

Diseño de un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección en la
planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S

David Alejandro Muñoz Cayapu, ✉ david.alejandro97@outlook.es

Juan Sebastian Torres Aguirre, ✉ jstorresa5@hotmail.com

Trabajo de Grado presentado Para optar al título de Ingeniero Industrial

Asesor: Ileana Gloria Pérez Doctor (PhD) en Ingeniería Industrial

Asesor: Gabriel Rueda Especialista (Esp) en Productividad y Mejoramiento continuo



Universidad de San Buenaventura Colombia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Santiago de Cali, Colombia

2018

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios por permitirnos lograr cumplir este objetivo. A nuestras familias, padres, hermanos los cuales nos han brindado todo el apoyo necesario para realizar este proyecto de grado, infundir en nosotros la lucha y deseo de superación. Agradecemos a los profesores y la universidad por las experiencias otorgadas en cada actividad y clase desarrollada, por el conocimiento adquirido durante nuestra vida académica. Agradecemos a mis amigos, que siempre me han prestado su apoyo moral y humano necesario en los momentos difíciles, gracias a todas las personas que comparten con nosotros este triunfo.

CONTENIDO

RESUMEN.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
A. PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	11
III. JUSTIFICACIÓN.....	12
IV. OBJETIVOS.....	13
A. OBJETIVO GENERAL.....	13
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
V. MARCO DE REFERENCIA.....	14
A. MARCO CONTEXTUAL.....	14
B. ANTECEDENTES.....	15
C. MARCO CONCEPTUAL.....	17
D. MARCO TEORICO.....	18
E. MARCO LEGAL.....	24
VI. METODOLOGIA.....	25
A. ENFOQUE.....	25
B. TIPO DE INVESTIGACION.....	25
C. ALCANCE.....	25
F. TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION.....	26
G. FUENTES DE INFORMACION.....	26
H. FASES DEL ESTUDIO.....	26
VII. RESULTADOS POR OBJETIVOS.....	28
A. RESULTADOS OBJETIVO. 1.....	28
B. RESULTADO OBJETIVO. 2.....	60

1. RESTRICCIONES.....60

2. SELECCIÓN Y EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS.....60

C. RESULTADO OBJETIVO. 371

VII. RESULTADOS76

IX. EVALUACION DE LOS DILEMAS ETICOS.....80

X. CONCLUSIONES.....81

XI. RECOMENDACIONES82

BIBLIOGRAFÍA.....83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Tabla recolección de datos Grupo Octus S.A.S.	39
Tabla 2.Recolección de datos de los meses julio-agosto.	40
Tabla 3.Tabla de trasformaciones.	42
Tabla 4.Probabilidad e Impacto.	52
Tabla 5.5 por qué- por qué.	55
Tabla 6.Matriz FMEA.	56
Tabla 7.Tabla evaluación de alternativas.	57
Tabla 8. Tabla Esfuerzo vs Impacto.....	62
Tabla 9.Plan de mejora.....	64
Tabla 10.Plan de mejora solución 4 y solución 5.....	64
Tabla 11.Plan de mejora solución 6.	67
Tabla 12.Plan de mejora solución 7.	68
Tabla 13.Plan de mejora.....	71
Tabla 14.Cronograma de actividades.	75
Tabla 15.Estadísticas.	78

LISTA DE FIGURA

Figura 1.Planta de producción Grupo Octus S.A.S.....	14
Figura 2.Fases ciclo DMAIC.	19
Figura 3.Project Chárter.	29
Figura 4.Diagrama de proceso empresa Grupo Octus S.AS	32
Figura 5.Diagrama de proceso área de producción.	33
Figura 6.Diagrama "SIPOC" proceso de confección de la empresa Grupo Octus S.A.S.	35
Figura 7.Diagrama voz del cliente "VOC" de la empresa Grupo Octus.	37
Figura 8.ANOVA.	45
Figura 9.Prueba porcentaje defectos.	47
Figura 10.Diagrama de árbol soluciones.....	61
Figura 11.Plan de mejora solución 2.	65
Figura 12.Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria.	65
Figura 13.Capacitacion del operario sobre utilización de telas.....	66
Figura 14.Registro de capacitaciones.....	66
Figura 15.Diseño de herramienta Poka-Yoke.	67
Figura 16.Implementación herramienta Poka-Yoke.	68
Figura 17.Prueba Hipótesis comparación.....	70
Figura 18. Carta implementación de Poka-Yoke.	72
Figura 19.Plan de capacitación modulo 1.	73
Figura 20.Plan de capacitación módulo 2.	74
Figura 21.ANOVA % de defectos por día vs fase.	77
Figura 22.Capacidad del proceso antes/después.	78

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1. Gráfica I-MR % defecto días.	11
Gráfico 2. Gráfico de control porcentaje defectuosos periodo Jul-Ago. 2018.	30
Gráfico 3. Gráfica de probabilidad de % defectos por día.	41
Gráfico 4. Gráfica de BOX-COX de % defectos por día.	42
Gráfico 5. Gráfica de probabilidad de los datos transformados.	43
Gráfico 6. Análisis de capacidad de proceso.	44
Gráfico 7. Gráfica de cajas cantidad de defectos por modulo.	46
Gráfico 8. Diagrama de Pareto tipo de prenda.	48
Gráfico 9. Diagrama de Pareto de descripción del defecto en conjunto.	48
Gráfico 10. Diagrama de Pareto de descripción del defecto en pantalón.	49
Gráfico 11. Diagrama de Pareto de descripción del defecto en la prenda blusa.	49
Gráfico 12. Diagrama de Pareto de descripción del defecto de las prenda camiseta.	50
Gráfico 13. Diagrama de Pareto por descripción del defecto en falda.	50
Gráfico 14. Diagrama de Pareto por descripción del defecto Bata.	51
Gráfico 15. Diagrama de Pareto de descripción del defecto de las prendas objetivo.	51
Gráfico 16. Gráfica de dispersión probabilidad e impacto.	53
Gráfico 17. Diagrama causa efecto costuras sueltas y costura tensionada.	54
Gráfico 18. Diagrama causa efecto materiales usados no corresponden a especificaciones.	54
Gráfico 19. Diagrama causa efecto acabado técnico.	55
Gráfico 20. Gráfica de dispersión de Esfuerzo vs Impacto.	58
Gráfico 21. Gráfica impacto vs Esfuerzo.	63
Gráfico 22. Gráfica I-MR de medición por etapa.	69
Gráfico 23. Gráfica I-MR de % defectos por día por día de fabricación.	76
Gráfico 24. Gráfica de tendencia.	79

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es diseñar un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección en la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S con base a las herramientas DMAIC de la metodología Lean 6 Sigma, con el fin de reducir los defectos que se presenta al momento de producir los diferentes tipos de prendas. Teniendo en cuenta esto se tomó como variable de medición el porcentaje de defectos por día, con base a los requerimientos establecidos por la empresa.

Los defectos afectan directamente a la compañía en sus costos, ya que las unidades defectuosas deben ser reprocesadas y recuperadas en un proceso adicional generan costos adicionales. Debido a esto se decide evaluar cada una de las alternativas de solución propuestas en este proyecto para reducir el porcentaje de defectos a 2.3% teniendo el nivel actual en 13.17% e impactar positivamente en los costos de operación de la empresa. Además se estandarizo las alternativas de solución para garantizar que el porcentaje de defectos continúe disminuyendo al finalizar el proyecto.

ABSTRACT

The aim of the present work is to design an improvement plan for the reduction of defects in the confection process in the production plant of the company OCTUS SAS, based on the DMAIC tools of the Lean Six Sigma methodology, in order to reduce the defects that are detected when producing the different types of garments. Considering this, the percentage of day defects was taken as a measurement variable, based on the requirements established by the company.

The costs directly affect the company due to the defects that are generated; in fact, the imperfect units must be reprocessed and recovered in an additional process causing additional costs. Due to this, it is decided to evaluate each of the alternatives solutions proposed in this project to reduce the percentage of defects 2.3% having the current level at 13.17% and positively impact on the operating costs of the company. As well, the alternatives solutions was standardized to ensure that the percentage of defects continues decreasing at the end of the project.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad es un factor fundamental hoy en día para cualquier empresa dado que permite aumentar el nivel de servicio de la organización, mientras que simultáneamente eleva en gran medida la satisfacción que el cliente percibe por los productos y/o servicios que adquiere, ahora bien teniendo en cuenta lo anterior la calidad les permite a las empresas ser más competitivas no solo en su mercado nacional sino también a nivel internacional, esto se da por la globalización de mercados, puesto que la empresa no incurrirá en costos de no calidad que afecten el precio del servicio y/o del producto final. En un país como Colombia las industrias textiles y de confecciones han perdido competitividad frente a sus competidores extranjeros, lo que ha generado una caída en este sector, como se puede ver reflejado en el porcentaje de participación de estas industrias en el PIB nacional, que en el 2007 representaba el 7.2% pasando a un 4.8 % en el 2017 y en el 2018 se volvió a presentar una baja del 1,2% de acuerdo a las estadísticas presentadas por el DANE en el primer trimestre del presente año. [1]

La empresa Grupo Octus S.A.S incurre en grandes costos para reprocesar los productos no conformes que se presentan en el proceso de confección de prendas que realizan en su planta de producción, actualmente el proceso tiene un promedio de porcentaje productos no conformes diarios de 13.17 % , además de esto cuentan con cuatro operarias encargadas de revisar la calidad de las prendas al final del proceso, lo que les genera al año un costo de \$ 37'499.616 COP, sin tener en cuenta los reprocesos, dado que se podría evitar la contratación de estas operarias si las prendas contarán con una calidad óptima, por tanto el objetivo del presente proyecto es diseñar un plan de mejora para la reducción de los defectos presentes en la operación de confección de prendas, utilizando la metodología DMAIC donde inicialmente se realizará un diagnóstico y medición de la operación dentro de la planta de producción, con la utilización de diversos formatos que permitan una recolección adecuada de los datos relevantes para el proyecto, posteriormente se analizarán los datos obtenidos con herramientas propias de la ingeniería como lo son las 5 W, los diagramas de Pareto, el análisis de capacidad del proceso, el SIPOC, el VOC y el IPO con el fin de determinar cómo se encuentra el proceso actualmente, al mismo tiempo encontrar las causas que están generando los defectos que llevan a la empresa a reprocesar las prendas. Por último, se realizará el diseño del plan de mejora para acto seguido implementarlo en la planta de producción de Grupo Octus S.A.S con el fin de reducir los defectos que se puedan presentar en las prendas

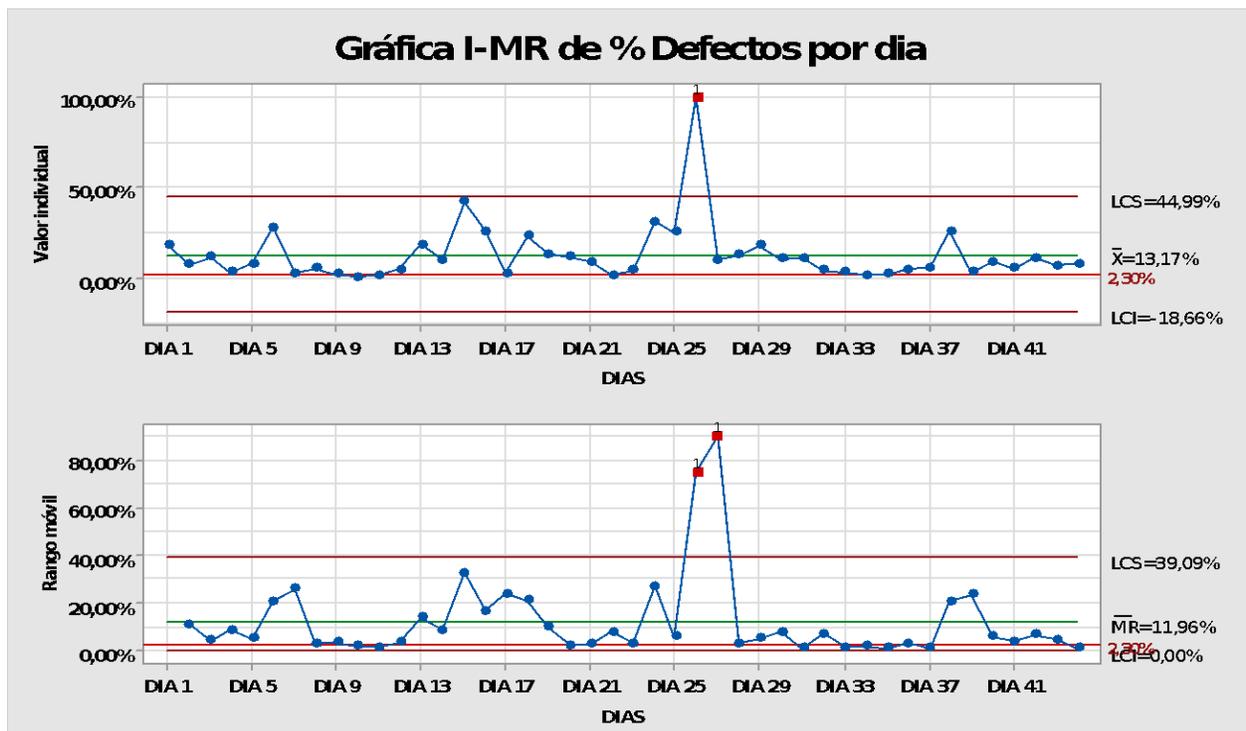
confeccionadas y por tanto disminuir los costos de no calidad en los que ha estado incurriendo la empresa.

Para el presente proyecto se aplicará una metodología que cuenta con un enfoque cuantitativo, una investigación aplicada, un alcance descriptivo y correlacionar, y un diseño experimental. Para concluir en el presente informe contará con una descripción del problema, posterior a esto se mostrará la pregunta de investigación y la justificación del proyecto, acto seguido se evidenciará el objetivo general y específico, seguido del marco de referencia, la metodología, las fases de estudio y por último se mostrarán los resultados obtenidos, los dilemas éticos que surgieron durante la realización del proyecto, además se realizarán conclusiones y recomendaciones sobre el proyecto

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el presente estudio se realizó una medición de productos no conformes en el periodo de julio a agosto del presente año para el área de confección de prendas de la empresa Grupo Octus S.A.S. Como se observa en el gráfico 1, se encontró que el promedio del porcentaje de prendas defectuosas diarias es del 13.17%. Estas prendas defectuosas representan para la planta de producción unos sobre costos de fabricación de: \$ 50.014.196,8 al año. Es importante para la empresa reducir el porcentaje de prendas defectuosas, puesto que de esta manera se puede lograr un mejoramiento del proceso y reducir los costos de no calidad dado que los productos rechazados son reprocesados y recuperados en un proceso adicional.

Gráfico 1. Gráfica I-MR % defecto días.



Fuente: Autores

A. PREGUNTA DE INVESTIGACION

- *¿Cómo se pueden reducir el porcentaje de prendas defectuosas en el proceso de confección dentro de la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S?*

III. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se enfocará en la reducción del porcentaje de prendas defectuosas en la empresa GRUPO OCTUS S.A.S, ya que contar con un plan de mejora para la reducción del porcentaje de prendas defectuosas dentro de la planta, incurre en una disminución en sus costos de reprocesamiento, dado que evitará reprocesos y desperdicios aumentando la eficiencia de la línea de producción, mientras que la calidad de sus productos aumenta. Además, se evita un agotamiento por parte de los operarios, puesto que ya no tendrían que ir a reprocesar los productos.

El estudio se realiza para disminuir el porcentaje de prendas defectuosas en el proceso de confección, donde se podrá identificar los defectos e implementar plan de mejora para la reducción del porcentaje de prendas defectuosas, así mismo se utilizarán herramientas de ingeniería industrial para la identificación y reducción del problema, generando resultados reflejados en las diferentes etapas del proceso de investigación DMAIC. Estos resultados impactarán de manera positiva la reducción de los costos de producción del área de confección.

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección en la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico y medición de la operación de confección dentro de la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S
2. Diseñar un plan de mejora para la reducción de los defectos en el proceso de confección.
3. Implementar un plan de mejora para la reducción de los defectos en el proceso de confección dentro de la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S

V. MARCO DE REFERENCIA

A. MARCO CONTEXTUAL

El proyecto se realizará en la empresa GRUPO OCTUS S.A.S ubicada en el barrio San Nicolás en la ciudad de Cali. “Grupo Octus S.A.S” es una empresa manufacturera la cual nace en el año 2009 de la fusión entre Creaciones y Estilos S. A conformada en el año de 1986 como una oportunidad de negocio para producir ropa infantil con diferentes marcas como Bimbi y PittiBimbi estas se comercializaban en grandes superficies como La 14, Éxito, Sao, Vivero entre otros y de Marín Cardona Hnos.Ltda la cual fue conformada en el año 2006 como una oportunidad de negocio en la producción de pijamería, ropa interior y prendas utilizando la marca André Body Pijamería.

Grupo Octus S.A.S genera más de 100 empleados directos e indirectos y cuenta con el capital humano capacitado y comprometido, para llevar a cabo cada una de sus procesos los cuales han contribuido al crecimiento de la organización. Grupo Octus cuenta con siete áreas de trabajo definidas las cuales interactúan de manera directa, para trabajar de la mano y tener una buena comunicación

Figura 1.Planta de producción Grupo Octus S.A.S.



Fuente: Autores.

En la actualidad Grupo Octus S.A.S cuenta con 32 puntos de venta en ciudades como Bogotá, Pereira, Armenia, Jamundí y en el interior de la ciudad con puntos de ventas principalmente en el centro comercial La 14.

B. ANTECEDENTES

Para sustentar esta investigación se tomaron en cuenta como antecedentes, algunos estudios previos, como tesis de grado, libros y artículos, relacionados con los métodos y herramientas de mejora de proceso y reducción de defecto o desperdicios, teniendo en cuenta que los proyectos de mejora continua buscan eliminar todo aquello que no contribuye al valor agregado de los productos y a la satisfacción de los clientes.

En primer lugar, se realizó un estudio en una empresa manufacturera que busca reducir la cantidad de producto defectuoso de Morral de Campaña, Frazada Térmica y Porta cantimplora mediante el diseño e implementación de un programa seis sigma. Usando un proceso estandarizado de paso a paso, con herramientas específicas para desarrollar el proyecto. El impacto del proyecto de mejora continua es el siguiente:

- La cantidad de costuras sueltas tuvo una reducción de 26%, y se logró un proceso estable.
- El cumplimiento con las medidas entre bolsillos aumentó en un 8%.
- El cumplimiento con las medidas del ancho de la boca del morral aumentó en un 4%.
- El cumplimiento con las medidas del ancho del bolsillo aumentó en un 5%.
- Debido a las jornadas de capacitación los errores por falta de atención de los operarios disminuyeron 50%.
- Se determinó con la gerencia que los nuevos costos de reproceso son: 1.5%, 2.5% y 0.8% para Porta cantimplora, morral de campaña y frazada térmica respectivamente.
- Los índices de la capacidad de proceso en todas las medidas mejoraron.

El diseño e implementación del programa redujo la cantidad de producto no conforme aumentando la capacidad de todos los procesos, lo que permitió reducir los costos de no calidad en CP 100.000.000, además de lograr procesos estadísticamente controlados, dando lugar a una menor variabilidad y una mayor facilidad en el control y la medición. [1]

En un trabajo de grado realizado por A.A Marín y J.G Buritica, llamado “implementación de un sistema de costos por órdenes de producción” los autores, crearon un modelo de control de costos basados en las ordenes de producción de una empresa perteneciente al sector litográfico, la cual debido a la alta oferta fue perdiendo clientes constantemente, repercutiendo así en su condición económica, debido a esto, se vio en la necesidad de determinar costos reales, para lograr controlarlos y comenzar a competir con precios en el mercado, este estudio tuvo como logro final

la normalización de la producción mediante el establecimiento de costos estándares a partir de los cuales el estudio dejó planteados los pasos y las actividades necesarias para la implementación del sistema de costos por órdenes de producción, facilitando así la toma de decisiones de la organización. [2]

La siguiente tesis que sirve de apoyo en este proyecto tiene como título plan de mejora para la reducción de desperdicio adicional en el proceso de impresión de plegadizas en una industria de artes gráficas en Cali-Colombia , esta tesis tenía como objetivo diseñar un plan de mejora para la reducción de desperdicio adicionales en el proceso de impresión , con el fin de proponer diferentes métodos y alternativas que le permitan a la empresa reducir los costos de no calidad y mejorar la capacidad de respuesta frente a los requerimientos del cliente.

De acuerdo a los autores realizaron un plan de mejora de acuerdo a las diferentes causas raíz encontrada con el estudio previo, basándose en el ciclo PHVA y la mejora continua de los procesos. El plan de acción permitió establecer las actividades, responsables, métodos y objetivos a cumplir en la implementación del plan de mejora para la reducción del desperdicio adicional en el proceso de impresión de plegadizas de la empresa, evidenciando una reducción de los costos asociados al desperdicio adicional de \$ 12'737.438 que representó un 74% con respecto a los costos asociados al mismo periodo del año 2013. [2]

Para concluir la aplicación de la metodología Seis Sigma es una herramienta de gran ayuda para eliminar todo aquello que no constituye valor agregado al producto y para lograr un adecuado control de la calidad, con el fin de reducir la cantidad de producto defectuoso y aumentar la rentabilidad en la empresa.

C. MARCO CONCEPTUAL

Calidad: Es la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, y cumplir con las especificaciones con la que fue diseñado. [3]

Administración total de la calidad: Son una serie de principios a seguir por cualquier organización con la finalidad de conseguir calidad y productividad bajo la correcta administración de la compañía. En la teoría gerencial de mayor crecimiento. [4]

Defecto: Un defecto es una no conformidad de una de muchas posibles características de calidad de una unidad que puede provocar insatisfacción al cliente. [5]

Productividad: Es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado. [6]

D. MARCO TEORICO

1. LEAN MANUFACTURING.

Lean Manufacturing es una Filosofía que se ha vuelto aplicada a nivel empresaria, la cual busca analizar un proceso con el fin de identificar los principales desperdicios y poder atacar. Lean Manufacturing busca a través de la eliminación del desperdicio contribuir al incremento de la productividad este es un modelo utilizado especialmente por empresas manufactureras aunque se puede aplicar en cualquier área de producción o de servicio. El término de lean manufacturing surgió de la compañía Toyota como una forma de producir, buscando tener una menor cantidad de desperdicios y una gran competitividad en los procesos. [7]

2. SIX SIGMA

Es una metodología que busca eliminar los fallos que ocurren en un proceso reduciendo la variabilidad que pueda existir básicamente les enseña a todos a ser más eficaces y eficientes. Six Sigma se enfoca en los resultados medibles obtenidos a través de datos, pruebas y herramientas estadísticas de análisis. Esta metodología trabaja en conjunto con el método de mejoramiento continuo DMAIC. [8]

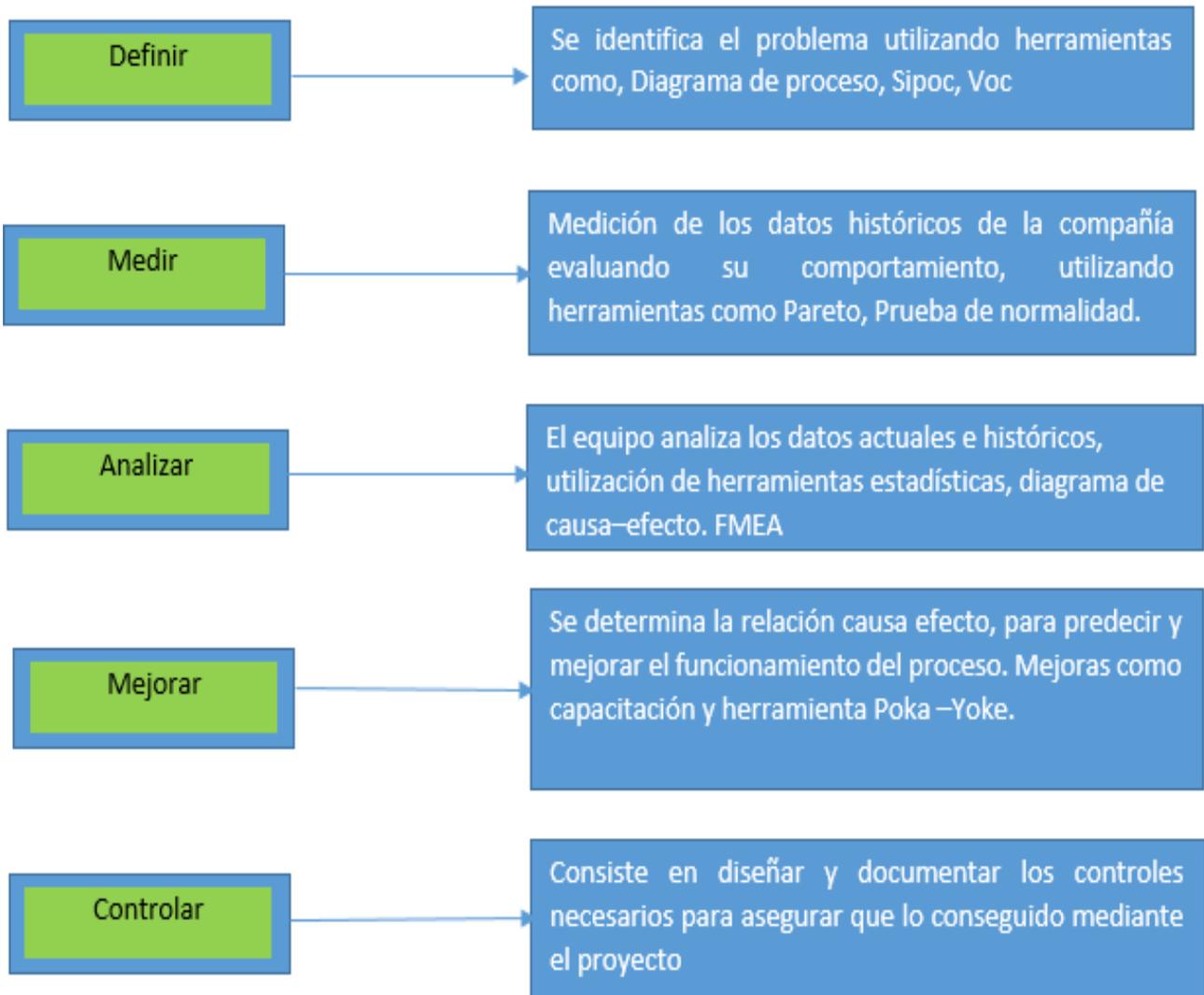
3. LEAN SIX SIGMA

Es un enfoque de mejora que ha tenido gran acogida gracias a su capacidad para dar solución efectiva a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones hoy en día, la combinación de estas herramientas facilita el análisis y mejoran la eficiencia de los procesos con costos bajos y menores tiempos de ciclo que ayudan a la toma de decisiones a nivel gerencial. [9]

4. CICLO DMAIC

El método Seis Sigma, conocido como DMAIC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar, controlar. [10]

Figura 2.Fases ciclo DMAIC.



Fuente: Autores

6. DEFINIR

La fase de definir consiste en realizar un diagnóstico, se identifica el proyecto y los elementos que participan en el proceso, utilizando herramientas Lean Manufacturing como el Project Chárter, Diagrama de flujo, Sipoc y el VOC, las cuales ayudan a identificar el problema raíz. [11]

A continuación se identifican y muestran las herramientas que ayudaron a identificar el problema en esta primera fase

a. Diagrama de flujo

Una de las características de todas las herramientas es su forma de mostrarla gráficamente, y por ellos se facilita el análisis e interpretación. De esta manera, se debe mostrar una manera en la cual se puede interpretar la situación actual y donde está el problema a estudiar.

Una gráfica que es de utilidad en toda situación es el Diagrama de Flujo, el cual es un método para describir gráficamente la secuencia (flujo o ruta) de un proceso desde su inicio hasta su final. El diagrama de flujo suele comenzar con los insumos, muestra las transformaciones ocurridas a estos insumos, y termina con el producto final. [12]

Esta herramienta se utilizó para graficar los procesos de la empresa y mostrar el área en donde se enfocó el proyecto.

b. Sipoc

Es una herramienta que brinda una perspectiva de alto nivel de un proceso, en la que analiza los pasos, eventos y operaciones que lo constituyen.

Esta herramienta nos permite conocer a fondo el proceso de confección paso a paso, observando todos los procesos y quienes intervienen en cada uno de ellos, con el fin de identificar el proceso el cual esta causan el problema a corregir. [13]

Esta herramienta permitió capturar el conjunto clave de entradas y salidas que afectan el proceso estudiado.

c. Voc

La matriz de VOC sirve para identificar las variables críticas de cada proceso que se van a medir. Esta herramienta es de las más importantes dentro de la metodología DMAIC gracias a que nos muestra las perspectivas que el cliente tiene sobre su compañía, interpretando las entradas y salidas del proceso he intentado observar la causa la cual el empleador desea transformar a través de una mejora continua [14]

Se utilizó la herramienta para analizar las variables de entrada y salida que afectaban el proyecto, y por ende tener los indicadores.

7. MEDIR

En esta fase se determina cuáles son las características críticas que influyen sobre las variables del proceso mediante medición y evolución de los datos históricos de la empresa, observando el comportamiento y de esta manera saber el estado de la misma, se utilizaron herramientas estadísticas como ayuda para identificar el comportamiento de los datos y de la situación de la empresa. [15]

a. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto Reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. [16]

Consiste en confeccionar un diagrama de barras que se usa para identificar y jerarquizar los problemas.

Por ende el diagrama de Pareto ayuda a encontrar las causas de una manera gráficas, permitiendo pasar de lo general a lo específico dentro del proceso a mejorar.

b. Prueba de la normal

Prueba de normalidad de datos identifica si se debe rechazar o no la hipótesis de que los datos que son de una población que se encuentra distribuida normalmente. [17]

Para el proyecto los datos tomados según una prueba de normalidad no era normales por ende se realizaron una transformación Box-Cox para volver a realizar la prueba y aceptar la hipótesis.

c. Capacidad del proceso

El análisis de capacidad de proceso es una de las herramientas más útiles , puesto que , considera el centramiento y dispersión , relacionado con la capacidad para cumplir las especificaciones además, permite conocer si en este momento la compañía es capaz o no de cumplir con los requerimientos del cliente [18]

Para realizar la capacidad del proceso para la empresa Grupo Octus S.A.S se toma el total de población de unidades defectuosas que producen a diario, calculando la capacidad de la empresa para lograr el mejoramiento.

8. ANALIZAR

En la tercera fase, análisis, se realiza un estudio exhaustivo de toda la información recolectada en la etapa anterior identificando las causas vitales de variación. [19]

Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes.

a. Diagrama causa-efecto

Estos diagramas reciben también el nombre de su creador, Ishikawa, y en algunos casos también el de espina de pescado por la forma gráfica de representarlo. Es la representación de varios elementos, el conjunto de causas potenciales que podrían estar provocando el problema a estudiar, efecto. [20]

Para el proyecto realizado este diagrama fue de vital importancia gracias que permitió realizar un análisis de las causas que están afectando el proceso de esta misma manera poder tener una solución a casa una de estas causas.

b. FMEA

El AMEF o FMEA es un procedimiento disciplinado para identificar las formas en que un producto o proceso puede fallar, y planear la prevención de tales fallas. [21]

Para el proyecto esta herramienta fue importante porque referente a esta se realizó un análisis de fallos potenciales del sistema y se realizaron las alternativas de solución.

9. MEJORAR

En esta fase, se determina la relación causa efecto, para predecir y mejorar el funcionamiento del proceso, se desarrolla un plan de mejoras que aporte soluciones solidas eliminando los defectos en que incurre el proceso.

Para el proyecto se realizaron varias alternativas de solución pero solo se implementaron dos de estas como lo fueron capacitaciones de personal y una herramienta Poka-Yoke.

a. Capacitación de personal

La capacitación se refiere a los métodos que se usan para proporcionar a las personas dentro de la empresa las habilidades que necesitan para realizar su trabajo, esta abarca desde pequeños cursos sobre terminología hasta cursos que le permitan al usuario entender el funcionamiento del sistema nuevo, ya sea teórico o a base de prácticas o mejor aún, combinando los dos. [22]

Para las alternativas de solución del proyecto se realizaron dos tipos de capacitaciones, la primera fue capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria y la segunda fue en el uso adecuado de las telas.

b. Poka-Yoke

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad del Poka-yoke es la eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. [23]

Para el presente proyecto se desarrolló esta técnica para combatir un de los defectos que estaba acusando el porcentaje de defectos a reducir.

10. CONTROL

La última fase, control, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios.

Para el proyecto en esta fase se realizó una estandarización de las capacitaciones mencionadas anteriormente y además de esto una carte de implementación de la sistema Poka-Yoke así aseguramos la utilización del sistema y se siga utilizando las alternativas de solución.

E. MARCO LEGAL

A continuación se mostraran las diferentes leyes, resoluciones y decretos que afectan el presente el proyecto:

- Decreto 614 de 1982 crea las bases para la organización y administración de la salud ocupacional
- Resolución 2013 de 1986 de 1986 Establece la creación y funcionamiento de los comités de medicina, higiene y seguridad industrial en las empresas.
- Resolución 1016 de 1989 establece el funcionamiento de los programas de salud ocupacional en las empresas
- Decreto 1295 de 1994 establece la afiliación de los funcionarios a una entidad aseguradora de riesgos profesionales (ARP)
- Decreto 1346 de 1994 por el cual se reglamenta la integración, la financiación y el funcionamiento de las juntas de calificación de invalidez.
- Decreto 1772 de 1994 por el cual se reglamenta la afiliación y las cotizaciones al sistema general de riesgos profesionales medidas de protección de salud.
- Decreto 1832 de 1994 por el cual se adopta la tabla de enfermedades profesionales.
- Resolución 6398 de 1991 por la cual se establece procedimientos en materia de salud ocupacional.

VI. METODOLOGIA

Se describe los procedimientos y técnicas de recolección de información utilizadas para alcanzar los objetivos del estudio para esto se preséntala población a quien va dirigido, el enfoque, tipo de investigación y el alcance que tiene el proyecto además las fases de investigación de acuerdo con la metodología DMAIC.

A. ENFOQUE

El enfoque de investigación que tendrá el presente proyecto es de tipo cuantitativo porque requiere de la recolección de datos para su análisis mediante herramientas estadísticas, descriptivas y probabilísticas, considerando variables continuas y discretas mediante la herramienta Minitab.

B. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación que tendrá el presente proyecto será aplicado, dado que se utilizaron los conocimientos adquiridos en el Diplomado Lean Seis Sigma Green Belt para la solución del problema especificado, diseño de un plan de mejora para la reducción de los defectos en el proceso de confección dentro de la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S

C. ALCANCE

El alcance de la investigación es descriptivo y correlacional, puesto que busca especificar las características y propiedades de procesos objetivos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis y conocer la relación que existe entre dos o más conceptos o variables en un contexto en particular. Las restricciones de la investigación son la imposibilidad de sugerir la contratación de nuevo personal, de inversiones económicas, no se modificará la distribución de planta, se mantendrá todo el trabajo de acuerdo a la normativa interna de la empresa con el fin de evitar inconvenientes dentro de la organización.

D. DISEÑO

Al ser un diseño de investigación cuantitativo el diseño puede ser de cuatro tipos

- Diseño pre- experimentales
- Diseño experimentales
- Diseño cuasi- experimentales
- Diseño correlaciones y ex post factores

De acuerdo al presente proyecto el diseño de nuestra investigación es experimental.

E. POBLACION

La población del presente proyecto son las 42 personas que conforman el área de confección en la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S, puesto que son las que están directamente relacionadas con los defectos y reprocesos que se puedan presentar en las operaciones.

F. TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION

Para la recolección de información en el presente proyecto para dar cumplimiento con el objetivo específico número uno se realizará una observación directa en el proceso de confección por parte de los investigadores recolectando los datos en los formatos que se crearon con este fin.

G. FUENTES DE INFORMACION

En el presente proyecto se tendrá fuentes primarias de información, las cuales son resultado de la recolección de datos que se realizó por parte de los investigadores con ayuda de los formatos que se crearon para la toma de y de tiempos, además se tendrán fuentes secundarias que son los datos históricos que la empresa GRUPO OCTUS S.A.S le ha facilitado a los investigadores para la realización de un histórico de los defectos presentes en el proceso de confección y por último se tendrán fuentes terciarias de información que se obtendrá de la revisión de la bibliografía pertinente que permita una mayor comprensión del proyecto y aporte soluciones e ideas para la culminación del proyecto.

H. FASES DEL ESTUDIO

H1. Para el objetivo específico número uno

Se realizará un diagnóstico y recolección de datos mediante visitas en la planta de producción del GRUPO OCTUS S.A.S, con la finalidad de observar las operaciones y tomar muestreos de tiempos en el proceso de confección el cual será sometido al análisis. Para la recolección de los datos se creará un formato que tendrá en cuenta los defectos críticos que se presentan en la operación, qué cantidad de estos se presentan y en cuánto tiempo se realizan los reprocesos.

H2. Para el objetivo específico número dos

Se tiene como fin diseñar un plan de mejora para la reducción de defectos que permita el mejoramiento de la calidad, analizando los datos obtenidos en el objetivo específico número uno, con el fin de determinar cómo se encuentra el proceso actualmente y por tanto encontrar las causas que están generando los defectos en las prendas confeccionadas, para esto se utilizaron

herramientas como el por qué por qué, el diagrama de Ishikawa y los diagramas de Pareto, entre otras.

H3. Para el objetivo específico número tres

Se implementaron alternativas de solución óptima de mejora para la empresa Grupo Octus S.A.S, que girarán en torno a metodologías de ingeniería industrial como lo son Seis Sigma y Lean Manufacturing, teniendo en cuenta herramientas como lo son los gráficos de control, gráficos de Pareto, la 5W, entre otras y se implementara con el fin de reducir el indicador de prendas defectuosas por día, que al momento está en 13.17% y la meta del proyecto es reducirlo a un 2.3% por día.

VII. RESULTADOS POR OBJETIVOS

A. RESULTADOS OBJETIVO. 1

Diagnosticar y determinar las variables críticas que afectan el proceso y generan los defectos en las prendas.

A. ETAPA 1-DEFINICION

Para el diagnóstico de las variables críticas que generan los defectos en el proceso de confección, se aplicó el ciclo DMAIC, a continuación, se mostrará las actividades ejecutadas en el proyecto.

1. PROJECT CHARTER

En la etapa defina se enfoca el proyecto con base a los objetivos planteados, se delimita el alcance y se toma la base meta a la cual se desea llegar, se estima el ahorro esperado con la ejecución del proyecto, sus posibles beneficios y todas aquellas personas que están involucradas en el proceso, para lograr lo anterior se elaboró un Project charter como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Project Chárter.

GRUPO OCTUS S.A.S				
GUIA DE PROYECTO LEAN - SIGMA		Fecha: Agosto 18 2018		
Nombre del Proyecto:	Diseño de un sistema para control y reducción de defectos en el proceso de confeccion en la planta de produccion de la empresa Grupo Octus S.A.S			
Nombre del Líder:	David Alejandro Muñoz C.	e-Mail	david.alejandroy97@outlook.es	
Empresa:	Juan Sebastian Torres A.		jstorresa5@hotmail.com	
		Celular:	3183089191 3158660883	
<p>En el presente estudio se realizó una medición de productos no conformes en el periodo de julio a agosto del presente año para el área de confección de prendas de la empresa Grupo Octus S.A.S. Se encuentra que el promedio de prendas defectuosas diarias es del 13.17% por ende la meta del presente proyecto es reducir el porcentaje a 2.3% como se muestra en la figura 1. Estas prendas defectuosas representan para la planta de producción unos sobre costos de fabricación de: \$ 50.014.196,8 al año. Es importante para controlar los costos de fabricación de los productos del área hacer un estudio de control de calidad. De esta manera se puede lograr un mejoramiento del proceso, y evitar hallazgos de defectos en las prendas confeccionadas por los módulos. Los productos rechazados son reprocesados y recuperados en un proceso adicional.</p>				
Alcance del Proyecto: El proyecto solo aplicara en el proceso de confeccion en la planta de produccion desde la entrada de piezas hasta el momento que se empaca.				
Metas del Proyecto: Llevar al indicador de defectos a un valor de 2,3% de medecion semanal , siendo el actual de 10,3%.				
Variable de Medición:	% Promedio semana de defectos			
Formula de Calculo:	P:(numero de productos defectuosos / numero de productos totales)*100			
Base Line:	8,18%	Current:	13,17%	
		Meta:	2,3%	
Fecha de Inicio del Proyecto: Julio 27 2018				
Fecha de Finalización del Proyecto: Noviembre 3 2018				
Impacto sobre el Negocio:				
Seguridad:	Calidad:	Servicio:	Productividad:	
			Desperdicio:	
Ahorro Esperado en 1 año / \$ Costo Evitado:				
Miembros del Equipo:				
Nombre	Área	Nombre	Área	
Yolanda Quiñonez	Confeccion (Operaria)	Maritza Gutierrez	Confeccion (Operaria)	
Yuli Cattrillon	Confeccion (Operaria)	Yureidy Agudelo	Confeccion (Operaria)	
Lorena Labrada	Confeccion (Operaria)	Marleni Serna	Confeccion (Operaria)	
Soporte Requerido				
Nombre	Área	Nombre	Área	
Andrea Jimenez	Confeccion (Analista de produccion)			
Delfa Benitez	Confeccion (Supervisora de produccion)			
Aprobaciones				
Nombre	Cargo	Fecha	Firma	
Amparo Marin Cardona	Gerente General	Julio 27 de 2018		
Jazmin Chantre Alvarez	Ingenieria de produccion y planeacion	Julio 27 de 2018		
Jhon Jairo Rosas	Gerente de produccion	Julio 27 de 2018		
Cronograma				
Fecha Final de Etapa	DEFINA	1/09/2018	MEDICION	
			ANALISIS	
			MEJORAS	
			CONTROL	
Actividad	Etapa	Fecha	Resultado esperado	Status
Realizacion del project charter	Defina	2/08/2018	Identificacion del problema	
Realizar Digrama de flujo	Defina	15/08/2018	Identificacion del area	
Realizacion del Sipoc	Defina	24/08/2018	Variables criticas	
Realizacion del Voc	Defina	1/09/2018	Factores criticos de calidad e indicadores	
Realizacion del IPO	Defina	1/09/2018	Selección de variables	
Conclusiones				
Resultados				
Periodo Control	Indicador	Objetivo		
Línea Base	10,3	2,3		
Current	42,2	2,3		
mes 2		2,3		
mes 3		2,3		
mes 4		2,3		
mes 5		2,3		
mes 6		2,3		
mes 7		2,3		
YTD Ano				

Desempeño: % de Desperdicio Línea 7

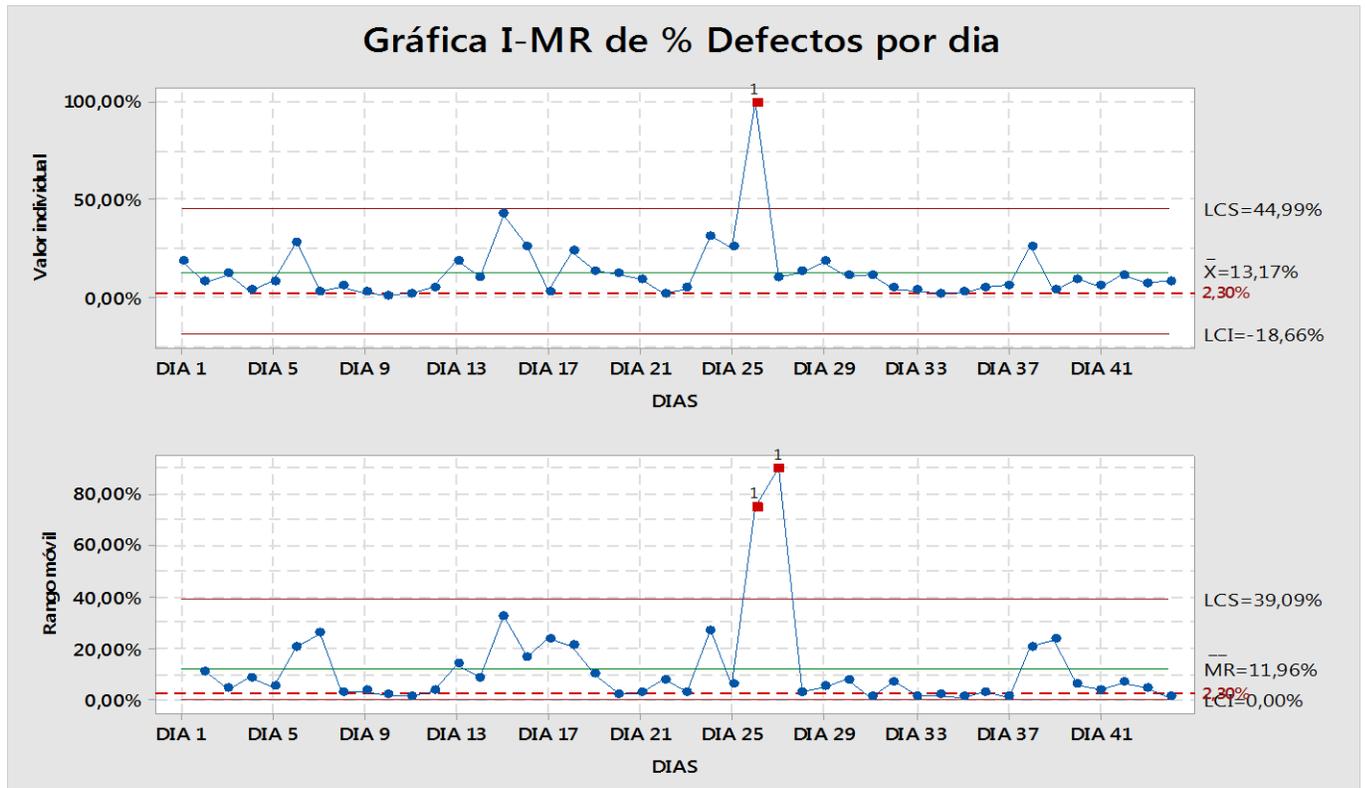
Categoría	Valor (%)
Línea Base	10,3
Current	42,2
mes 2	-
mes 3	-
mes 4	-
mes 5	-
mes 6	-
mes 7	-
YTD Ano	-
Objetivo	2,3

Fuente: Autores.

2. ESTIMACION DE LA META

Tomando como base la información de la cantidad de prendas defectuosas, en los meses de julio y agosto del año 2018 en el área de confección, se realiza la investigación del comportamiento, con el fin de identificar la línea base del proyecto.

Gráfico 2. Gráfico de control porcentaje defectuosos periodo Jul-Ago. 2018.



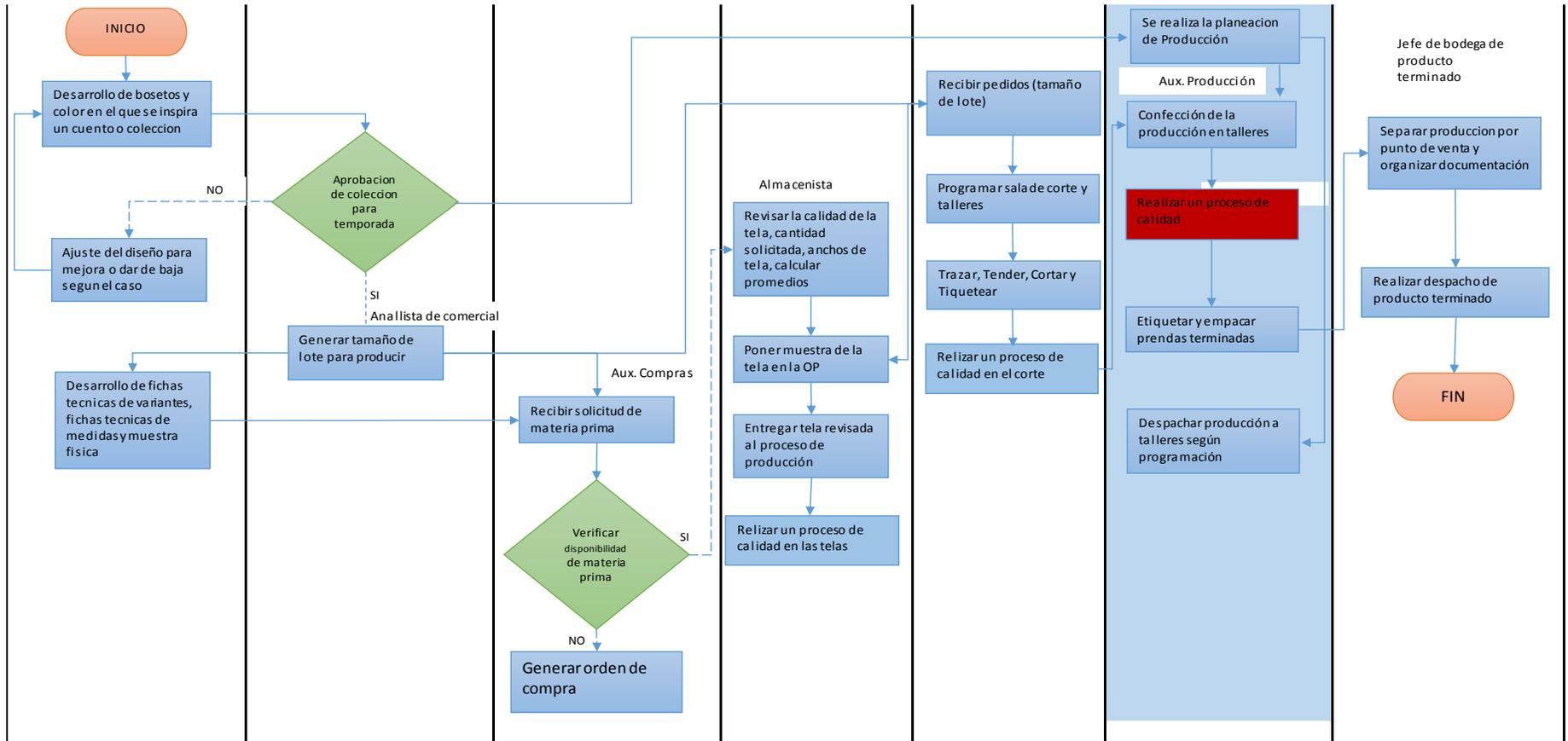
Fuente: Autores.

Como se puede observar en el gráfico 2 se determinó que en el periodo de julio y agosto del 2018 el promedio del porcentaje de prendas defectuosas diarias era de 13.17%, además se identificó la línea base del proyecto con valor igual a 8.18%, por otro lado se determinó que la meta del proyecto sería reducir el promedio del porcentaje de prendas defectuosas diarias a un 2.3% como máximo.

3. RECONOCIMIENTO DEL PROCESO

Es de vital importancia identificar el proceso relacionado con el problema que es tema del proyecto, con el fin de observar oportunidades de mejora, por medio de un diagrama de proceso que otorga una vista macro del proceso y de las relaciones dentro de la empresa, donde se definen sus límites, además del punto de inicio y de fin del proceso de confección que es el que requiere una mejora. En la Figura 4, se observa el proceso de confección en la planta de producción de la empresa Grupo Octus S.A.S desde el desarrollo de los bocetos hasta el despacho de los productos terminados.

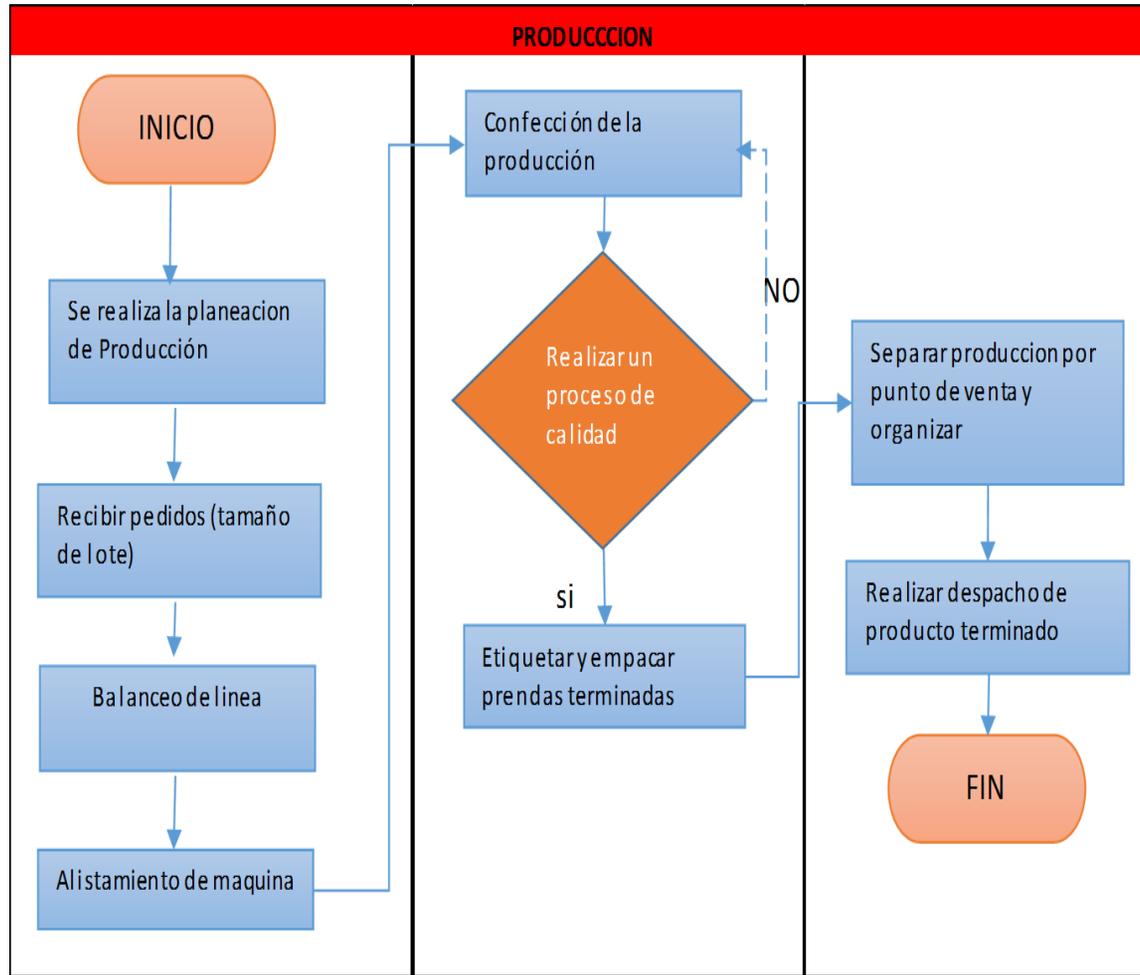
Figura 4. Diagrama de proceso empresa Grupo Octus S.A.S



Fuente: Elaboración propia.

Con el diagrama de proceso se pudo obtener una visión clara del proceso que debe seguir una prenda, desde su diseño hasta su empaque, lo que permitió entender el proceso y determinar en qué parte de éste se enfocara el proyecto. Como se observa en la figura 5 el proyecto se basara en el proceso de producción (confección) de la empresa Grupo Octus S.A.S

Figura 5. Diagrama de proceso área de producción.

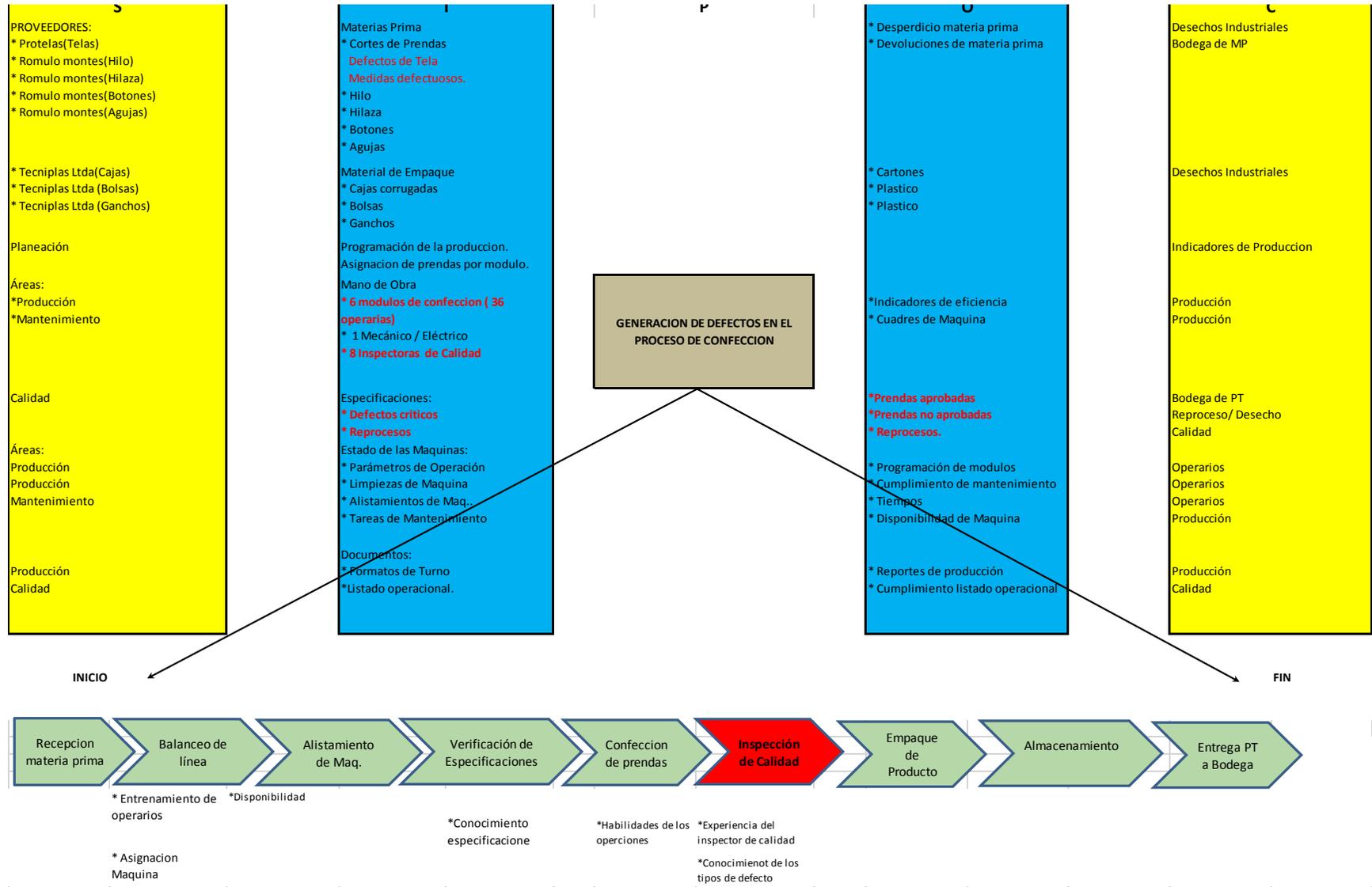


Fuente: Autores

4. MAPEO DEL PROCESO

Con la construcción del SIPOC, se obtiene una vista macro de todo el flujo del proceso de confección y sus relaciones dentro de la empresa, donde se define el punto de inicio y el final del proceso que requiere la intervención. De la misma manera, se genera una visión más amplia de los elementos con mayor relevancia dentro del proceso. A continuación, en la figura 6 se observa el SIPOC del proceso de confección de la empresa Grupo Octus, desde sus proveedores hasta los clientes.

Figura 6. Diagrama "SIPOC" proceso de confección de la empresa Grupo Octus S.A.S.

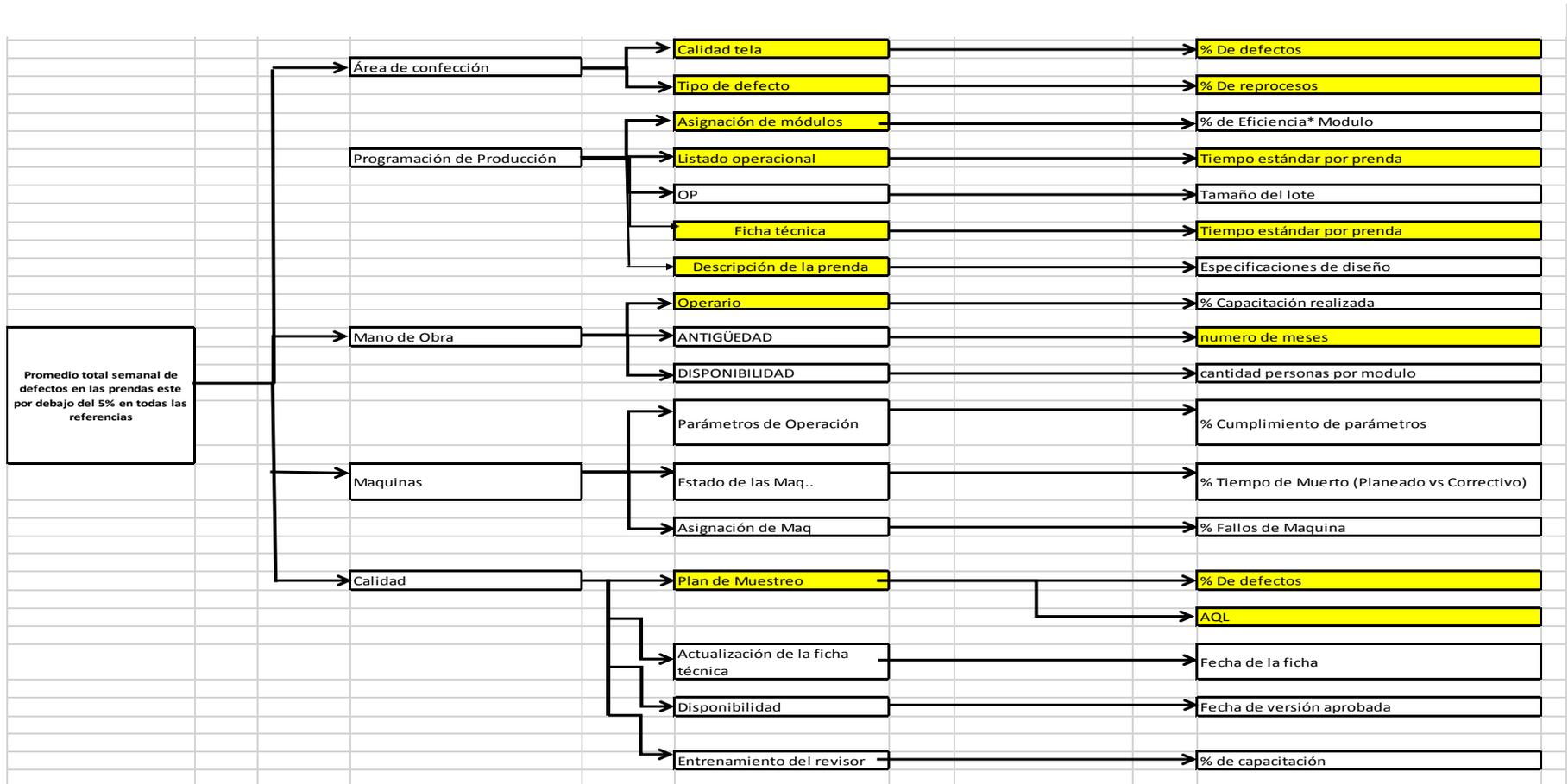


Fuente: Autores

5. VOZ DEL CLIENTE

El VOC, es una herramienta que permite describir las necesidades de los clientes y la percepción de éstos sobre el producto, con la ayuda de indicadores que permiten identificar las funciones y especificaciones críticas. El uso de esta herramienta permite obtener indicadores adecuados para medir y validar la veracidad de la información. Como se observa en la figura 7 uno de los indicadores más importantes es el del porcentaje de prendas defectuosas por lote, ya que los clientes son perciben la calidad como algo sumamente importante para ellos.

Figura 7. Diagrama voz del cliente "VOC" de la empresa Grupo Octus.



Fuente: Autores

CONCLUSION DE LA ETAPA

- Al concluir esta etapa queda claro que el objetivo del proyecto va enfocado a la reducción de los defectos presentes en las prendas producidas en el proceso de confección en la planta de producción de la empresa Grupo Octus S.A.S, de la misma forma se define un ahorro esperado al finalizar el proyecto. Se estableció una meta partiendo de los datos recopilados en los meses de julio y agosto del presente año.

B. ETAPA MEDIR

En etapa medir se identificó y se reunieron los datos detallados del porcentaje de prendas defectuosas diarias teniendo en cuenta la cantidad del lote y las prendas que presentan no conformidades, con el fin de determinar el estado actual del proceso y determinar las posibles causas del porcentaje de prendas defectuosas y por tanto las causas de los costos de no calidad.

1. PLAN DE RECOLECCION DE DATOS

La empresa Grupo Octus cuenta con un formato para la recolección de datos, en donde se tienen en cuenta el modulo que realiza la prenda, el tipo de prenda, la referencia de la prenda, el tamaño del lote, el tipo de defecto que se presenta en la operación y el total de productos defectuosos que salieron de la operación, como se puede observar a continuación en la tabla 1.

Mediante el formato observado en la tabla 1, se recolectaron 44 datos teniendo en cuenta los periodos de julio, agosto y la primer semana de septiembre del 2018, tomando en cuenta el tamaño del lote, el número de prendas que presentaban no conformidades y el porcentaje de defectuosas por día como se muestra a continuación.

Tabla 2.Recolección de datos de los meses julio-agosto.

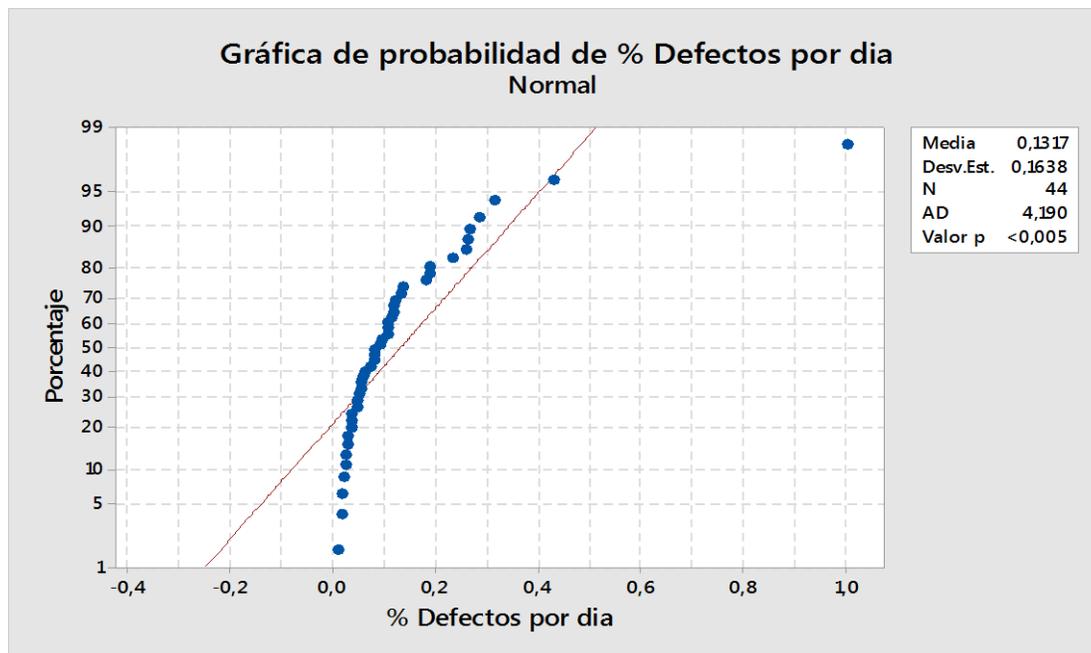
DIAS	# PRENDAS CONFECCIONADAS	# NUMERO DEFECTOS	% Defectos por día
DIA 1	134	25	0,186567164
DIA 2	911	72	0,079034029
DIA 3	134	16	0,119402985
DIA 4	786	27	0,034351145
DIA 5	285	23	0,080701754
DIA 6	1078	306	0,283858998
DIA 7	2352	68	0,028911565
DIA 8	2762	156	0,056480811
DIA 9	2527	64	0,025326474
DIA 10	1465	14	0,009556314
DIA 11	760	15	0,019736842
DIA 12	480	25	0,052083333
DIA 13	970	182	0,187628866
DIA 14	693	73	0,105339105
DIA 15	220	94	0,427272727
DIA 16	530	140	0,264150943
DIA 17	908	25	0,02753304
DIA 18	1389	324	0,233261339
DIA 19	219	30	0,136986301
DIA 20	620	73	0,117741935
DIA 21	719	67	0,093184979
DIA 22	678	12	0,017699115
DIA 23	220	10	0,045454545
DIA 24	201	63	0,313432836
DIA 25	144	37	0,256944444
DIA 26	235	235	1
DIA 27	535	56	0,104672897
DIA 28	1011	133	0,131552918
DIA 29	1950	353	0,181025641
DIA 30	573	61	0,106457243
DIA 31	299	34	0,113712375
DIA 32	292	14	0,047945205
DIA 33	394	14	0,035532995
DIA 34	340	6	0,017647059
DIA 35	670	17	0,025373134
DIA 36	1351	71	0,052553664
DIA 37	660	40	0,060606061
DIA 38	774	204	0,263565891
DIA 39	387	13	0,033591731
DIA 40	517	47	0,090909091
DIA 41	577	31	0,05372617
DIA 42	559	65	0,11627907
DIA 43	561	41	0,073083779
DIA 44	1174	96	0,081771721

Fuente: Autores

2. PRUEBA NORMALIZACION DE DATOS

Usando la información del porcentaje de prendas defectuosas diarias desde el periodo de julio hasta agosto de 2018, se realizó la prueba de normalidad de los datos con ayuda de la herramienta Minitab, la cual arrojó que el valor de p era menor a 0.005 como se muestra en el gráfico 3, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal

Gráfico 3. Gráfica de probabilidad de % defectos por día.

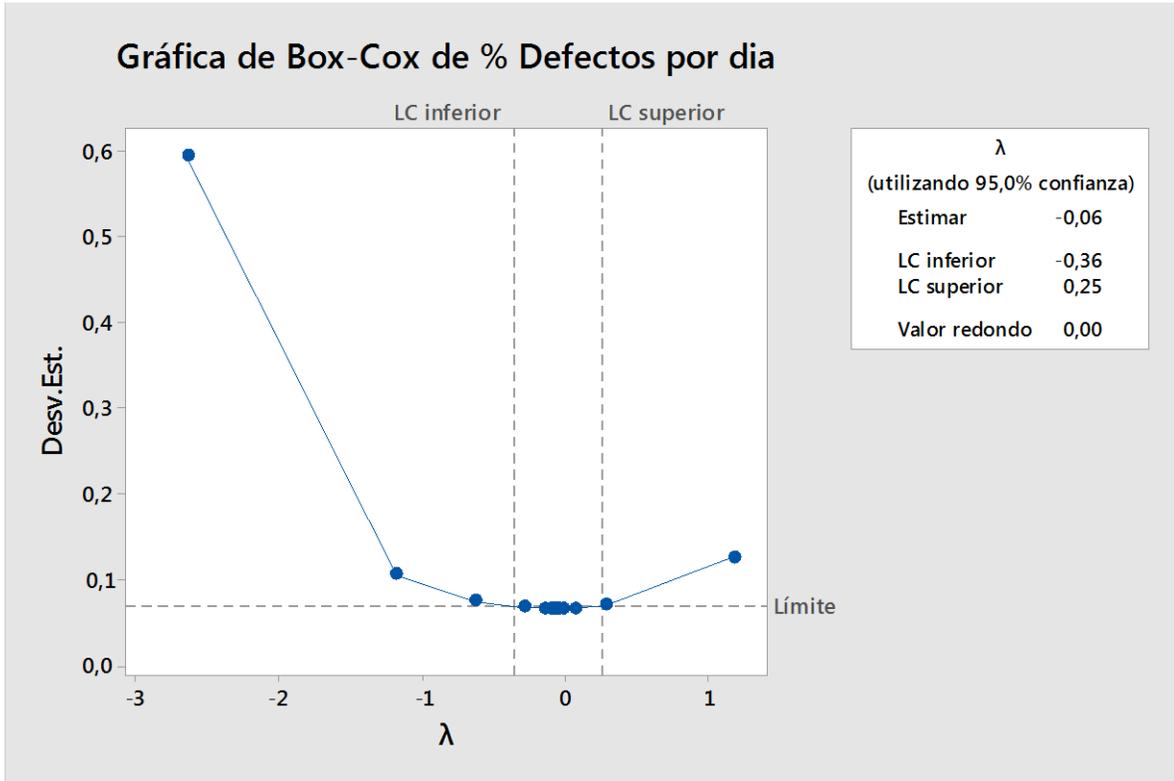


Fuente:

Autores

Como se observa en el gráfico 3 los datos no siguen una distribución normal, por lo que se procedió a realizar la transformación de los datos por medio de Box-Cox, donde se busca obtener el valor de λ como se muestra en el gráfico 4 se obtuvo un valor de $\lambda=0$.

Gráfico 4. Gráfica de BOX-COX de % defectos por día.



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la tabla 3 se obtiene la fórmula para llevar a cabo la transformación de los datos, tomando en cuenta el valor de λ encontrado anteriormente.

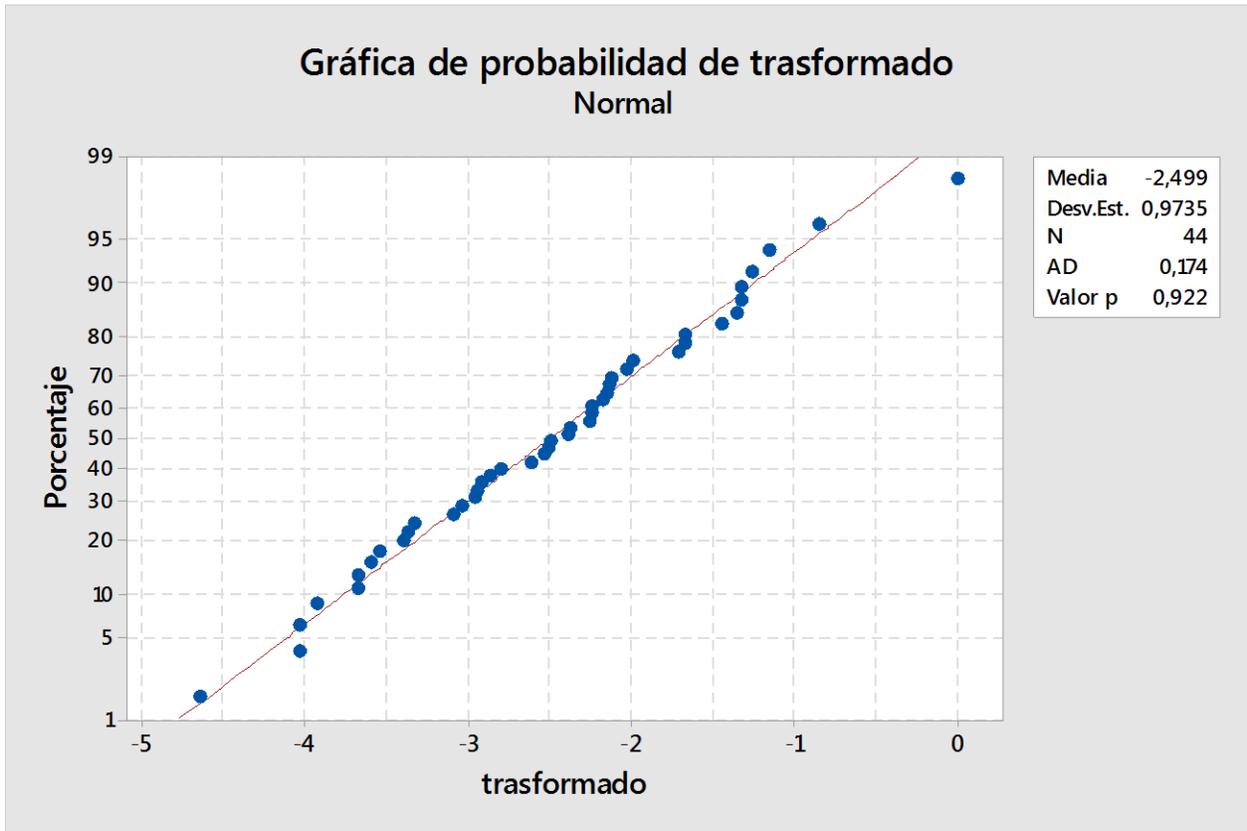
Tabla 3. Tabla de transformaciones.

Potencia	Transformación	Descripción
$\lambda_1 = 2$	$Y' = Y^2$	Cuadrado
$\lambda_1 = 1$	$Y' = Y$	Datos sin Transformar
$\lambda_1 = 0.5$	$Y' = \sqrt{Y}$	Raíz Cuadrada
$\lambda_1 = 0.333$	$Y' = \sqrt[3]{Y}$	Raíz Cúbica
$\lambda_1 = 0$	$Y' = \ln(Y)$	Logaritmo
$\lambda_1 = -0.5$	$Y' = \frac{1}{\sqrt{Y}}$	Raíz Cuadrada Inversa
$\lambda_1 = -1$	$Y' = \frac{1}{Y}$	Reciproco

Fuente: Autores.

En el gráfico 5 se puede observar el comportamiento de los datos después de la transformación Box-Cox

Gráfico 5. Gráfica de probabilidad de los datos transformados.

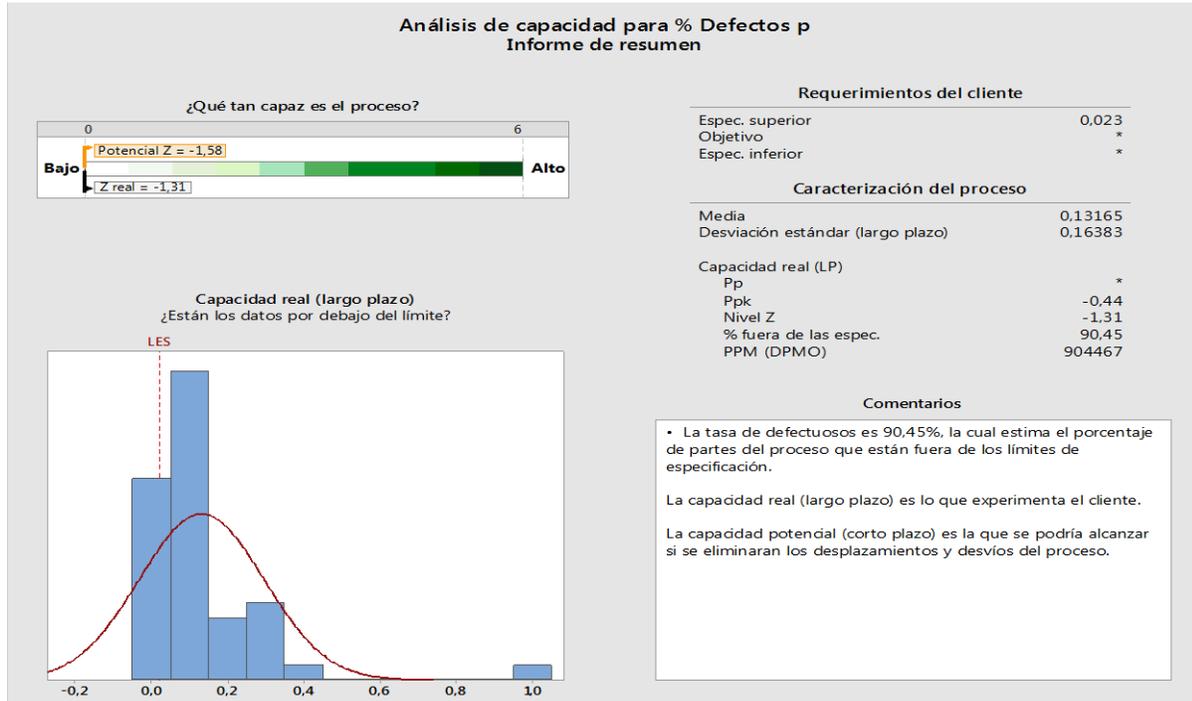


Fuente: Autores

3. CAPACIDAD DEL PROCESO

Posterior a la transformación de los datos, se realizó el cálculo de la capacidad del proceso, como se puede observar en el gráfico 6.

Gráfico 6. Análisis de capacidad de proceso.



Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta el análisis de la capacidad del proceso se obtiene un Ppk -0.44 lo que indica que el proceso tiene un rendimiento adecuado en el largo plazo, el valor negativo nos indica que la distancia entre la media y el límite de especificación es significativa y por tanto el proceso no es el adecuado y se requiere un control más estricto, por último el DPMO = 904467, lo que es un número muy alto de prendas defectuosas por millón de prendas confeccionadas.

CONCLUSION ETAPA MEDIR

- Para realizar esta etapa se tomaron los datos recolectados desde julio hasta la primera semana del mes de septiembre.
- Con la ayuda de la herramienta Minitab, se obtuvo un Ppk= - 0,44, lo que permite concluir que el proceso es deficiente

C. ETAPA 3-ANALIZAR

En esta fase se realiza el análisis de los datos obtenidos en la anterior etapa con el fin de determinar cuáles son las posibles causas raíces del problema, con la ayuda de la metodología DMAIC se identificaron las causas principales que afectan el porcentaje de prendas defectuosas, con el fin de atacarlas y poder lograr la meta del proyecto.

1. HIPOTESIS

Se realiza una prueba ANOVA para determinar si los módulos producían la misma cantidad de prendas defectuosas o por el contrario había un módulo que producía más prendas defectuosas teniendo en cuenta los datos recolectados en la etapa anterior, como se puede observar en la figura 8 el valor $p=0.995$ indica que se acepta la hipótesis nula de que todas las medias son iguales, por lo tanto los seis módulos producen la misma cantidad de prendas defectuosas..

Figura 8.ANOVA.

ANOVA de un solo factor: CANTIDAD DE DEFECTOS_1 vs. MODULOS_1

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Nivel					
	es	Valores				
MODULO S_1	6	MODULO 1.	MODULO 2.	MODULO 3.	MODULO 4.	MODULO 5. MODULO 6

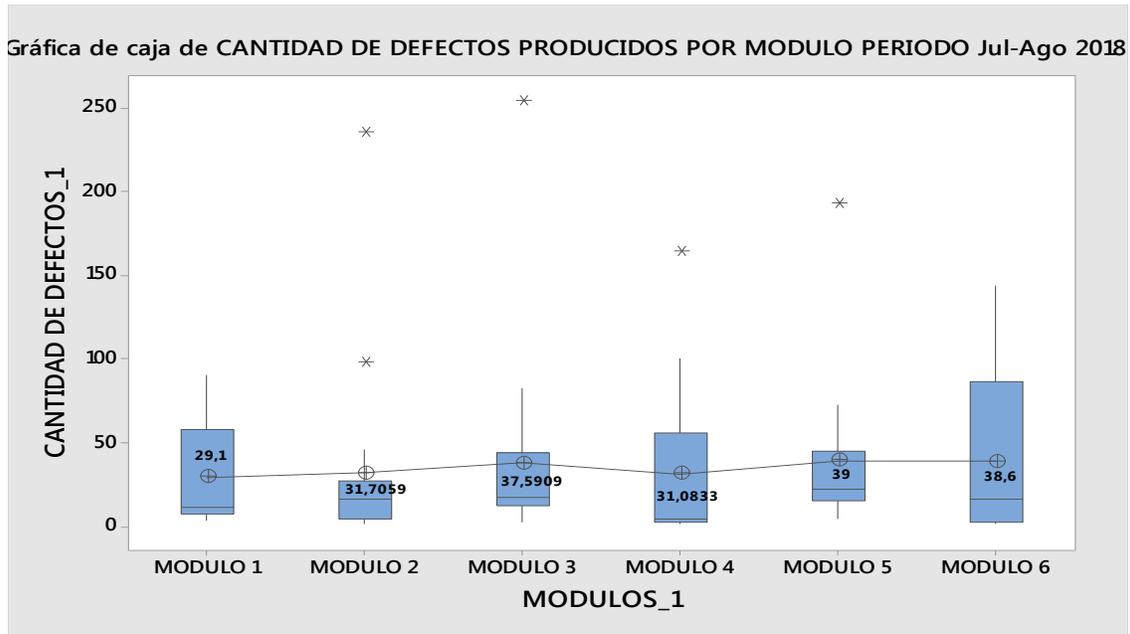
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MODULOS_1	5	1122	224,3	0,08	0,995
Error	73	196660	2694,0		
Total	78	197781			

Fuente: Autores

En el gráfico 7 se observa que el la media varía en cada módulo, pero no es variación significativa estadísticamente

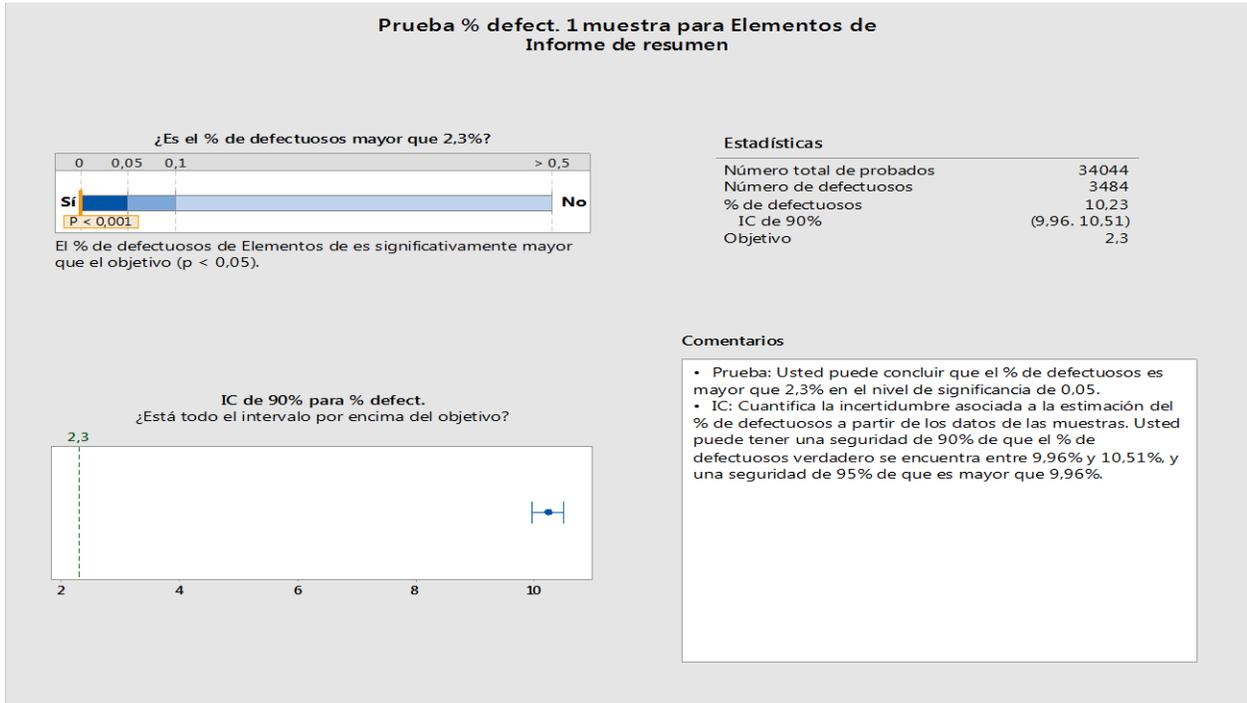
Gráfico 7. Grafica de cajas cantidad de defectos por modulo.



Fuente: Autores

Además, se realizó un prueba de hipótesis con el fin de determinar el porcentaje de prendas defectuosas actual, está por encima de la meta estipulada para el proyecto que es 2.3%, como se puede observar en figura 9, en donde se determinan que el porcentaje actual de prendas defectuosas está entre 9.96% y 10.51% con un nivel de significancia del 0.05.

Figura 9. Prueba porcentaje defectos.



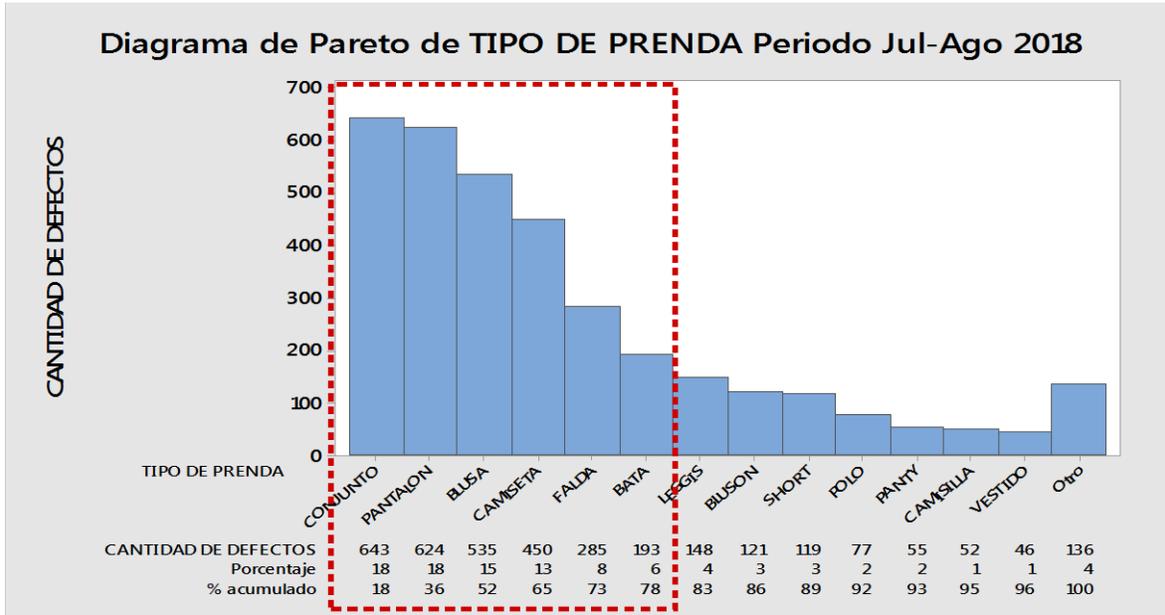
Fuente: Autores

2. DIAGRAMAS DE PARETO

Con el fin de determinar las prendas en las cuales se presentan el mayor número de defectos, se realiza un gráfico de Pareto como se observa en el gráfico 8, obteniendo como resultado que las prendas que presentan el mayor número de defectos y por lo tanto serán las prendas objetivos del proyecto son:

- Conjunto
- Pantalón
- Blusa
- Camiseta
- Falda
- Bata

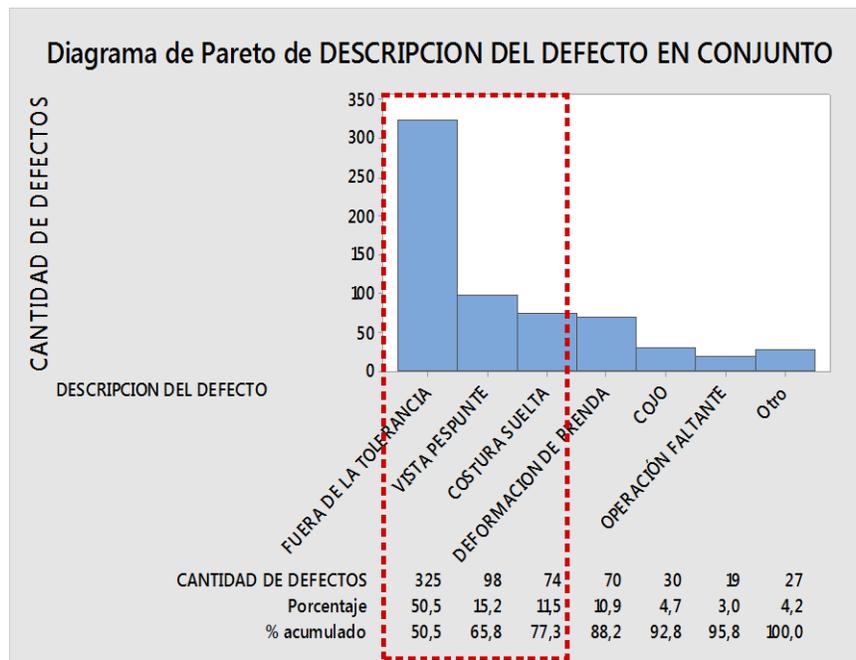
Gráfico 8. Diagrama de Pareto tipo de prenda



Fuente: Autores

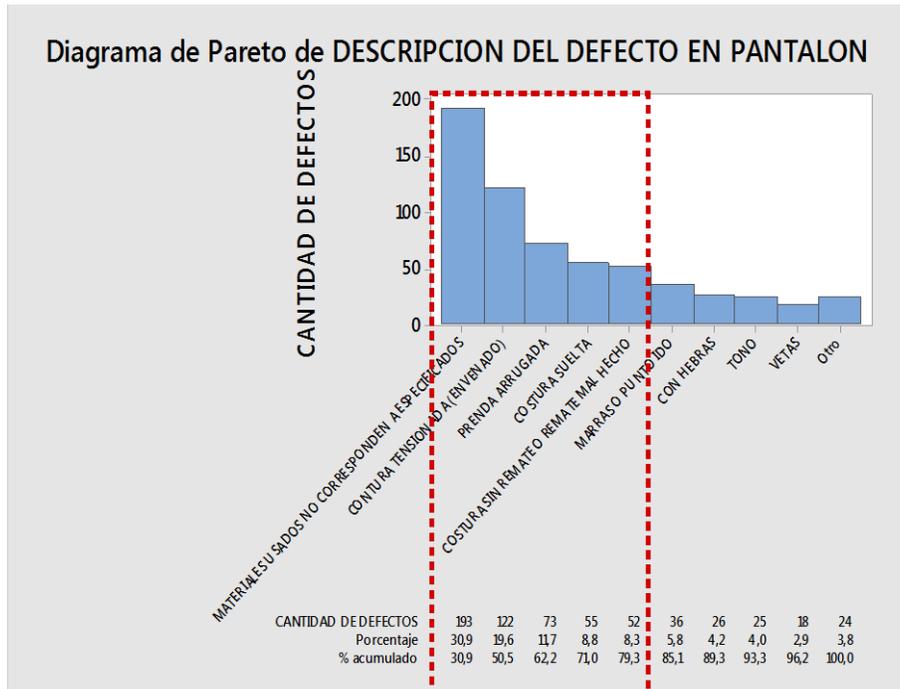
Posteriormente se realizó un gráfico de Pareto para las prendas objetivos de los proyectos encontrados en el gráfico 8, como se puede observar a continuación.

Gráfico 9. Diagrama de Pareto de descripción del defecto en conjunto.



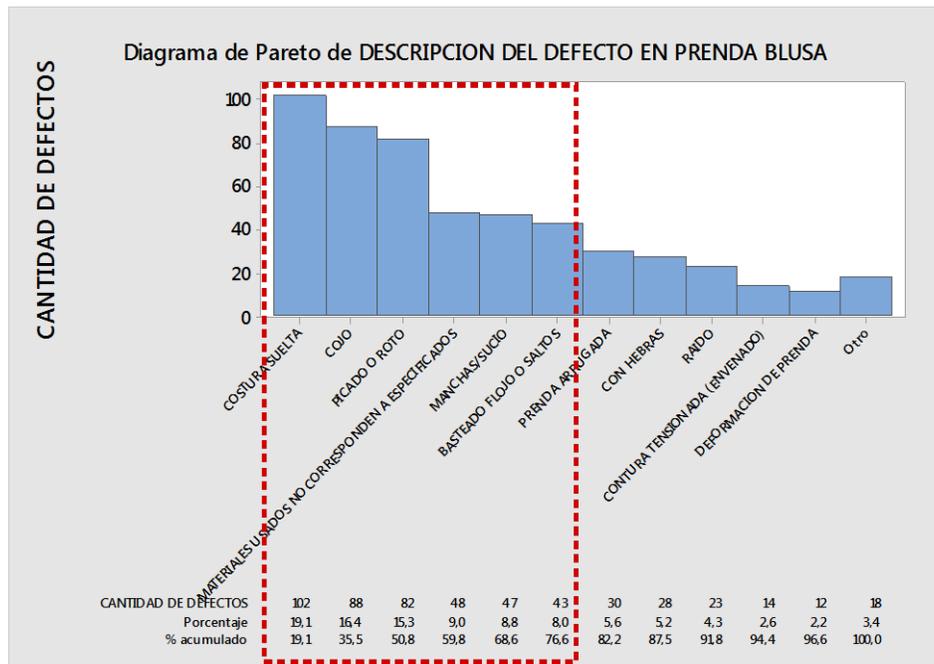
Fuente: Autores

Gráfico 10. Diagrama de Pareto de descripción del defecto en pantalón.



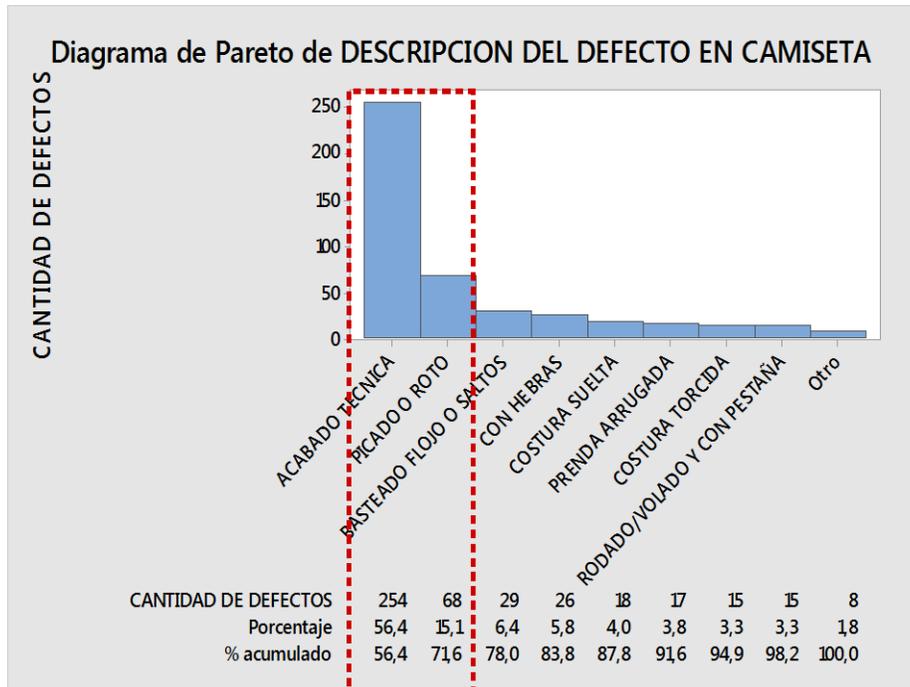
Fuente: Autores

Gráfico 11. Diagrama de pareo de descripción del defecto en la prenda blusa.



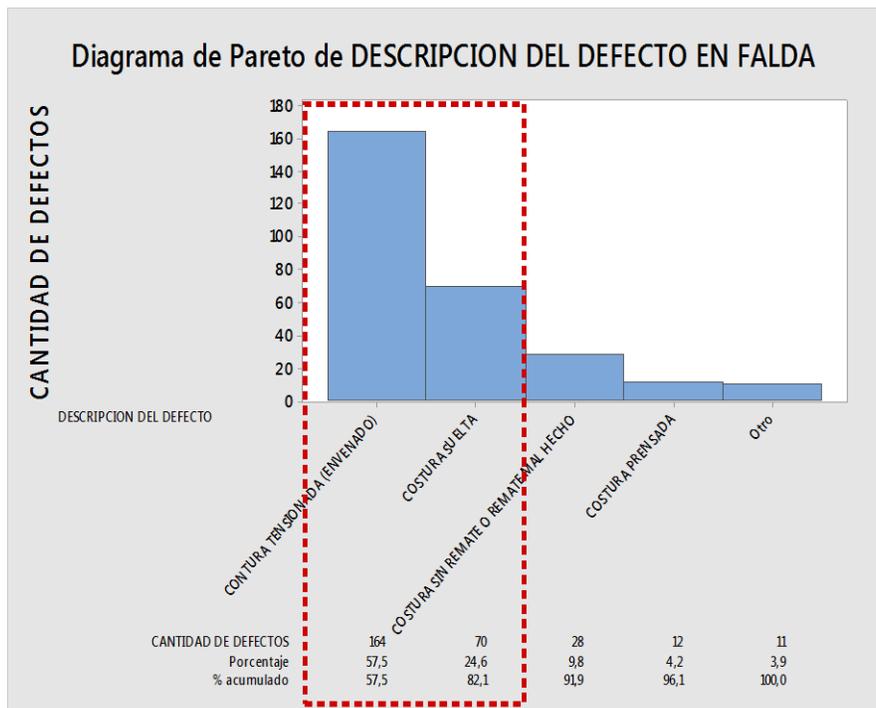
Fuente: Autores

Gráfico 12. Diagrama de Pareto de descripción del defecto de las prenda camiseta.



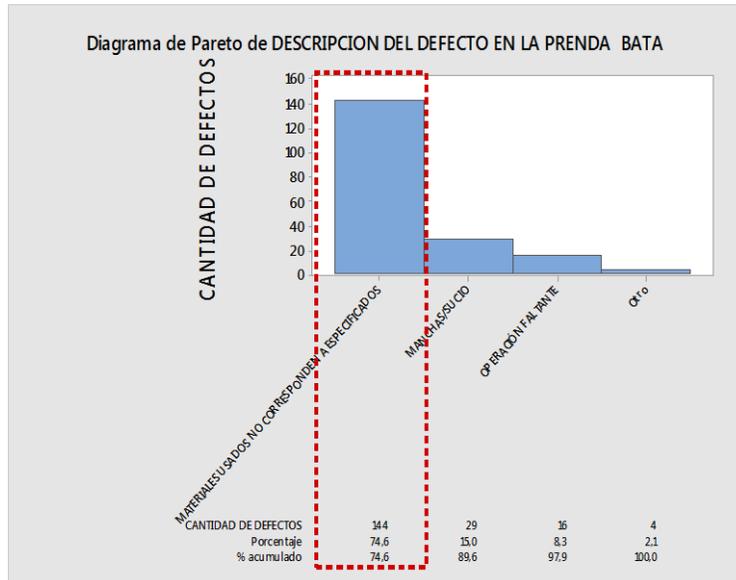
Fuente: Autores.

Gráfico 13. Diagrama de Pareto por descripción del defecto en falda.



Fuente: Autores

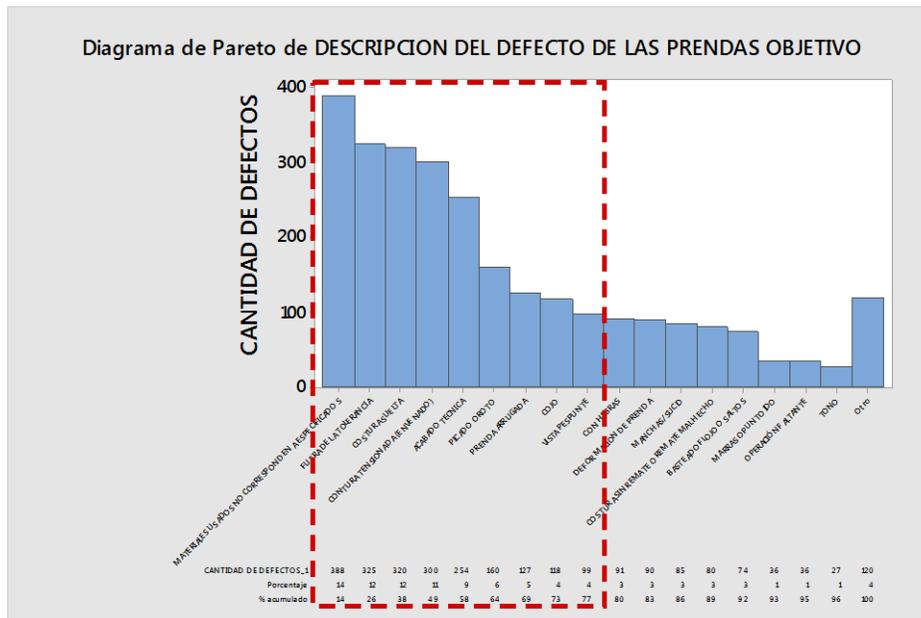
Gráfico 14. Diagrama de Pareto por descripción del defecto Bata.



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los defectos presentes en las seis prendas objetivas se realizó un diagrama de Pareto para determinar cuáles de estos defectos eran los que más impactaban la calidad de las prendas, como se observa en el gráfico 15.

Gráfico 15. Diagrama de Pareto de descripción del defecto de las prendas objetivo.



Fuente: Autores

De acuerdo al gráfico 15 se obtiene como resultado que los defectos que más impactan las prendas objetivos son:

- Materiales usados no corresponden con especificación
- Fuera de tolerancia
- Costura suelta
- Costura tensionada
- Acabado técnico
- Picado o roto
- Prenda arrugada
- Cojo
- Vista pespunte

3. MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO

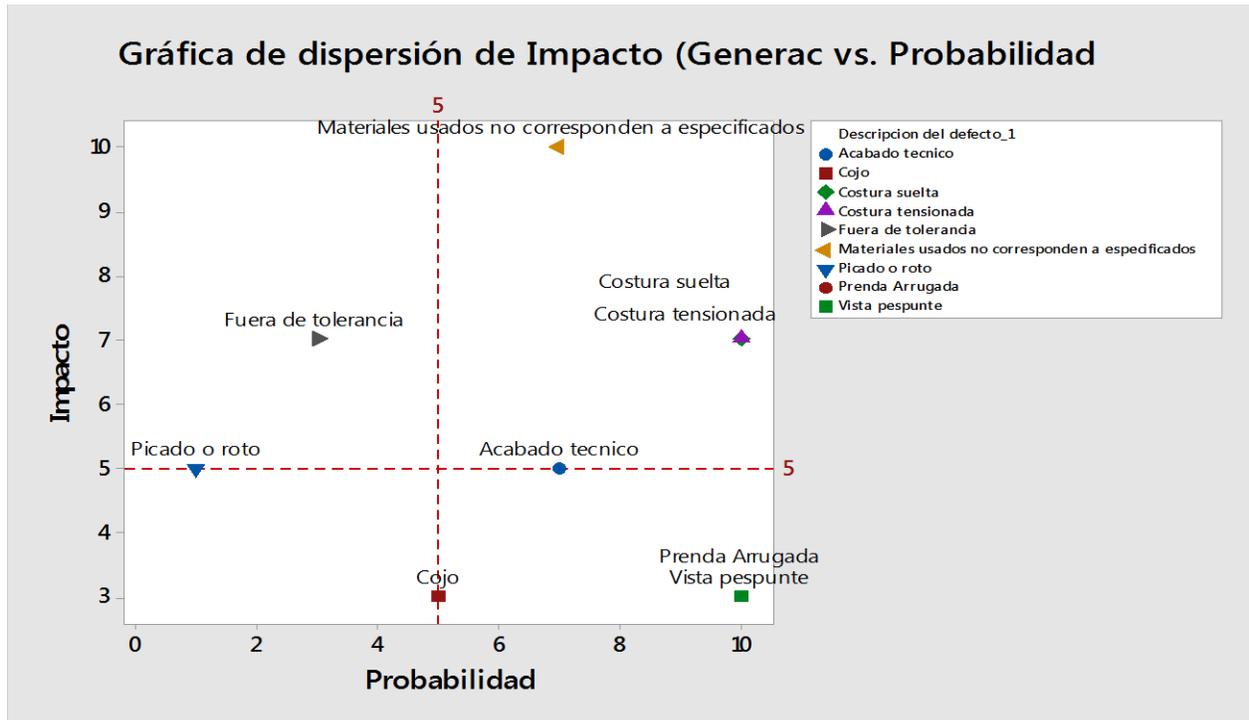
Se realiza una matriz de probabilidad e impacto de los defectos presentes en las prendas objetivos observados en el gráfico 15 con el fin de realizar un gráfico de dispersión para determinar cuáles son los defectos que más generan reprocesos y se pueden recuperar con mayor facilidad, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Probabilidad e Impacto.

Item	Descripción del defecto	Cantidad de defectos	Impacto (Generación de reproceso)	Probabilidad (Recuperación)
1	Materiales usados no corresponden a especificados	388	10	7
2	Fuera de tolerancia	325	7	3
3	Costura suelta	320	7	10
4	Costura tensionada	300	7	10
5	Acabado técnica	254	5	7
6	Picado o roto	160	5	1
7	Prenda Arrugada	127	3	10
8	Cojo	118	3	5
9	Vista pespunte	99	3	10

Fuente: Autores

Gráfico 16. Gráfica de dispersión probabilidad e impacto



Fuente: Autores

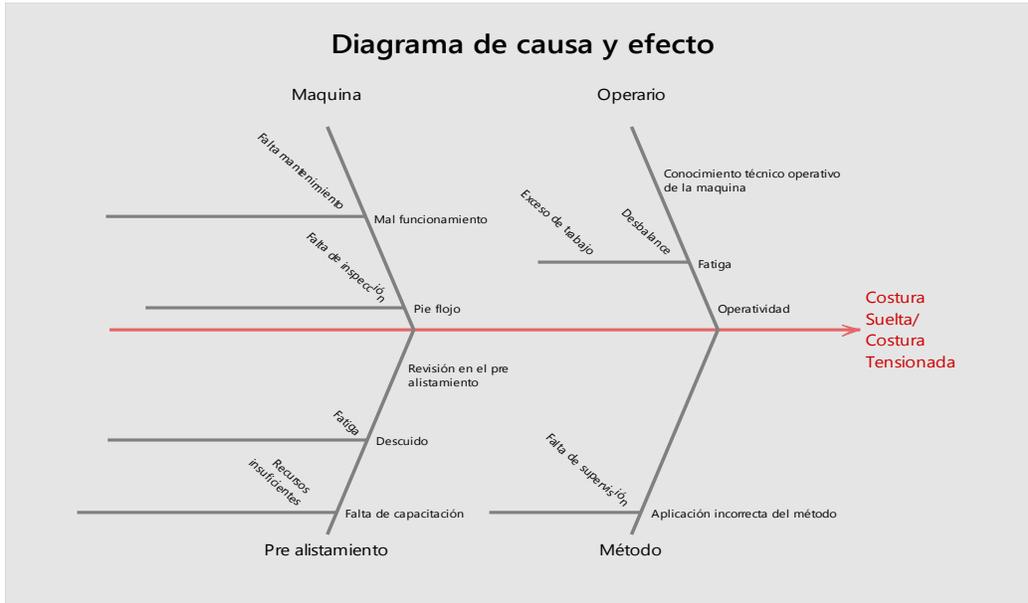
Como se puede observar en el gráfico 16 los defectos que generan mayor número de reprocesos y son más factibles para recuperar son los siguientes:

1. Materiales usados no corresponden a especificados
2. Costura suelta
3. Costura tensionada
4. Acabo técnico.

4. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

Se procede a la realización de diagramas causa-efecto sobre los defectos identificados en la gráfica de probabilidad e impacto para identificar las causas que generan estos cuatro defectos como se observa en el gráfico 17, gráfico 18, gráfico 19.

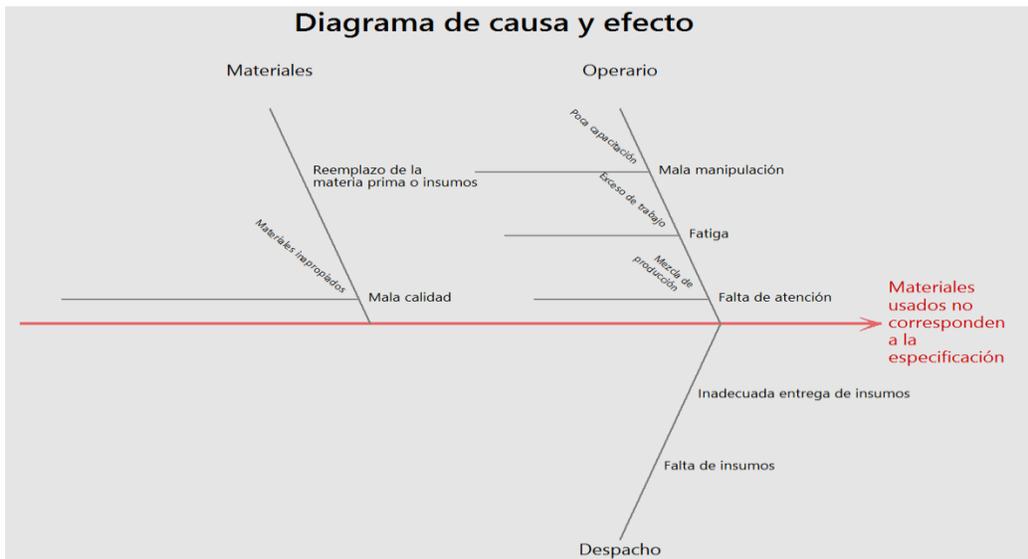
Gráfico 17. Diagrama causa efecto costuras sueltas y costura tensionada.



Fuente: Autores

De acuerdo al gráfico 17 los defectos de costura suelta y costura tensionadas se están causando debido la inadecuada operatividad de las operarias y por el mal funcionamiento de la maquinaria.

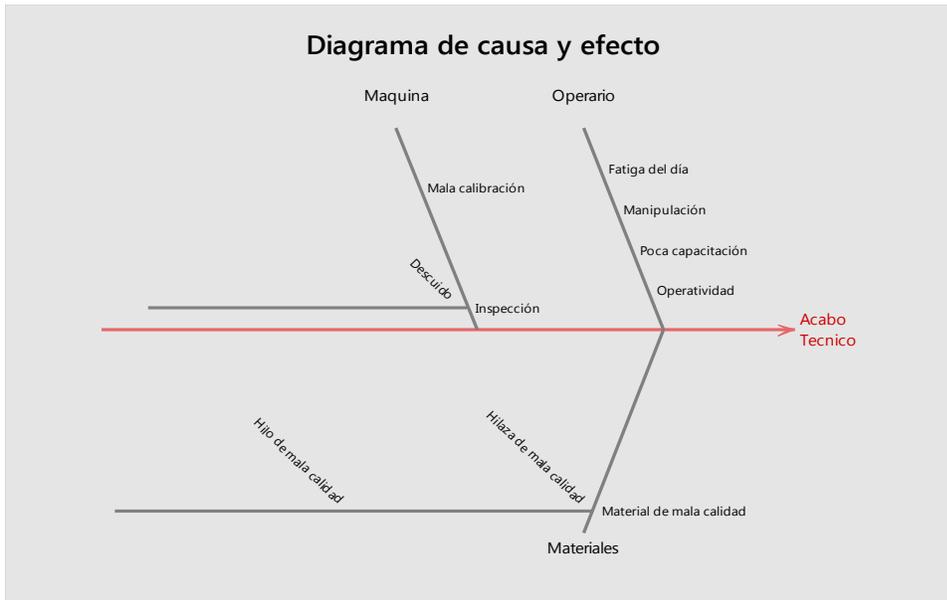
Gráfico 18. Diagrama causa efecto materiales usados no corresponden a especificaciones.



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta lo observado en el gráfico 18, el defecto de materiales usados no corresponden a la especificación se está causando por la falta de insumos y la inadecuada entrega de éstos.

Gráfico 19. Diagrama causa efecto acabado técnico.



Fuente: Autores

Observando el gráfico 19 se determinó que la operatividad y la inadecuada manipulación por parte de las operarias están causando el defecto de acabado técnico.

5. 5 PORQUE

Teniendo en cuenta las causas detectadas en los gráficos de causa-efecto, se realiza la selección de las causas comunes presentes en los defectos para someterlas a un análisis con la herramienta de los cinco porque, con el fin de determinar las causas raíces que producen estos defectos como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5.5 por qué- por qué.

Causas	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz
Mala calidad al ingresar la materia prima	Porque no se tiene un proceso estandarizado de revisión	Porque no hay una capacitación establecida, solo inducción	porque no se tiene el personal calificado o con el conocimiento respectivo	No existe un proceso de revisión estandarizado para el ingreso de la materia prima
Falta de inspección de la máquina	Porque no se tiene conocimiento sobre la máquina	Porque el personal no fue instruido correctamente	Porque falta el personal con el conocimiento para dar capacitación o hacer la inspección de máquinas	No existe un proceso de capacitación para la inspección de la máquina antes y durante el proceso
Operatividad	porque el proceso de confección de la prenda contiene muchas operaciones manuales	porque el proceso de confección de la prenda tiene muchas operaciones que no son del conocimiento total del operario	porque el proceso de confección de la prenda tiene operaciones en diferentes tipos de máquinas	falta de habilidad operativa

Fuente: Autores

Posteriormente se realizó una matriz de afinidad como conector de termino entre la herramienta por qué-por qué y la matriz FMEA, que se observa a continuación en la figura 9.

Figura 9. Matriz de afinidad.



Fuente: Autores

6. MATRIZ FMEA

Se realiza la matriz FMEA como se observa en la tabla 6 con el fin de identificar los problemas potenciales y sus posibles efectos que están generando cada sub-proceso del proceso de confección para realizar una priorización y centrar los esfuerzos en los que mayor NPR presenten, teniendo en cuenta que el efecto roto no se puede reprocesar, por lo que se centraran esfuerzos en los defectos que generen reprocesos para la empresa Grupo Octus.

Tabla 6. Matriz FMEA.

Matriz FMEA												
Pasos proceso	Efecto	Causa	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Acción correctiva	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Pre alistamiento	Materiales usados no corresponden a la especificación	Error en la entrega de materia prima	7	9	9	567	Control de recepción de materia prima	7	5	4	140	
Collarín	Costura sucia	Manipulación inadecuada de la tela y de la máquina	6	4	3	72	Contratación de empleados Capacitación en manejo de material y de maquinarias	6	2	2	24	
		Máquina mal ajustada	7	8	1	56	Manual de uso de la máquina Pre alistamiento de máquina	7	4	1	28	
Collarín con sesgo	Acabado técnico	Operatividad	8	3	7	168	Contratación de nueva tecnología POKA YOKE	8	1	2	16	
		Inadecuada manipulación del operario	6	4	1	24	Capacitación en manejo de material y de maquinarias	6	2	1	12	
Plata	Roto	Inadecuada uso de aguja	8	4	7	224	Estandarización de el uso adecuado de maquinarias Revisión previo de comportamiento de la tela	8	2	5	80	
Fileteadora	Costura tensionada	Diferencial de la máquina mal ajustado	7	8	1	56	Manual de uso de la máquina Pre alistamiento de máquina	7	1	2	14	
		Operatividad	8	3	7	168	Compra de maquinaria nueva POKA YOKE	8	4	1	32	
Fileteadora con punta de seguridad	Costura recia	Diferencial de la máquina mal ajustado	7	8	1	56	Manual de uso de la máquina Pre alistamiento de máquina	7	1	1	7	
Ruche	Acabado técnico	Inadecuada manipulación del operario	7	3	1	21	Contratación de empleados Capacitación en manejo de material y de maquinarias	1	1	1	1	
		Operatividad	8	3	6	144	Contratación de nueva tecnología POKA YOKE	8	1	6	48	

Fuente: Autores

Se realizó una evaluación de alternativas de solución para determinar cuáles serán las que mayor impacto generen en la solución del problema y que no conlleven tanto esfuerzo o dificultad para poder implementarlas.

En la tabla 7 se realiza la calificación de acuerdo al impacto y el esfuerzo que requiere cada alternativa de solución

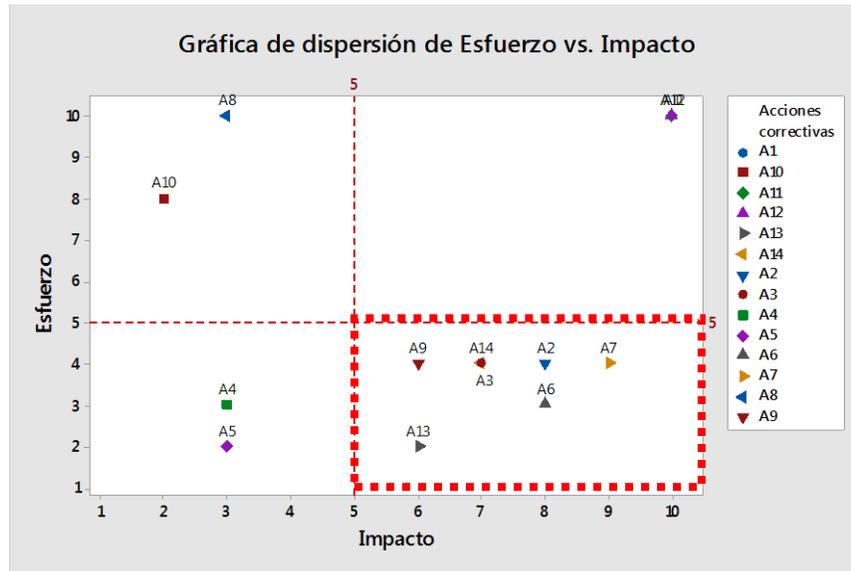
Tabla 7. Tabla evaluación de alternativas.

Acciones correctivas	Impacto	Esfuerzo
Contratación de empleados	10	10
Capacitación en manejo de maquinas	8	4
Capacitación en manejo de material	7	4
Manual de uso de la maquina	3	3
Pre alistamiento de maquina	3	2
Diseño de un mecanismo Poka - yoke para el corte de la longitud de elástico	8	3
Implementación de un mecanismo Poka-Yoke para el corte de la longitud de elástico	9	4
Estandarización de el uso adecuado de maquinaria	3	10
Estandarización del proceso de materia prima	6	4
Revisión previa de comportamiento de la tela	2	8
Contratación de nueva tecnología	10	10
Compra de maquinas nuevas	10	10
Diseño de un proceso de revisión	6	2
Implementación de un proceso de revisión	7	4

Fuente: Autores

De acuerdo a la calificación observada en la tabla 7, se realizó un gráfico de probabilidad para determinar cuáles alternativas requerían menos esfuerzo pero causan mayor impacto a la variable del proyecto que es el porcentaje de prendas defectuosas diarias.

Gráfico 20. Grafica de dispersión de Esfuerzo vs Impacto.



Fuente: Autores

En base al gráfico 20 se determinó que las alternativas de solución seleccionadas para implementar en la siguiente etapa son:

- Capacitación en manejo de maquinas
- Capacitación en manejo de personal
- Diseño e implementación de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud del elástico.
- Estandarización del proceso de recepción de materia prima.
- Diseño e implementación de un proceso de revisión de materia prima.

7. CONCLUSION ETAPA ANALIZAR

- Se concluye con la ANOVA y el diagrama de cajas que todos los módulos generan la misma cantidad de prendas defectuosa. Por otra parte, con la prueba de hipótesis se determinó que el % de prendas defectuosas está por encima de la meta de 2,3%.
- También se seleccionaron las alternativas de solución que se podrán implementar para lograr la meta del proyecto.

- Se determinó que los defectos más significativos para la empresa Grupo Octus son:
 1. Materiales usados no corresponden con especificaciones.
 2. Costura suelta
 3. Costura tensionada
 4. Acabado técnico

B. RESULTADO OBJETIVO. 2

Diseñar un plan de mejora para la reducción de los defectos en el proceso de confección.

A. ETAPA: MEJORAR

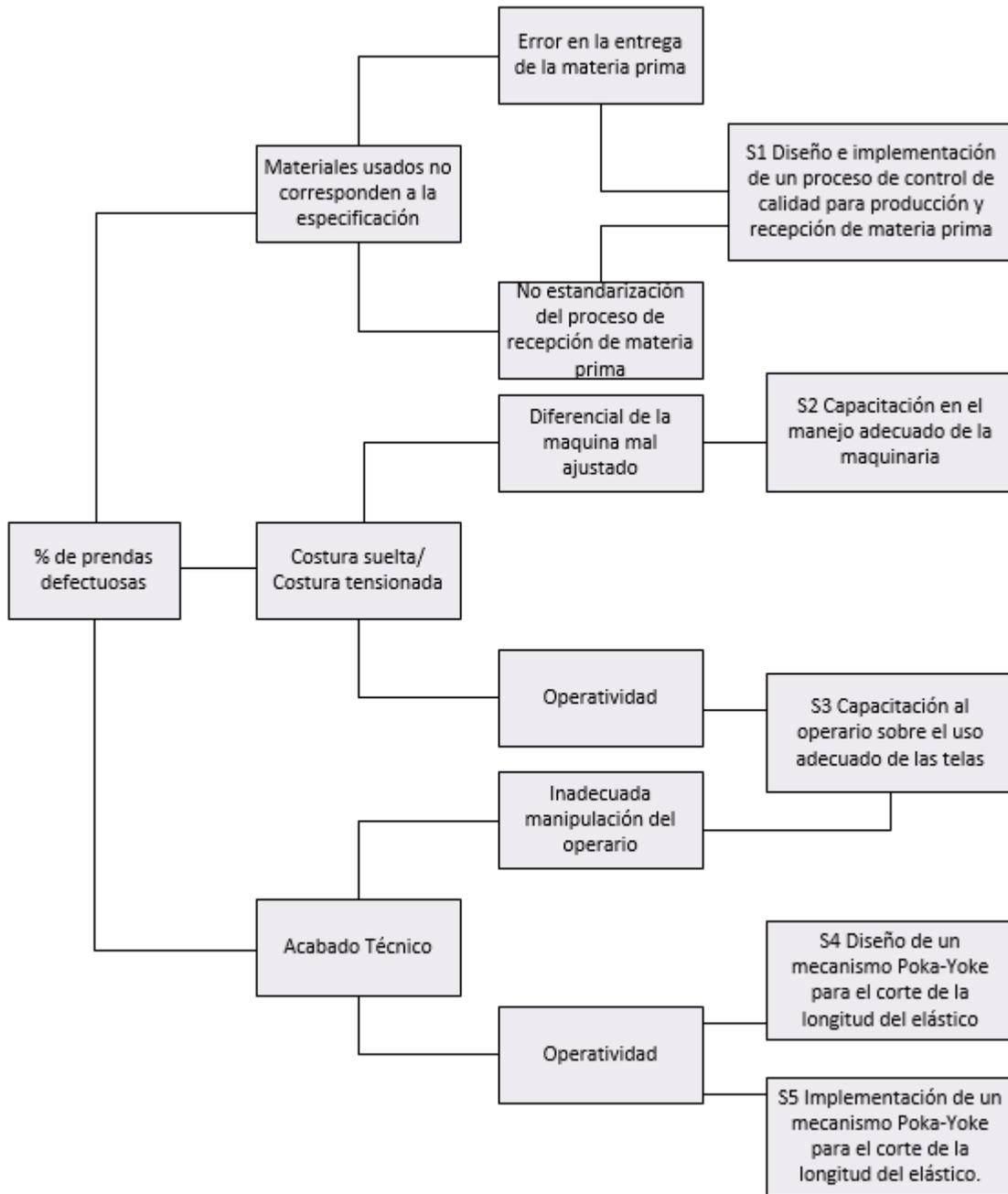
1. RESTRICCIONES

Las restricciones de la investigación son la imposibilidad de sugerir la contratación de nuevo personal, de inversiones económicas, no se modificará la distribución de planta, se mantendrá todo el trabajo de acuerdo a la normativa interna de la empresa con el fin de evitar inconvenientes dentro de la organización.

2. SELECCIÓN Y EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS.

En esta etapa el objetivo es diseñar las soluciones seleccionadas en la etapa anterior con el fin que impacten las X's y por tanto se vea un cambio reflejado en la Y', teniendo en cuenta las restricciones del proyecto se imposibilita las alternativas de adquirir nueva maquinaria y de contratar más personal, por lo cual se enfocan las soluciones en alternativas rápidas y accesibles que podrán generar datos cuantitativos para medir la evolución del proyecto.

Figura 10. Diagrama de árbol soluciones.



Fuente: Autores

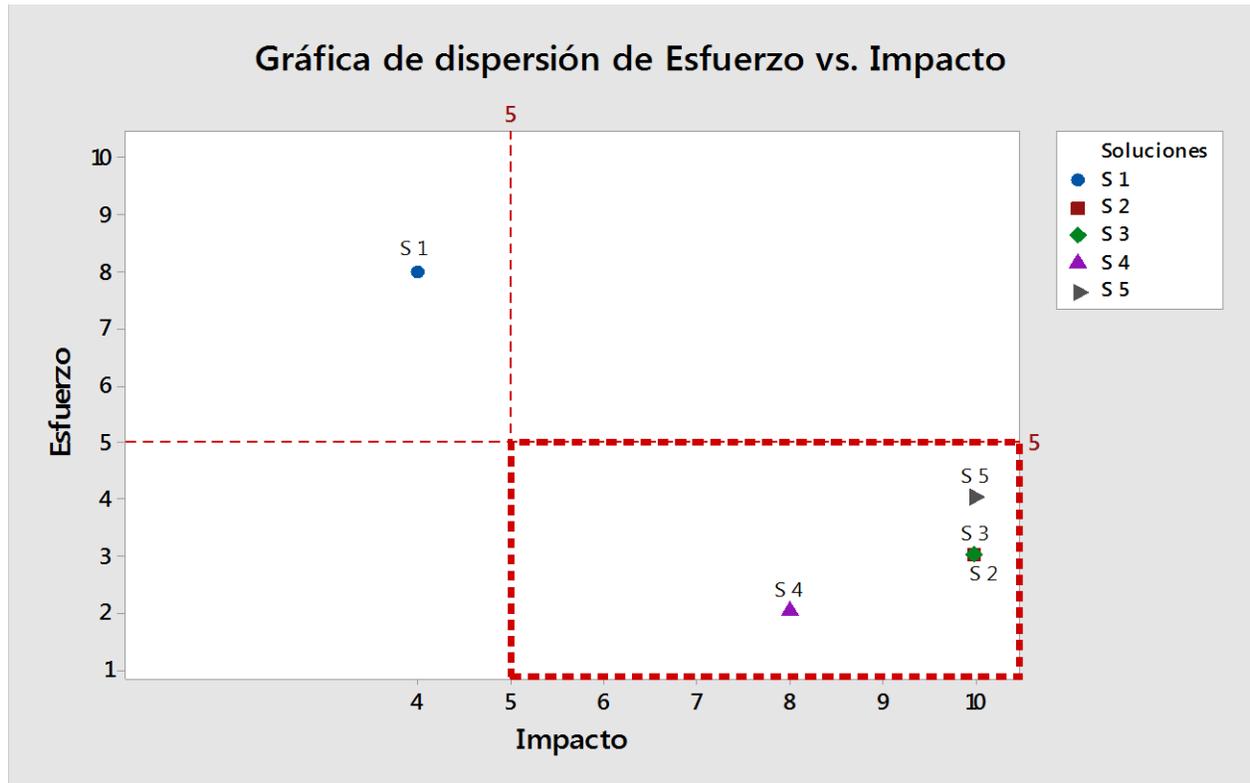
De acuerdo al diagrama de árbol de soluciones se realizó una valoración de estas soluciones para evidenciar cuales generaban mayor impacto en la variable con la finalidad de atacarlas en primera instancia como se observa en la tabla 9.

Tabla 8. Tabla Esfuerzo vs Impacto

Soluciones		Impacto	Esfuerzo
S1	Diseño e implementación de un proceso de control de calidad para producción y recepción de materia prima.	4	8
S2	Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria	10	3
S3	Capacitación del operario sobre utilización de telas	10	3
S4	Diseño de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.	8	2
S5	Implementación de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.	10	4

Fuente: Autores

Gráfico 21. Grafica impacto vs Esfuerzo.



Fuente: Autores

Esto se ve reflejado en el gráfico 21 donde se puede observar en el cuadrante inferior derecho las soluciones que inicialmente se implementarán con el fin de reducir el porcentaje de prendas defectuosas diarias puesto que son las que generan mayor impacto y requieren menor esfuerzo.

Se realiza el diseño del plan de mejora observado en la tabla 10 con el fin de iniciar la implementación de las soluciones que afectarán positivamente el porcentaje de prendas defectuosas diarias en la planta de producción de la empresa Grupo Octus S.A.S.

Tabla 9. Plan de mejora.

Id	SOLUCIONES PROPUESTA	PLAZO	TIPO DE MEJORA	RESPONSABLE	AVANCE
S1	Diseño e implementación de un proceso de control de calidad para producción y recepción de materia prima.		Proceso	David Alejandro Muñoz	0%
S2	Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria		Documentación/Proceso	Ramiro Potes	100%
S3	Capacitación del operario sobre utilización de telas		Documentación/Proceso	Victoria Obando / Jazmín Chantre	100%
S4	Diseño de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.		Proceso	Juan Sebastian Torres A	100%
S5	Implementación de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.		Técnica/Proceso	Juan Sebastian Torres A	100%

Fuente: Autores

Dando continuidad al plan de mejora se realizó la capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria a cargo del señor Ramiro Potes como se observa en la figura 11, con el fin que las operarias adquirieran el conocimiento sobre el uso óptimo de las máquinas, como deben ajustar el diferencial de la máquina para evitar costuras sueltas y costuras tensionadas que generan que las prendas salgan defectuosas y por tanto requieren reproceso.

Tabla 10. Plan de mejora solución 4 y solución 5.

S2	Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria		Documentación/Proceso	Ramiro Potes	100%
S3	Capacitación del operario sobre utilización de telas		Documentación/Proceso	Victoria Obando / Jazmín Chantre	100%

Fuente: Autores

Figura 11. Plan de mejora solución 2.



Fuente: Autores

Además se realizó la capacitación sobre la utilización de telas a cargo de la ingeniera Jazmín Chantre y de la señora Victoria Obando observada en la figura 12 y figura 13 teniendo como finalidad concientizar a las operarias que se debe tener en cuenta el tipo de tela para realizar las operaciones

Figura 12. Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria.



Fuente: Autores

Figura 13. Capacitación del operario sobre utilización de telas.



Fuente: Autores

Se dejó un registro de la capacitación realizada como se observa en la figura 14.

Figura 14. Registro de capacitaciones.

 GRUPO OCTUS S.A.S.		FORMATO DE ASISTENCIA CAPACITACIONES	PLAN DE CAPACITACION EN MANEJO DE MAQUINAS Y CONOCIMIENTO DE TELAS
TEMA: <i>Trabajo con calidad, de acuerdo al tipo de maquina y tipo de tela.</i>			
CONTENIDO PROGRAMATICO: <ul style="list-style-type: none"> * Tipos de telas * Ajuste de maquinas * Revisiones de Operación 			
OBJETIVO: <i>Mejorar la calidad del producto.</i>			
FECHA:	HORA:	INTENSIDAD:	
NOMBRE	CEDULA	FIRMA	
<i>Loirena Taborda</i>	<i>29 568 716</i>	<i>Loirena Taborda</i>	
<i>Marta RIVERA</i>	<i>34556272</i>	<i>Marta</i>	
<i>Angela Jaramila</i>	<i>59822511</i>	<i>Angela</i>	
<i>Ana María Posada</i>	<i>31710705</i>	<i>Ana María Posada</i>	
<i>Luz Aide Paredes</i>	<i>38.613869</i>	<i>Luz Aide Paredes</i>	
<i>Yolanda Gomez</i>	<i>1143.862.557</i>	<i>Yolanda Gomez</i>	
<i>Silvia Torres</i>	<i>29 547 597</i>	<i>Silvia</i>	
<i>Marta Cuellar</i>	<i>430674051</i>	<i>Marta Cuellar</i>	
<i>Luzaida Redaza</i>	<i>1194127714</i>	<i>Luzaida</i>	
<i>Jennifer Rivas</i>	<i>1107057481</i>	<i>Jennifer Rivas</i>	
<i>Gloria Rodriguez</i>	<i>1144124450</i>	<i>Gloria S. Rodriguez</i>	
<i>Loirena Santacruz</i>	<i>381557091</i>	<i>Loirena Santacruz</i>	
INSTRUCTOR: <i>Luzmire Chantre</i>			

Fuente: Autores

Con el fin de atacar la X' de acabado técnico que se refiere a que las prendas no están dentro de la especificaciones de resistencia de +/- 1 cm en las medidas, se realiza el diseño de un sistema Poka-Yoke que permita el corte de la longitud del elástico de manera precisa y por tanto evitando errores por la operatividad de la operaria.

Tabla 11. Plan de mejora solución 6.

S6	Diseño de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.	Corto	Proceso	Juan Sebastian Torres A	100%
----	----------------------------------------------------------------------------	-------	---------	-------------------------	------

Fuente: Autores

Figura 15. Diseño de herramienta Poka-Yoke.



Fuente: Autores

El diseño consistió en buscar la manera de encontrar un mecanismo que permitiera tener una medida fija de la longitud del elástico para su posterior corte, que se pudiera ajustar de acuerdo a la longitud requerida para el corte, esto dado que se requieren diferentes longitudes del elástico dependiendo de la prenda que se vaya a confeccionar y que se pudiera fijar en cualquier mesa de confección presente en la planta de producción, de acuerdo a lo anterior se adecuaron dos prensas en “c” de dos pulgadas con unas barras de metal soldadas, un extremo serviría para colocarlo en el lugar exacto que marque la regla para tener la medida exacta y el otro extremo tiene una pequeña

hendidura en donde se inserta un extremo del elástico de manera que este no se mueva mientras se realiza la medición, como se puede observar en la figura 15 .

Se realiza la implementación del mecanismo Poka-Yoke para el corte de la longitud del elástico, en donde se le explico a las operarias como se debía operar el mecanismo, se dejó instalado en un módulo pero el mecanismo permite su traslado a otros módulos cuando se requiera realizar la operación de corte.

Tabla 12. Plan de mejora solución 7.

S7	Implementación de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.	Mediano	Técnica/Proceso	Juan Sebastian Torres A	75%
----	------------------------------------------------------------------------------------	---------	-----------------	-------------------------	-----

Fuente: Autores

Figura 16. Implementación herramienta Poka-Yoke.

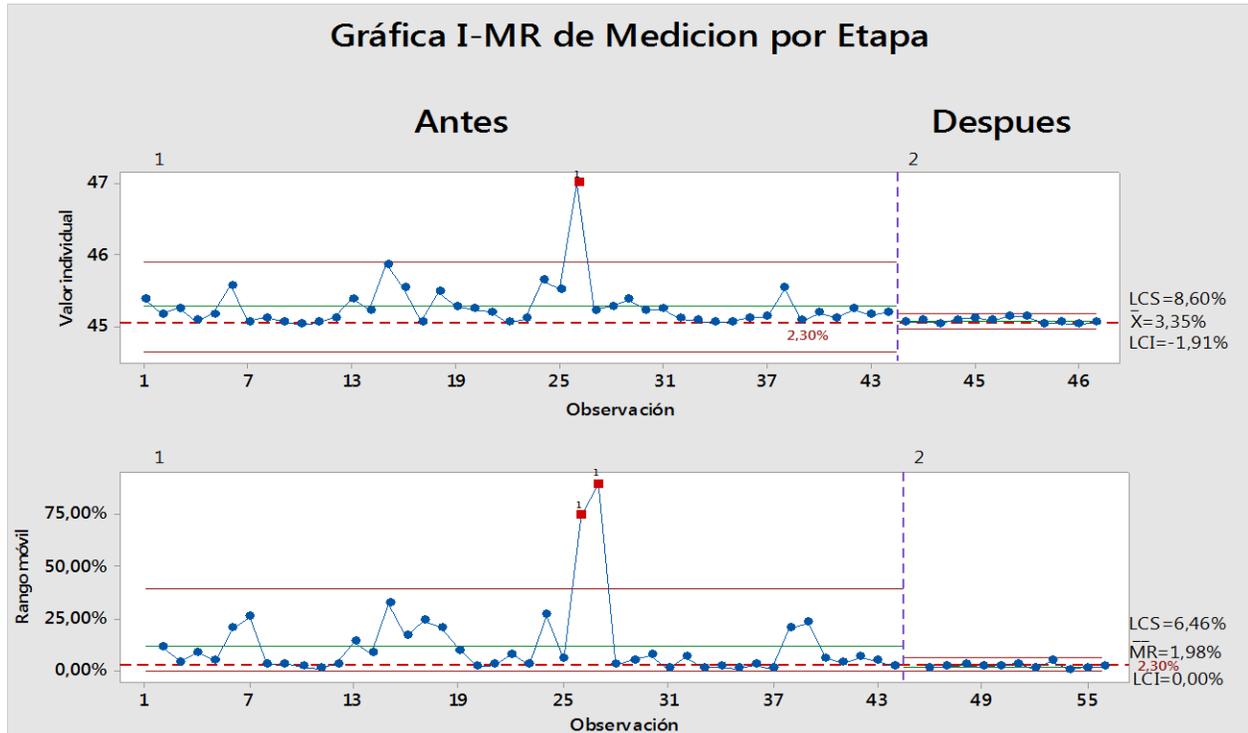


Fuente: Autores

El mecanismo se implementó en un módulo en la planta de producción de la empresa Grupo Octus S.A.S, donde se fijó en una mesa y se colocó en la medida que requería la longitud del elástico, además se le indico a la operaria encargada de la operación cómo funcionaba el mecanismo y como debía utilizarlo, se debe tener en cuenta que al ser una nueva forma de realizar la operación la operaria deberá tener mayor nivel de manipulación del mecanismo conforme lo utilice y se adapte a él.

Para evaluar el desempeño de las soluciones mostradas anteriormente se realizó una gráfica I-MR comparando el porcentaje de prendas defectuosas antes y después de la implementación de las soluciones como se observa en el gráfico 22.

Gráfico 22. Grafica I-MR de medición por etapa.



Fuente: Autores

Como se puede observar en la figura anterior se puede evidenciar una disminución en el porcentaje de prendas defectuosas en el período después de la implementación de las mejoras, lo que se traduce en una reducción en la variabilidad del proceso y por tanto se observa que la media disminuyó de 13.17 % a un 3.35%, además se evidencia que el proceso está mucho más próximo a la meta del proyecto de llevar el porcentaje de prendas defectuosas diarias a un 2.3%

Como se observa en la figura 18 se realizó una prueba de hipótesis para comparar las medias de la del porcentaje de prendas defectuosas producidas antes y después de la implementación para determinar si ha existido un cambio significativo.

Se obtuvo como resultado un valor de $p = 0.044$ lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que existe una diferencia entre las dos medias, siendo la media del

periodo después menor por lo que se observa una disminución del porcentaje de prendas defectuosas que está generando el proceso de confección.

Figura 17. Prueba Hipótesis comparación.

ANOVA de un solo factor: % Defectos por día vs. Fase

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Fase	2	Antes. Después

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fase	1	0,09133	0,09133	4,26	0,044
Error	54	1,15714	0,02143		
Total	55	1,24847			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,146385	7,32%	5,60%	2,91%

Medias

Fase	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Antes	44	0,1319	0,1638	(0,0876, 0,1761)
Después	12	0,03346	0,01888	(-0,05126, 0,11818)

Desv.Est. agrupada = 0,146385

Fuente: Autores

CONCLUSIONES ETAPA MEJORAR.

- Se puede concluir que durante el periodo de implementación de las mejoras se empieza a observar una reducción del porcentaje de prendas defectuosas diarias.
- Se concluye que con el mecanismo Poka-Yoke se logra asegurar la calidad del corte del elástico y por lo tanto se reduce el defecto de acabado técnico.

C. RESULTADO OBJETIVO. 3

Implementar un plan de mejora para la reducción de los defectos en el proceso de confección dentro de la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S

D. ETAPA CONTROL

IMPACTOS

- **Impacto social.**

Con las implementaciones se beneficiaran los 42 empleados del proceso de confección de la empresa Grupo Octus S.A.S.

- **Impacto económico.**

Se reducen los costos de no calidad por reprocesos de prendas por medio de las soluciones implementadas, lo que permitirá a la empresa mejorar sus precios y obtener altas ganancias.

- **Impacto global.**

Teniendo en cuenta que existe un mercado globalizados las empresas nacionales no se pueden quedar atrás de las internacionales por lo que deben mejorar sus procesos para ser más competitivos frente a sus competidores.

1. PLAN DE MEJORAS

Posterior a atacar nuestras X's que estaban afectando a nuestra Y', que es el porcentaje de prendas defectuosas, el plan de mejora se desarrolló para conocer el cumplimiento de las soluciones implementadas y los involucrados en ellas, como se evidencia a continuación.

Tabla 13. Plan de mejora

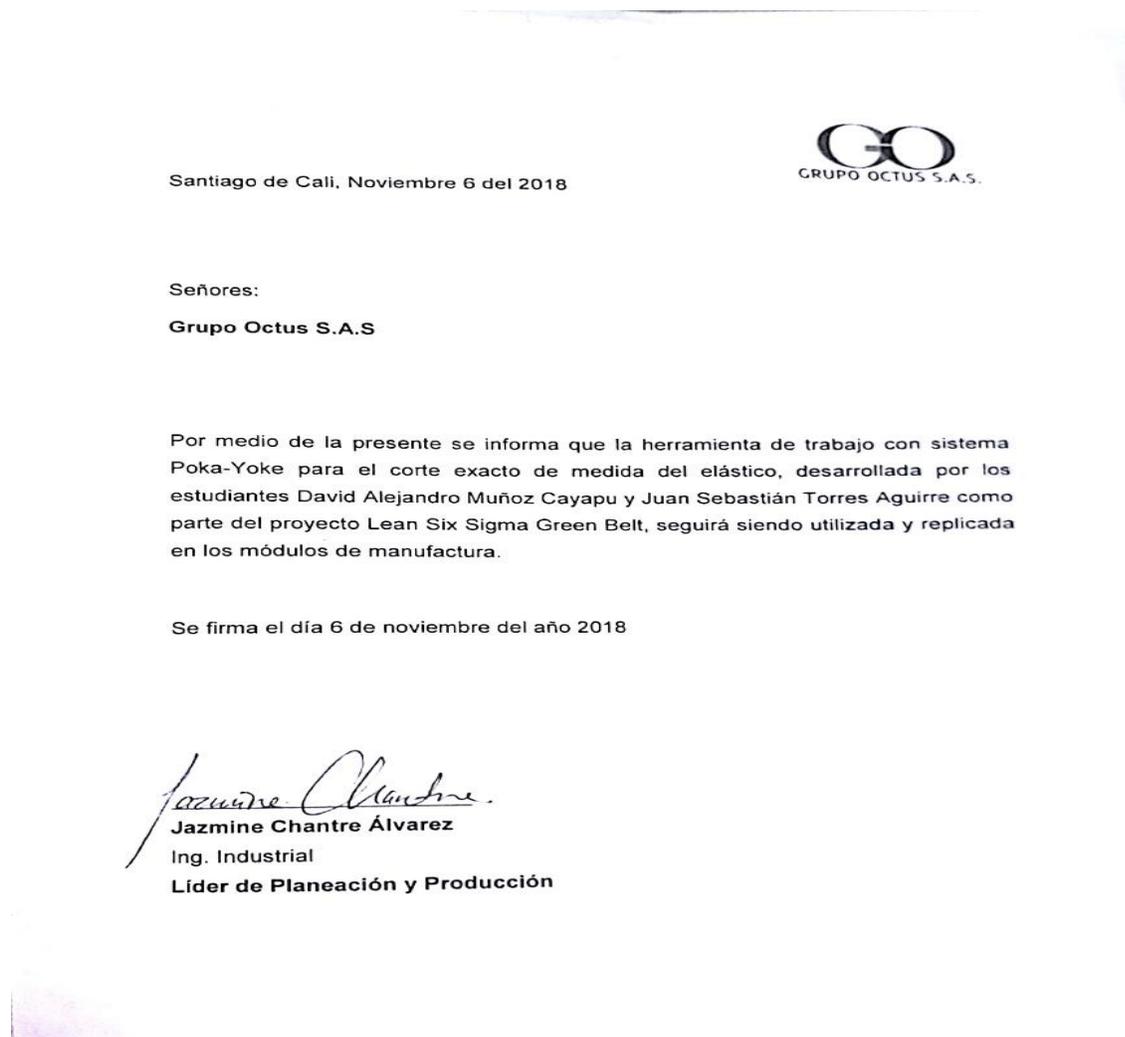
Id	SOLUCIONES PROPUESTA	PLAZO	TIPO DE MEJORA	RESPONSABLE	AVANCE
S1	Diseño e implementación de un proceso de control de calidad para producción y recepción de materia prima.		Proceso	David Alejandro Muñoz	0%
S2	Capacitación en el manejo adecuado de la maquinaria		Documentación/Proceso	Ramiro Potes	100%
S3	Capacitación del operario sobre utilización de telas		Documentación/Proceso	Victoria Obando / Jazmín Chantre	100%
S4	Diseño de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.		Proceso	Juan Sebastián Torres A	100%
S5	Implementación de un mecanismo poka-yoke para el corte de la longitud de elástico.		Técnica/Proceso	Juan Sebastián Torres A	100%
Cumplimiento	4 de 5 soluciones				80%

Fuente: Autores

2. ESTANDARIZACION

Para asegurar que las implementaciones realizadas continuaran después de la culminación del proyecto, se determina con la persona encargada del proceso de confección de la empresa Grupo Octus S.A.S que el mecanismo Poka-Yoke para el corte de la longitud del elástico seguirá siendo utilizada y se replicara en los demás módulos de manufactura, como se muestra en la siguiente figura

Figura 18. Carta implementación de Poka-Yoke.



Fuente: Autores

● **Plan de capacitaciones.**

Por otro lado se realizó el manual de capacitaciones que se divide en dos módulos, siendo el primero el de manejo correcto de la maquinaria y el segundo es sobre el conocimiento y manejo óptimo de las telas, teniendo en cuentas los temas a tratar, qué objetivos tiene la capacitación y los pasos para realizarla.

A continuación se muestra el plan de capacitación del módulo 1 en la figura 12 y módulo 2 en la figura 20.

Figura 19. Plan de capacitación modulo 1.

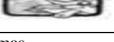
CAPACITACIÓN		 GRUPO OCTUS S.A.S.				
Código:						
Fecha de emisión:		Fecha de revisión		Versión:		
<p>Modulo 1 Manejo correcto de maquinaria</p> <p>Para el desarrollo de este módulo se utilizara la capacitación preventiva para involucrar a los trabajadores en el ámbito del manejo óptimo de los equipos. Se empleara la metodología de exposición y dialogo.</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>  <p>Objetivo: Lo que la sesión tiene por objeto lograr.</p> </div> <div>  <p>Pasos: Procedimiento paso por paso sobre el modo en que se organiza la sesión.</p> </div> <div>  <p>Materiales: Diapositivas de Power Point, folletos, grandes hojas de papel y otros materiales necesarios y de qué manera prepararlos.</p> </div> <div>  <p>Tiempo: El tiempo estimado necesario para la sesión.</p> </div> <div>  <p>Comentarios y consejos: Otras explicaciones sobre la sesión, así como asesoramiento general y consejos de localización y resolución de problemas.</p> </div> </div>						
Temas	Objetivo	Pasos	Materiales	Tiempo	Comentario y consejos	Firma
Ajuste adecuado del diferencial de la maquina	Tener claro la manera de utilización, y ajuste del diferencial de la maquina	1.Convocatoria de operarias para la capacitación. 2.Instruccion técnica por parte del mecánico. 3.Evaluacion de aprendizaje	Tablero , marcadores ,Cartulina	7 Días		
Mantenimiento seguro de la maquina	Saber realizar un mantenimiento básico de la maquina de una manera segura	1. Socialización del cronograma de mantenimiento 2.Convocatorias de empleada según el tipo de maquina. 3.Utilizacion adecuada de las herramientas para la realización de la limpieza. 4.Evaluacion de aprendizaje.	Tablero , marcadores ,Cartulina	15 días		
Uso correcto de los diferentes tipos de agujas	Aprender a usar los tipos de agujas que tiene una maquina	1.Convocatoria de las supervisoras para la capacitación. 2.Capacitacion a las supervisoras para que den instruccion a los módulos. 3.Evaluacion de aprendizaje.	Tablero , marcadores ,Cartulina	1 día		
<ul style="list-style-type: none"> • Cartelera colectiva: Permite tener a la vista y dejar escritas las ideas, opiniones o acuerdos de un grupo, en forma resumida y ordenada; esta técnica permite que todo lo que se discutió a lo largo de una sesión educativa quede por escrito y los participantes puedan retomar las ideas, reflexiones, acuerdos o conclusiones. • Charla educativa: Con la que se desarrolla un tema en forma continua y ordenado, se caracteriza por la participación del grupo e interacción con el facilitador. • Taller: Busca la reflexión y acción, que permite el análisis de la situación y problemas reales, con el fin de desarrollar alternativas de solución a estos 						

Figura 20. Plan de capacitación módulo 2.

CAPACITACIÓN						
Código:						
Fecha de emisión:		Fecha de revisión		Versión:		
<p>Modulo 2 Conocimiento y manejo optimo de las telas</p> <p>Para el desarrollo de este módulo se utilizara la capacitación preventiva para involucrar a los trabajadores en el ámbito del manejo óptimo de los equipos. Se empleara la metodología de exposición y dialogo.</p> <p> Objetivo: Lo que la sesión tiene por objeto lograr.</p> <p> Pasos: Procedimiento paso por paso sobre el modo en que se organiza la sesión.</p> <p> Materiales: Diapositivas de Power Point, folletos, grandes hojas de papel y otros materiales necesarios y de qué manera prepararlos.</p> <p> Tiempo: El tiempo estimado necesario para la sesión.</p> <p> Comentarios y consejos: Otras explicaciones sobre la sesión, así como asesoramiento general y consejos de localización y resolución de problemas.</p>						
Temas	Objetivo	Pasos	Materiales	Tiempo	Comentario y consejos	Firma
Definición de los diferentes tipo de telas	Tener claro los cuales son los diferentes tipos de tela que se utilizan.	1.Convocatoria de las supervisoras para la capacitación. 2.exposicion a las supervisoras sobre los tipos de tela . 3.Evaluacion de aprendizaje.	Diapositivas	1 día		
Revisión de tela antes de iniciar la operación	Tener el conocimiento suficiente para revisar la telas a utilizar.	1.Convocatoria de las operarias para la capacitación. 2.Capacitacion presencial. 3.Evaluacion de aprendizaje.	Tablero , marcadores, Cartulina	1 día		
Como se debe trabajar cada tipo de tela	Saber como trabajar el tipo de tela a utilizar.	1.Convocatoria de las supervisoras para la capacitación. 2.Capacitación a las supervisoras para que den instrucción a los módulos. 3.Evaluacion de aprendizaje.	Tablero , marcadores, Cartulina	2 día		
Manejo adecuado de hilos e hilazas	Saber utilizar el manejo adecuado de hilos e hilazas	1.Convocatoria de las supervisoras para la capacitación. 2.Exposicion a las supervisoras sobre los tipos de hilos e hilazas . 3.Evaluacion de aprendizaje.	Diapositivas	1 día		
<ul style="list-style-type: none"> • Cartelera colectiva: Permite tener a la vista y dejar escritas las ideas, opiniones o acuerdos de un grupo, en forma resumida y ordenada; esta técnica permite que todo lo que se discutió a lo largo de una sesión educativa quede por escrito y los participantes puedan retomar las ideas, reflexiones, acuerdos o conclusiones. • Charla educativa: Con la que se desarrolla un tema en forma continua y ordenado, se caracteriza por la participación del grupo e interacción con el facilitador. • Taller: Busca la reflexión y acción, que permite el análisis de la situación y problemas reales, con el fin de desarrollar alternativas de solución a estos 						

Fuente: Autores

Por último se realizó un cronograma para determinar que las capacitaciones realizaran cada 6 meses debido a la rotación de operarios y que al realizarlas de esta manera se seguirá asegurando las mejores prácticas en el proceso de confección para mantener una calidad óptima en las prendas fabricadas.

Tabla 14. Cronograma de actividades.

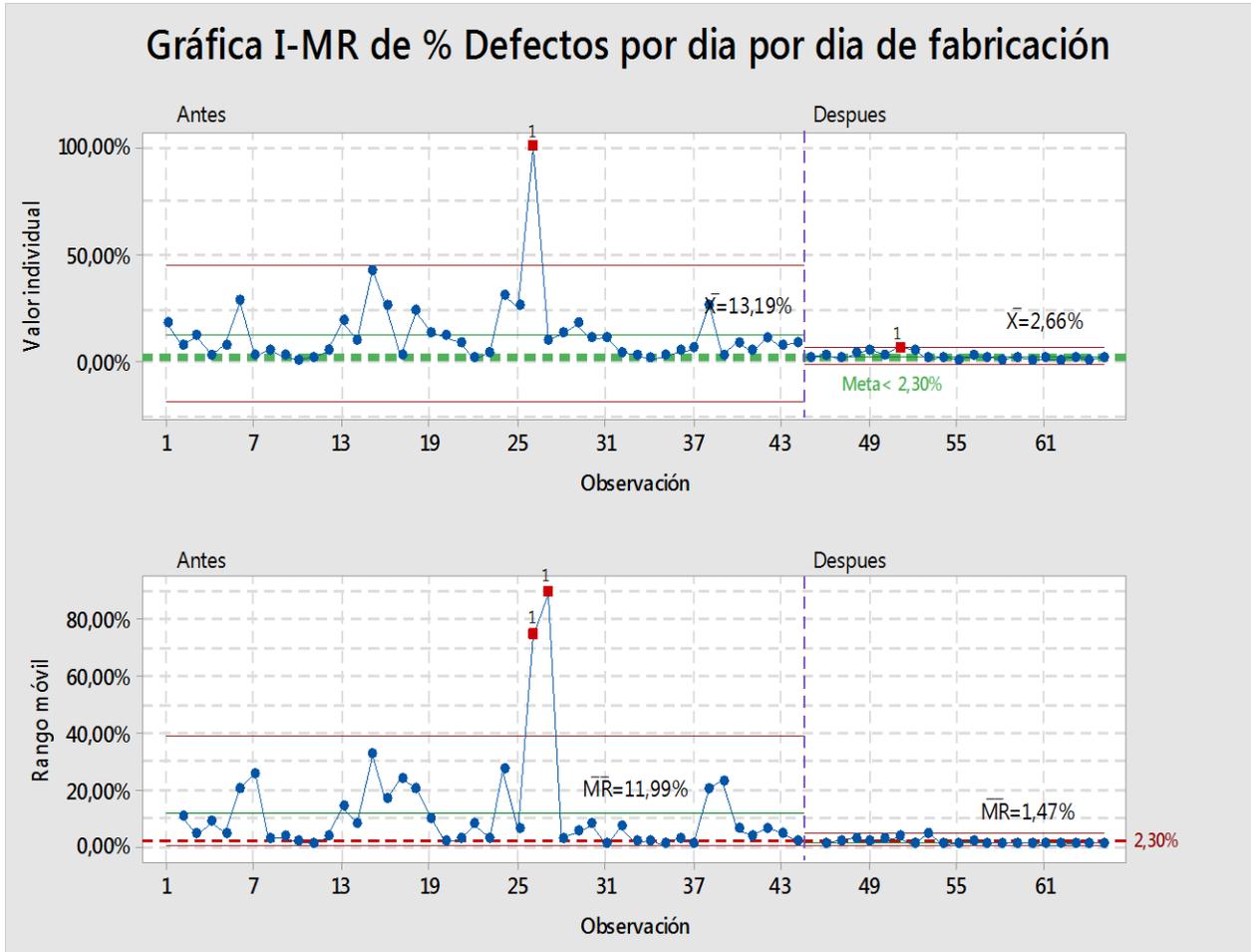
Modulo	Fecha	2018			2019					
	Tema	oct-16	oct-17	oct-24	mar-16	mar-18	mar-25	Octubre		oct-18
Modulo 1	Ajuste adecuado del diferencial de la maquina		7 Días			7 Días			7 Días	
	Mantenimiento seguro de la maquina			15 Días			15 Días			15 Días
	Uso correcto de los diferentes tipos de agujas	1 Días			1 Días			1 Días		
Modulo 2	Definición de los diferentes tipo de telas	1 Día			1 Día			1 Día		
	Revisión de tela antes de iniciar la operación		1 Día			1 Día			1 Día	
	Como se debe trabajar casa tipo de tela			2 Días			2 Días			2 Días
	Manejo adecuado de hilos e hilazas		1 Día			1 Día			1 Día	

Fuente: Autores

VII. RESULTADOS

A continuación se muestra una gráfica I-MR del porcentaje de prendas defectuosas gráfico 23 en la cual se puede ver el comportamiento antes y después de implementar las soluciones propuestas, en donde podemos observar una reducción en la variabilidad del proceso y se ha logrado una reducir el promedio de prendas defectuosas de un 13.17 % a un 2.66 %.

Gráfico 23. Grafica I-MR de % defectos por día por día de fabricación.



Fuente: Autores

Como se puede evidenciar en el gráfico anterior, no se logra llegar a la meta deseada pero se ve un gran cambio en el porcentaje de prendas defectuosas por lo que se puede afirmar que las soluciones están impactando de manera positiva nuestra Y.

Además se realizó un análisis ANOVA para determinar si existía diferencia significativa entre la media del porcentaje de prendas defectuosas antes y después de implementar las soluciones del proyecto, como se evidencia en la figura 21.

Figura 21. ANOVA % de defectos por día vs fase.

ANOVA de un solo factor: % Defectos por día vs. Fase

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>	

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Fase	2	Antes; Después

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Fase	1	0,1575	0,15747	8,56	0,005
Error	63	1,1586	0,01839		
Total	64	1,3161			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,135613	11,97%	10,57%	7,80%

Medias

Fase	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Antes	44	0,1319	0,1638	(0,0910; 0,1727)
Después	21	0,02663	0,01644	(-0,03250; 0,08577)

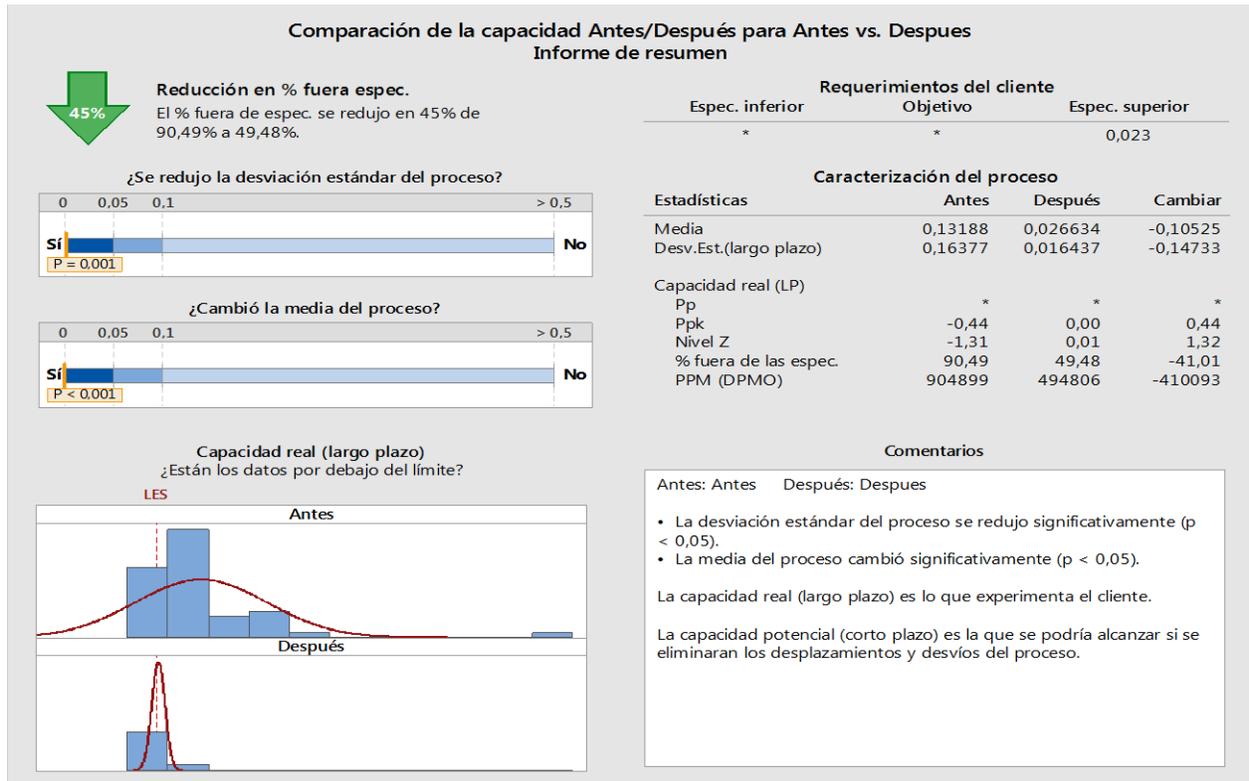
Desv.Est. agrupada = 0,135613

Fuente: Autores

Como se observa el valor de $p = 0.005$ por lo que se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias son iguales y se acepta la hipótesis alterna de que no todas las medias son igual, además se evidencia que la media del periodo después es mucho menor a la del periodo anterior.

Se realizó nuevamente el cálculo de la capacidad del proceso para realizar una comparación en el rendimiento del proceso antes y después de la implementación de las mejores propuestas como se observa en la figura 22.

Figura 22. Capacidad del proceso antes/después.



Fuente: Autores

Se puede evidenciar el cambio que se ha presentado en el proceso, se tenía un $Ppk = -0,44$ y actualmente se encuentra en un valor de $0,00$, lo que indica que la media del proceso está más cerca de la especificación superior, además se redujo el porcentaje de prendas por fuera de especificación de un $90,49\%$ a un $49,48\%$, a continuación se muestra la tabla que muestra los estadísticos medidos antes y después de las implementaciones con el cambio que se logró generar.

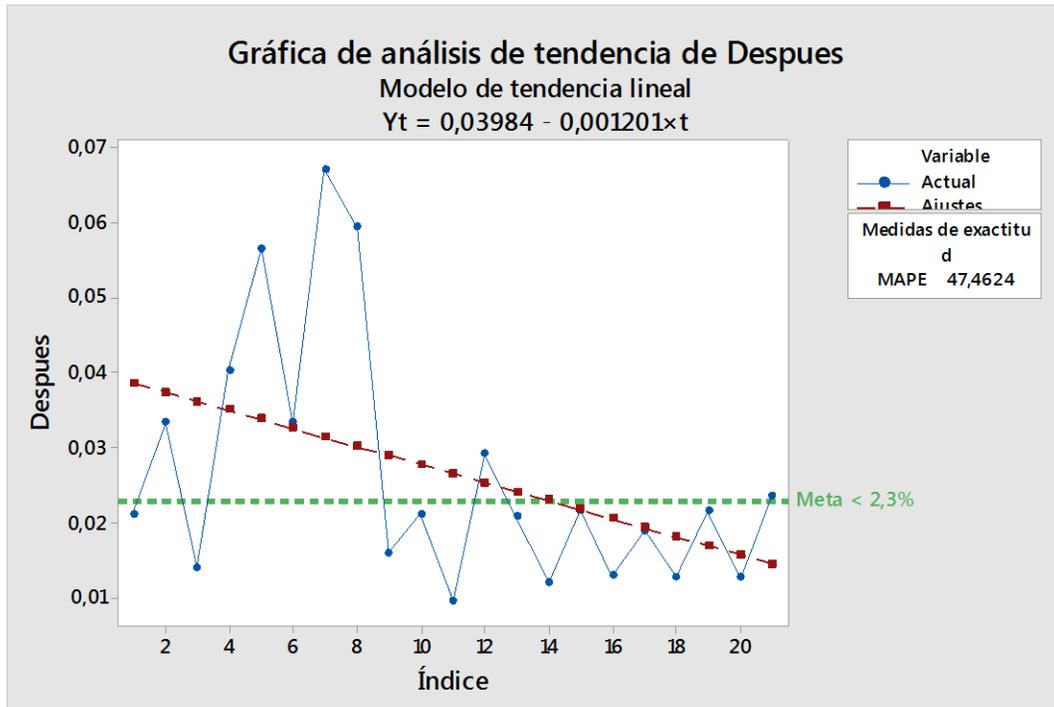
Tabla 15. Estadísticas.

Estadísticos			
Estadístico	Antes	Después	Cambio
Xmedia	0,13188	0,026634	0,105246
S	0,16377	0,016437	0,147333
CV	1,2418107	0,617143501	0,6246672
DPMO	904899	494806	410093
PPK	-0,44	0	0,44
SIGMA	-1,31	0,01	1,32
% Fuera de especificación	90,49%	49,48%	41,01%
Rendimiento	9,51%	50,52%	41,01%

Fuente: Autores

Por ultimo para determinar que a futuro se lograría alcanzar el porcentaje de prendas defectuosas requerido, se ejecutó un análisis de tendencia con el fin de observar cómo será el comportamiento del proceso en el futuro, como se observa en la gráfica 24.

Gráfico 24. Gráfica de tendencia.



Fuente: Autores

Como se puede evidenciar la función tiene pendiente negativa, en periodos futuros se espera que el porcentaje de prendas defectuosas siga disminuyendo.

CONCLUSIONES DE LA ETAPA

- Se concluye en base al grafico de tendencia que las soluciones implementadas tuvieron un impacto positivo en la reducción del porcentaje de prendas defectuosas y con la estandarización de éstas en el futuro se lograra alcanzar el porcentaje deseado de 2,3% de prendas defectuosas diarias.
- Se logró la reducción del % fuera de especificación desde 90,49% hasta un 49,48%.
- Se determinó que las implementaciones fueron efectivas y que mediante su óptimo manejo se lograra seguir reduciendo el porcentaje de prendas defectuosas.
- Se disminuyó el DPMO de 904899 prendas defectuosas por millón confeccionadas a 494806 siendo una reducción del 45 %

IX. EVALUACION DE LOS DILEMAS ETICOS

El proyecto “Diseño de un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección en la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S” desde su inicio hasta su finalización, se basó en las reflexiones éticas del ingeniero bonaventuriano, a continuación, se mencionaran cuáles de ellas se logran identificar a lo largo del proyecto.

Se buscó desde un inicio tomar información actualizada y confiable para lograr realizar el diseño de un plan de mejora para reducción de defectos, llevando a cabo reuniones con la ingeniera de producción sobre la temática a estudiar y como tomar los datos los cuales no existían, por lo que a partir de la recolección de estos se construyó una alternativa viable que solucionara el problema a estudiar

Durante la fase de Definir se analizaron todas las situaciones de la planta de producción, involucrando no solo a la empresa en el proyecto sino a sus empleados, para cuando se tomara decisiones en forma conjuntas con personal y la ingeniera, buscando las actividades óptimas para las todas las partes.

Durante la etapa Medir y Analizar se cumplió con dos de los puntos éticos del ingeniero industrial de la universidad San Buenaventura en los cuales menciona el cuidado que se debe tener con la información y los bienes que se puedan ver afectados con la labor, de mismo modo mencionan el cuidado con el cual se debe manejar la información evitando un posible problema interno entre los participantes, colaboradores del proyecto; se logra evidenciar este punto, en el manejo correcto que se dio a los datos proporcionados por la empresa, los cuales fueron utilizados exclusivamente para la realización del proyecto de mejora

En la fase final de mejorar y controlar se logró evidenciar una labor de calidad, donde no se escatimaron esfuerzos para lograr el objetivo esperado por parte de la organización, de igual forma, se realizaron reuniones donde se logró compartir con la ingeniera conocimientos sobre el modelo y se realizaron las capacitaciones dejando estandarizado la mejora para un control adecuado por parte de la empresa.

X. CONCLUSIONES

Dentro del diseño de un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección de la planta de producción de la empresa Grupo Octus S.A.S se permite establecer cuál es la situación actual del área de confección de la empresa , se pudo identificar diversas oportunidades de mejora dado esto se implementó la metodología DMAIC que permitieran definir el objetivo del proyecto, medir y analizar los datos obtenidos para proponer alternativas de solución y mediante estas alternativas mejorar el proceso, para después estandarizar un control de las implementaciones realizadas.

Como resultado de la culminación del primer objetivo del proyecto, se logró obtener los conocimientos adecuados del proceso, quedando claro que el objetivo del proyecto va enfocado a la reducción de los defectos presentados en el proceso de confección en la planta de producción, según esto se realizó un muestre de datos diario desde julio hasta septiembre del presente año, esto nos permitió medir el porcentaje de prendas defectuosas diaria estaba en un 13.17% ,determinar las causas y obtener alternativas de solución para reducir hasta 2.3% las prendas con defectos diario.

Por tal motivo, los resultados del segundo objetivo fue diseñar las alternativas de solución que permitan reducir el porcentaje de defectos, se logró diseñar dos propuesta, la primera es la implementación de capacitaciones en el manejo adecuado de telas y de maquinaria y un segundo el mecanismo Poka –Yoke.

Por lo anterior, el tercer objetivo tuvo como resultado la implementación de estos diseños y el control adecuado de las alternativas de solución permitiendo reducir el porcentaje de defectos a 2.66%, para finalizar no se llegó a la meta esperada del proyecto pero fue un impacto positivo en la reducción del porcentaje de prendas defectuosas y con la estandarización de éstas en el futuro se lograra alcanzar el porcentaje deseado de 2,3% de prendas defectuosas diarias.

XI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con el diseño de un plan de mejora para la reducción de defectos en el proceso de confección en la planta de producción de la empresa GRUPO OCTUS S.A.S se sugiere llevar a cabo las siguientes recomendaciones:

- Es necesario crear una cultura organizacional en la empresa, donde los trabajadores se integren completamente con los nuevos procesos implementados, generando así apropiación en las labores.
- Mantener las áreas de trabajo con mayor organización, dependiendo de las actividades a realizar.
- Se recomienda seguir con la estandarización de las alternativas de solución propuestas e implementadas para el mejoramiento continuo del proceso y además para seguir con la reducción del porcentaje de prendas defectuosas día a día.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. J. I. Perez, Medicion de la capacidad de la empresa manufacturera para analizar sus procesos desde las falla, EIA, 2011.
- [2] A. M. y. J. Buritica, Implementacion de un sistema de costos por orden de produccion, Pereira: Universidad Tecnologica de Pereira, 2007.
- [3] J. C. C. M. Andres Felipe Reyez Herran, Plan de mejora para la reduccion de desperdicio adicional en el proceso de impreson de plegadizas en unas industria de artes graficas de Cali-Colombia., Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura Cali, 2014.
- [4] D. H.Besterfield, Control de calidad, Illinois: Pearson Educación , 2009.
- [5] M. A. R. Andujo, «Administracion de la calidad,» Universidad Autonma de Chihuahua, Mexico.
- [6] A. D. S. E. ., D. I. J. C. P. Ing, Reduccion de defectos por medio de seis sigma, Mexico, 2005.
- [7] M. y. V. R. Galindo, Productividad, Mexico, 2015.
- [8] A. V. I. Juan carlos Hernandez Matías, Lean Manufacturing conceptos, técnicas e implantación., Madrid , 2013, pp. 6-10.
- [9] G. Eckes, EL SIX SIGMA PARA TODOS, Grupo editorial norma, 2004.
- [10] C. L. A. Heriberto Felizzola Jiménez, «Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresa: un enfoque metodologico.,» *Ingeniare.Revista Chilena de ingeniería.*, vol. 22, nº 2, 2014.
- [11] F. E. T. Ángeles, «Six Sigma en logística: aplicación en el almacén de una unidad minera.,» *Industrial Data Revista de Investigación.*, vol. 16, nº 2, pp. 67-74, 2013.
- [12] M. I. F. J. A. P. M. B. Q. Cristian A. Barbiero, LA IMPORTANCIA DE LA ESTADISTICA EN ESTRATEGIAS DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD.LA METODOLODÍA SEIS SIGMA, Argentina: Universidad Nacional del Rosario, 2005.
- [13] H. G. Pulido, Calidad total y productividad, Mexico , D.F, 2005.

- [14] A. V. I. Juan Carlos Hernandez Matias, Lean manufacturing conceptos, tecnicas e implantacion, Madrid , 2013.
- [15] I. L. G. Camilo Alberto Vazquez, Diseño de plan de mejoramiento para la reduccion de unidades defectuosas en el proceso de fabricacion de prendas para vestir en la empresa YAKOLI SAS utilizando las herramientas de metodolohia lean six sigma., Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura Cali, 2017.
- [16] M. C. E. F. Á. M. C. J. T. M. M. A. José Antonio Varela Loyola, Disminucion de la variación de un proceso de produccion de muebles con Seis Sigma, Mexico: Universidad Politecnica de Tlaxcala., 2010.
- [17] M. L. y. V. Mauricio, Diseño e implementacion de un plan de accion para el mejoramiento de la eficiencia en la planta de confeccion de la empresa manufactura PACOR, Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura Cali, 2016.
- [18] J. d. I. H. Navarro, Estadística Aplicada, Diaz de Santos, 1995.
- [19] O. A. M. Echeverry, «Capacidad del proceso,» Universidad del Valle , Cali, 2013.
- [20] T. V. D. Roselaine Cunha de Souza, «O CICLO PDCA E DMAIC NA MELHORIA DO PROCESSO PRODUCTIVO NO SETOR DE FUNDICAO: UM ESTUDO DE CASO DE EMPRESA DELUMA INDÚSTRIA E COMERCIO LTDA,» 2010.
- [21] H. Delgado, Desarrollo de una cultura de calidad, Mexico ,D.F, 2006.
- [22] A. M. Alejandro Villarreal Tello, Implementación del analisis de riesgo en la industria alimentaria mediandte metodologia AMEF, Colombia, 2014.
- [23] A. S. Aguilar, Capacitación y desarrollo de personal., Noriega Editores.
- [24] L. Cuatrecasas, Gestion de la calidad : Implatación, control y certificación., Barcelona, 2001.
- [25] «DANE,» 6 Septiembre 2018. [En línea]. Available: [//www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib#base-2005](http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib#base-2005).
- [26] G. Chiaburu, «Lean six sigma en la administracion publicas,» Universidad de Cantabria, España.
- [27] F. E. Barba, Una iniciativa de calidad total, Ediciones Gestion, 2001.

- [28] L. I. M. Bernal, «Modelo de dirección para la aplicación de Six Sigma,» 2012. [En línea].
Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/88>.
- [29] I. 9. N. I. 9001.
- [30] R. J. H. Acosta, «Seis Sigma métodos estadísticos y sus aplicaciones,» [En línea].
Available: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/939/indice.htm>.
- [31] B.S.Lopez, «INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM,» [En línea]. Available:
[https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/..](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/)
- [32] A. T. & E. Bolívar, Gestión por procesos, Medellín: Icontec, 2007.
- [33] H. Delgado, Desarrollo de una cultura de calidad, México, 2006.
- [34] I. P. Vergara, Diplomado lean 6 sigma, Cali, 2018.