prever los cambios que se producen en el personal, toda vez que su desempeño puede variar con el tiempo, sus destrezas y capacidades pueden disminuir y la tecnología superarlos poco a poco. Su objetivo es preparar al personal para enfrentar al cambio y a la presencia de nuevas tecnologías.

Capacitación correctiva: está orientada a solucionar problemas de desempeño. Su fuente original de información es la evaluación de desempeño realizada normalmente en la empresa.

Modalidades de Capacitación

La elección de las modalidades de capacitación se debe fundamentar en un modelo educativo. Se debe elegir la modalidad según la capacitación que se desea impartir y el grado de profundidad que esta implica. Se tomarán en cuenta cuatro áreas:

- Formación
- Actualización

- Especialización
- Complementación

Formación: imparte conocimientos básicos, orientados a proporcionar una visión general al contexto de estudio.

Actualización: proporciona conocimientos y experiencias derivados de recientes avances científicos, en una determinada actividad.

Especialización: se orienta a la profundización y dominio de conocimientos y experiencias o al desarrollo de habilidades, con respecto a un área determinada.

Complementación: su propósito es reforzar la formación de un colaborador que maneja solo parte de los conocimientos o habilidades demandados por su puesto y requiere alcanzar el nivel que se exige.

Niveles de capacitación

Se deben realizar según el grado de profundidad de conocimientos que requiera el área de trabajo.

Básico: se orienta al personal que inicia en el desempeño de una ocupación o área específica en la empresa.

Medio: se orienta al personal que requiere profundizar y ampliar conocimientos, habilidades y experiencias en una actividad determinada.

Avanzado: se orienta al personal que quiere tener una visión integral y profunda sobre un área o actividad específica que requiera mayor exigencia y responsabilidad dentro de la empresa.

4.11.3.1.1. *Ejecución de la capacitación para el personal de la planta de producción*

Se elabora el programa para un periodo de un año, siendo este un programa continuo, ya que se deberá impartir las capacitaciones todos los meses.

Se presentan un formato de capacitaciones impartidas (Ver Anexo 10), puesto que, toda capacitación debe ser registrada para posteriores evaluaciones.

Temas de capacitaciones para el personal

Área de producción: tejido, cosido, planchado, etiquetado, otros.

Según el análisis realizado anteriormente el área de producción necesitará de los siguientes cursos en donde se deben reforzar conocimientos, habilidades y actitudes.

Tabla 27. Temas de capacitación para el personal del área de producción

| CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Conceptos básico sobre calidad | Resolución de problemas | Trabajo en equipo |
| Calidad del producto | Liderazgo | Motivación |
| Tipos de defectos del producto | Reconocer rápidamente cualquier tipo de defecto en el tejido. | Relaciones interpersonales |
| Disciplina | Limpieza, organización, puntualidad | Responsabilidad |
| Liderazgo | Liderazgo | |
| Motivación personal | Valorar su trabajo | |
| Comunicación eficaz | Habilidades para una rápida comunicación | |
| Toma de decisiones | Negociación | |
| Manejo de herramientas de calidad | Llevar el control del proceso | |
| Mejora continua (PHVA) | Habilidad para reconocer problemas raíz | |
| Método de las 5'S | | |
| Metodología DMAMC | | |

Fuente: Elaboración Propia

Bodega de materia prima y producto terminado

Estas áreas necesitan de los siguientes cursos en donde se deben reforzar conocimientos, habilidades y actitudes.

Tabla 28. Temas de capacitación para el personal de bodega de materia prima y producto terminado

| CONOCIMIENTOS | HABILIDADES | ACTITUDES |
|---|---|----------------------------|
| Conceptos básico sobre calidad | Resolución de problemas | Trabajo en equipo |
| Calidad del producto | Liderazgo | Motivación |
| Tipos de defectos del producto | Reconocer rápidamente cualquier tipo de defecto en el tejido. | Relaciones interpersonales |
| Disciplina | Limpieza, organización, puntualidad | Responsabilidad |
| Cadena de suministros | Planificación | |
| Motivación personal | Valorar su trabajo | |
| Comunicación eficaz | Habilidades para una rápida comunicación | |
| Manejo de herramientas de calidad | Llevar el control del proceso | |
| Computación: Excel avanzado e intermedio. | | |
| Método de las 5'S | | |

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta un formato para realizar cartas descriptivas de cada curso a impartir en el programa de capacitación para el personal de la planta de producción:

Tabla 29. Formato de cartas descriptivas de la capacitación

| | |
|--------------------------|--|
| NOMBRE DEL CURSO: | |
| Dirigido a: | |
| Justificación | |
| Objetivo General: | |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
| Contenido temático: | | | |
| Metodología de trabajo: | | | |
| Estrategias de evaluación: | | | |
| Material de apoyo: | | | |
| Fuentes de información: | | | |
| Duración del curso en horas | Núm. de sesiones | Núm. de participantes | Se requiere de algún curso como pre-requisito |
| | | | Si () No () |
| Especifique: | | | |
| Lugar: | | | |
| Coordinador de capacitación: | | Contacto: | |
| Observaciones: | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Recursos

Humanos: participantes y capacitadores.

Material: infraestructura y equipos.

Presupuesto

A continuación se detalla el costo de cada una de las capacitaciones, el número de participantes y el total:

Tabla 30. Presupuesto capacitaciones

| NOMBRE DEL CURSO | COSTO UNI. | PARTICIPANTES | TOTAL |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| Conceptos básico sobre calidad | \$ 50 | 75 | \$ 3 750 |
| Calidad del producto | \$ 65 | 75 | \$ 4 875 |
| Tipos de defectos del producto | \$ 0.0 | 75 | \$ 0.0 |
| Disciplina | \$ 50 | 75 | \$ 3 750 |
| Liderazgo | \$ 50 | 72 | \$ 3 600 |
| Motivación personal | \$ 50 | 75 | \$ 3 750 |
| Comunicación eficaz | \$ 30 | 75 | \$ 2 250 |

| | | | |
|---|-------|--------------|------------------|
| Toma de decisiones | \$ 50 | 72 | \$ 3 600 |
| Manejo de herramientas de calidad | \$ 65 | 75 | \$ 4 875 |
| Mejora continua (PHVA) | \$ 50 | 72 | \$ 3 600 |
| Método de las 5'S | \$ 50 | 75 | \$ 3 750 |
| Metodología DMAIC | \$ 65 | 72 | \$ 4 680 |
| Computación: Excel avanzado e intermedio. | \$ 80 | 3 | \$ 240 |
| | | TOTAL | \$ 42 720 |

Fuente: Elaboración Propia

Se debe tener en cuenta que el monto total es para un año, y que las pérdidas totales en media de segunda al año es de 96 000 dólares, todas estas capacitaciones, sería una inversión, con grandes resultados.

Para la realización de estas capacitaciones, la fábrica deberá proponer el inicio de una fecha adecuada, y dar inicio con aquella capacitación que más lo requieran.

4.11.3.1.2. Control estadístico en el seguimiento del plan de capacitación

Para el seguimiento de los resultados de las capacitaciones podemos usar las herramientas anteriormente mencionadas, ya que, todo el estudio y análisis se lo realizará nuevamente.

- Hojas de verificación
- Diagramas de Causa – Efecto
- Histogramas
- Gráficos de control
- Diagrama de pareto

Aquellas herramientas que me sirvan para medir los cambios con respecto a la calidad en el producto.

5. CONCLUSIONES

- Para el presente proyecto se estableció la fundamentación teórica con la ayuda de libros, artículos científicos, páginas web y documentos con la normativa del Ecuador. La fundamentación teórica se inicia con la descripción de la evolución de la calidad desde el siglo XIX hasta la actualidad, en el que se distinguen varios cambios, siendo uno de ellos uno de los más importantes la aparición de las normas ISO; seguidamente se establecen varios conceptos básicos que se usarán en el desarrollo de este proyecto; después se describe las herramientas de calidad para el control estadístico, cartas de control, índices de capacidad y finalmente se describe la metodología que se lleva a cabo para el estudio de la situación inicial, siendo esta la metodología DMAMC desarrollada en el estudio.

- En el desarrollo de la situación inicial se muestra la información general de la fábrica, los procesos macro, meso y micro, la cadena de valor, la descripción del proceso productivo, el Diagrama SIPOC y la metodología DMAMC en la que se desarrolla cada una de las fases para completar el análisis de la situación inicial.

FASE 1: DEFINIR: en la primera fase, se identificó el producto de más importancia, mediante el principio de Pareto 80-20, con la aplicación de este Diagrama se obtuvo que el 20% de calcetines que generan el 80% de facturaciones en la fábrica es el calcetín **colegial acrílico pupiada** con un total de \$ 349 242 en ventas al año, además, con registros históricos de la fábrica, se pudo evidenciar el total de medias de segunda en bodega por falta de control de calidad, con un total de 59 013 docenas, con un 26% de este total en medias colegial acrílico pupiada; por ello en unión a la administración de la fábrica se decide a este como artículo de estudio, al que con ayuda de los operarios se registraron 13 tipos de fallas que aparecen en estos

calcetines en el transcurso del día, mediante la revisión de 250 docenas se registra la falla de mayor ocurrencia a aquella por quiebre de aguja.

FASE 2: MEDIR: en la segunda fase se inicia calculando la productividad de la fábrica con un total de 0.25 docenas/\$, para el análisis de las capacidades, se realiza un levantamiento de datos de artículos defectuosos por hora, en un periodo de tres días, con ello se realiza el gráfico de control, en el que se manifiestan dos puntos fuera de control estadístico en la prueba 1, y en la prueba 2, un punto fuera de control; dando como resultado capacidades no satisfactorias, Cpk con 0.11, ese decir, un proceso que en realidad no es capaz.

FASE 3: ANALIZAR: mediante el análisis se observó que la Fábrica tiene pérdidas de \$ 81 658.80 en medias de segunda guardada en bodega, pero se debe tener en cuenta que eso, es el total solo de medias acrílico pupiada, sin tomar en cuenta los demás tipos de calcetines guardados en el lugar. Se desarrolla un Diagrama de Ishikawa para detectar las causas que provocan este problema, y un Análisis de Modo y Efecto de Fallas para dar prioridad a aquellas que necesitan ser realmente prevenidas.

FASE 4: MEJORAR: en esta fase, se dan propuestas de acciones correctivas a los problemas detectados: alta temperatura en el área de trabajo, falta de mantenimiento de maquinaria, falta de motivación y responsabilidad, materia prima no cumple con las especificaciones, mal procedimiento de colocación de aguja, y falta de capacitación, también se realiza una estimación de defectos, después, si fuese el caso, de la implementación de las mejoras.

FASE 5: CONTROLAR: se realizó las gráficas de control en la que se muestra los resultados de la estimación, obteniendo resultados no tan satisfactorios pero mejores

que la situación actual con un Cpk de 1.09, recordemos que este resultado debería ser 1.25, para ser satisfactorio.

- Mediante lo analizado en el Capítulo 3, se realiza un Diseño de Control Estadístico de la Calidad adecuado a su realidad, mediante la propuesta de solución a tres puntos críticos encontrados en el proceso de tejido, iniciando con un control de calidad de la materia prima, plan de mantenimiento preventivo para las maquinas Lonati y un plan de capacitación para el personal de la planta de producción, con sus respectivas herramientas de calidad y la papelería correspondiente a cada uno de los planes.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis real con los resultados de tres días, después de la implementación de las mejoras propuestas, y así detectar nuevas causas que generan estas fallas, y mejorar el proceso.
- Se recomienda que toda implementación realizada debe ser evaluada constantemente, para mantener un proceso en control estadístico, ya que si no se lleva ningún registro, podemos perder lo que se ha logrado con estos cambios, y llegar a un punto peor que el inicial.
- Se recomienda seguir con las capacitaciones establecidas, siendo estas las que ayudarán en las mejoras que se están implementando, con las que se corregirán malos hábitos y se fomentará el trabajo en equipo.
- Se recomienda a los empleados de la fábrica realizar un control continuo de todas las actividades del proceso de tejido, registrando toda la información importante y haciendo uso de las herramientas analizadas en la metodología DMAMC que nos garantizan el mejoramiento de la calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- 18, M. (2019). *Soporte de Minitab 18*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/z-bench-as-an-estimate-of-sigma-capability/>
- Abud, D. (2009). *Calidad Total*. El Cid Editor.
- Aldana de Vega, L., Álvarez Buildes, M., & Bernal Torres, C. (2011). *Administración por Calidad*. Colombia: Alfaomega.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (s.f.). *Administración de la Calidad Total*.
- De la Horra Navarro, J. (2018). *Estadística Aplicada*. Ediciones Díaz de Santos.
- De la Puente Viedma, C. (2018). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Madrid: Ediciones IDT.
- Díaz de León, N. (s.f.). *Técnicas de Investigación Cualitativas y cuantitativas FAD UAEMex*. México.
- Garza Ríos, R. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw Hill.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGraw Hill.
- Historia*. (s.f.). Obtenido de AITE: <http://www.aite.com.ec/industria.html>
- ISOTools*. (Septiembre de 2015). Obtenido de <https://www.isotools.org/2016/01/30/historia-y-evolucion-del-concepto-de-gestion-de-calidad/>

- Mallar, M. (2010). *La Gestión por Procesos: Un Enfoque de Gestión Eficiente. Visión de Futuro*, 7.
- Montgomery, D. (s.f.). *Control Estadístico de la Calidad*. McGraw Hill.
- Palacios López, M., & Gisbert Soler, V. (2018). *Control Estadístico de la Calidad, una aplicación práctica*. Área de innovación y Desarrollo.
- Paucar Maisincho, A. M. (2015). *Propuesta de un Manual de Seguridad Industrial para una empresa textil dedicada a la confección de ropa deportiva*. Quito.
- Pérez Márques, M. (2014). *Control de Calidad - Técnicas y Herramientas*. España.
- Quispe Fernández, G., & Ayaviri Nina, V. (2016). *Medición de la Satisfacción del Cliente en Organizaciones no lucrativas de Cooperación al Desarrollo*. UV, 172.
- Rocamora, B., García, A., & Martínez, B. (s.f.). *Inferencia Estadística, comparación de dos poblaciones*.
- Salamanca, U. d., & Cabero Morán, M. (2010). *Gredos - Universidad de Salamanca*. Obtenido de Gredos - Universidad de Salamanca: <http://hdl.handle.net/10366/83404>
- Schroeder, R., Meyer Golstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de Operaciones*. México: McGraw Hill.
- Silva Tamayo, K. (2018). *Análisis de la Incidencia del Sector Textil en la Economía Nacional*. Guayaquil.
- Técnicas, I. U. (2009). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. Uruguay.
- Tamayo, T. M. (1997). *El Proceso de la Investigación científica*. Mexico: Limusa S.A.

Asamblea Nacional. (2014). *Código Orgánico de Producción Comercio e Inversiones* (COPCI). Quito: Ediciones legales.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una vida*. Quito.

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de la maquinaria

Las máquinas mencionadas en la Tabla 3 tienen las siguientes características:

1. LONATI 400:



- **Cilindro:** 3 3/4", 4"
- **Agujas:** 84, 96, 108, 144, 156, 168, 200

2. LONATI G"OO"



- **Cilindro:** 3 3/4, 3 3/7, 3 3/8, 3 3/10, 4"
- **Agujas:** 144, 156, 168, 200

3. LONATI GK



- **Cilindro:** 3 3/4"
- **Agujas:** 120, 144, 156, 168

4. SANGIACOMO



- **Cilindro:** 4"
- **Agujas:** 84, 96, 108, 120

5. CONTI



- Cilindro: 4"
- Aguja: 120

6. CONTI F3C



- Cilindro: 4"
- Aguja: 108, 120

7. SOOSAN



8. WEI HUAN



9. DA KONG

- Cilindro: 4"
- Aguja: 108, 120



Anexo 2. Tipos de fallas en los calcetines

Falla por quiebre de aguja



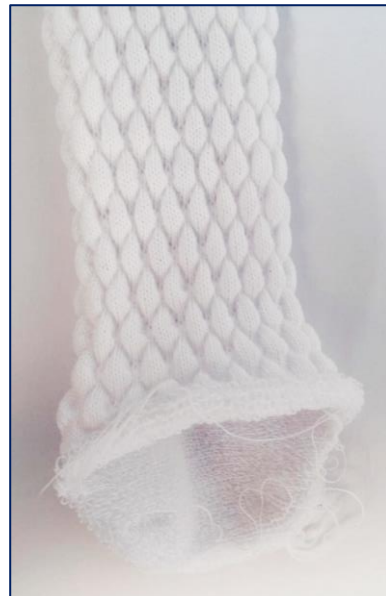
Rotura de elástico



Huecos en talón y punta



Rotura de nylon



Rotura de hilo para lúper



Rotura de hilo



Rotura hilo en transferencia



Falla guía hilo en talón




Falta de hebra en talón



Falla por daño eléctrico

Anexo 3. Ficha técnica de diseño y desarrollo

|  FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | COD PRODUCTO: | | |
|---|--|----------------------|--------------------|--|
| FICHA TÉCNICA DE DISEÑO Y DESARROLLO | | | | |
| NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO: | | | | |
| FOTOGRAFÍA | DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO | | | |
| | MATERIA PRIMA | | | |
| | Materiales | Proveedor | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | Colores: | | | |
| | Talla: | | | |
| | Sección de Producción: | | Máquina N°: | |
| | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO | | | |
| Pie (cm): | | | | |
| Caña (cm): | | | | |
| Ancho Elástico (cm): | | | | |
| Altura Elástico (cm): | | | | |
| Peso (g): | | | | |
| AJUSTE EN MAQUINARIA | | | | |
| Programa: | | | | |
| Modelo: | | | | |
| Talla: | | | | |
| CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DIARIA | | | | |
| OTRAS CARACTERÍSTICAS: | | | | |
| ELABORADO POR: | | | | |

Anexo 4. Hoja de verificación para atributos


|  FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | | | | | | | COD PRODUCTO: | | | |
|--|------|----------|-------------|----|------|---------------------|-------------|----------------------|------|--------------|-------------|
| HOJA DE VERIFICACIÓN PARA ATRIBUTOS EN TEJIDO DE CALCETÍN | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO: | | | | | | RESPONSABLE: | | | | | |
| | | | | | | FECHA: | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N° | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS | N | HORA | CANTIDAD | DEFECTUOSOS |
| 1 | | | | 11 | | | | 21 | | | |
| 2 | | | | 12 | | | | 22 | | | |
| 3 | | | | 13 | | | | 23 | | | |
| 4 | | | | 14 | | | | 24 | | | |
| 5 | | | | 15 | | | | 25 | | | |
| 6 | | | | 16 | | | | 26 | | | |
| 7 | | | | 17 | | | | 27 | | | |
| 8 | | | | 18 | | | | 28 | | | |
| 9 | | | | 19 | | | | 29 | | | |
| 10 | | | | 20 | | | | 30 | | | |
| | | | | | | | | | | TOTAL | |

DEFECTUOSOS: Son incumplimientos de calidad, o ausencia de una o más características de calidad con respecto a los requisitos especificados del buen tejido de una media.


- | | |
|---------------------------------|--|
| 14. Falla por quiebre de aguja | 21. Raya en talón por falla de platina |
| 15. Rotura de elástico | 22. Rotura hilo en transferencia |
| 16. Rayas por falla de selector | 23. Falla guía hilo en talón |
| 17. Huecos en talón y punta | 24. Falta de hebra en talón |
| 18. Rotura de nylon | 25. Falla por daño eléctrico |
| 19. Rotura de hilo | 26. Huecos por falta de tensión de nylon |
| 20. Rotura de hilo para lúper | |

Ejemplos de fallas: Ver también Anexo 2

Anexo 5. Hoja para el muestreo de aceptación

|  FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | COD PRODUCTO: | | | |
|---|------------------|-------------------------|-------------------|------------|--------------|
| HOJA DE VERIFICACIÓN PARA EL MUESTREO DE ACEPTACIÓN | | | | | |
| NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO: | | | | | |
| FECHA DE EVALUACIÓN: | | HORA: | | | |
| N ° DE LOTE: | | TAMAÑO DEL LOTE: | | | |
| Nivel de inspección: | Normal: | | Riguroso: | | Bajo: |
| Nivel de calidad aceptable: | (% de NCA) | | | | |
| Tamaño de la muestra: | | | | | |
| Criterio de aceptación: | Ac: | | | Re: | |
| Resultado de la evaluación: | Aceptado: | | Rechazado: | | |
| Comentarios: | | | | | |
| ELABORADO POR: | | | | | |

Anexo 6. Ficha de evaluación del proveedor

|  FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | COD PRODUCTO: | | | | | | | |
|---|---------------|----------------------|---------|-------|------------|-------|--------|-------|-------|
| Nombre Proveedor: | | | | | | | | | |
| Tipo de Producto: | | | | | | | | | |
| Fecha Evaluación: | | | | | | | | | |
| Parámetro | Departamentos | | | | | | | | Total |
| | Compras | | Calidad | | Producción | | Ventas | | |
| | Ptos. | Valor | Ptos. | Valor | Ptos. | Valor | Ptos. | Valor | |
| Disponibilidad | | | | | | | | | |
| Calidad/precio | | | | | | | | | |
| Histórico | | | | | | | | | |
| Servicio | | | | | | | | | |
| Sist.Calidad | | | | | | | | | |
| Inf. Sector | | | | | | | | | |
| Conclusión: | | | | | | | | | |

| |
|--|
| |
|--|

| Puntos | Clasificación | Valor |
|---------------|----------------------|--------------|
| 10 | Muy bueno | 100 |
| 8 | Bueno | 80 |
| 6 | Regular | 60 |
| 4 | Medianamente Regular | 40 |
| 2 | Malo | 20 |
| 0 | Muy Malo | 0 |

Anexo 7. Ficha de mantenimientos de la maquina

|  | | FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | | | | FECHA DE MANTENIMIENTO: | | |
|---|----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| FICHA DE MANTENIMIENTOS DE LA MÁQUINA | | | | | | | | | |
| N° y S | Máquina | Funcionamiento | Cantidad | Horas de servicio | Principales fallos | Tipo de mantenimiento | Piezas reemplazadas | Tiempo entre mantenimiento | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | | | | | | | | |
| SECCIÓN: | | | | | | | | | |

Anexo 8. Orden de trabajo de mantenimiento

|  | | FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------------|--|-----------------|-------|---------------|-------|
| ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO | | | | | | | |
| Número de orden de trabajo: | | Fecha: | | Sección: | | Proceso: | |
| Tipo De Mantenimiento: | | Preventivo | | Equipo: | | | |
| | | Correctivo | | Modelo: | | | |
| N° | Descripción de la actividad | | | | | Observaciones | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Trabajadores encargados | | Recursos utilizados | | | Horas | | Firma |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| FIRMA DE AUTORIZACIÓN | | | | FECHA DE INICIO | | FECHA DE FIN | |
| | | | | | | | |

Anexo 9. Formato de Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

| VALORACION DE CRITERIOS* | | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------|--|
| | EFFECTO/CAUSA/C ONTRO | VALORACION | CRITERIO |
| SEVERIDAD (SEV) | NO | 1 | No hay efecto en el cliente, medio ambiente o usuario de la tecnología |
| | MODERADO | 3 | cliente o Usuario de la tecnología experimenta alguna insatisfacción. Daño Moderado al medio Ambiente |
| | PELIGROSO | 5 | La seguridad del cliente, ambiente o usuario de la tecnología se ve afectada, la falla ocurrió sin aviso |
| OCURRENCIA (OCC) | CASI NUNCA | 1 | Falla improbable |
| | MEDIA | 3 | Las fallas son medianamente probables |
| | ALTA | 5 | Las fallas son casi seguras |
| DETECCION (DET) | CASI SEGURA | 1 | El control actual detecta la existencia del defecto |
| | MEDIA | 3 | Los controles actuales tienen una media eficacia |
| | CASI IMPOSIBLE | 5 | No existe ninguna técnica de control conocido o el control actual no detecta la existencia del defecto. |


| RESULTADO | NPR |
|------------------|------------|
| Menor a 45 | Bajo |
| Entre 45 y 75 | Medio |
| Mayor a 75 | Alto |

**RPN: NIVEI DE PRIORIDAD DEL RIESGO

Anexo 10. Plan de capacitación

| | | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--|--|
|  | FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | COD: FECHA DE EMISIÓN: EDICIÓN: PÁGINA: | |
| | PLAN DE CAPACITACIÓN | | | |
| CURSO | FECHA | DURACIÓN HORAS | RESPONSABLE | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| ENCARGADO DE CAPACITACIÓN: | | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | |

Anexo 11. Control para acciones correctivas

| | | | |
|---|--|-----------------------|---------------|
|  FÁBRICA DE MEDIAS GARDENIA | | LUGAR Y FECHA: | |
| CONTROL PARA ACCIONES CORRECTIVAS | | | |
| Integrantes que participaron en la reunión: | | Nombre: | Cargo: |
| ¿Cuál fue el problema que se dio? | | | |
| ¿En qué área se dio el problema? | | | |
| ¿Cuál fue el motivo del problema? | | | |
| ¿Qué solución se le dio al problema? | | | |
| ENCARGADO DE ÁREA: | | | |

Anexo 12. Letras códigos para el tamaño de muestra MIL – STD – 105E

| Tamaño de lote | Niveles especiales de inspección | | | | Niveles generales de inspección | | |
|-----------------|----------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------|----|-----|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| 2 a 8 | A | A | A | A | A | A | B |
| 9 a 15 | A | A | A | A | A | B | C |
| 16 a 25 | A | A | B | B | B | C | D |
| 26 a 50 | A | B | B | C | C | D | E |
| 51 a 90 | B | B | C | C | C | E | F |
| 91 a 150 | B | B | C | D | D | F | G |
| 151 a 280 | B | C | D | E | E | G | H |
| 281 a 500 | B | C | D | E | F | H | J |
| 501 a 1200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1201 a 3200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3201 a 10000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10001 a 35000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35001 a 150000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150001 a 500000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500001 y más | D | E | H | K | N | Q | R |

