Universidad Tecnológica ECOTEC

Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Título del trabajo:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS PARA PROTECCIÓN DEL RACIMO DE BANANO.

Línea de Investigación:

Gestión de los Procesos productivos y operativos industriales

Modalidad de titulación:

Trabajo de Integración Curricular

Carrera:

Ingeniería Industrial

Título a obtener:

Ingeniero Industrial

Autores:

Montoya López José Antonio

Tutores:

Ing. Pedro Tobar Espinoza PhD.

Samborondón – Ecuador

2024

Dedicatoria

A mi madre Lotty, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mis logros. Su fortaleza y sabiduría me han guiado en cada paso de este camino.

A mi hermana Romina, por ser mi confidente, amiga y fuente de inspiración. Gracias por creer en mí y por tus palabras de aliento en los momentos más difíciles.

En memoria de mi padre Nelson, cuya presencia y enseñanzas perduran en mi corazón. Agradezco cada consejo y cada lección de vida que me dio. Su legado vive en mí y en cada uno de mis éxitos.

A Manuel, esposo de mi madre, por su comprensión y apoyo en cada momento. Su presencia ha sido fundamental en este recorrido

Esta tesis es para ustedes, con todo mi amor y gratitud.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por la fortaleza, sabiduría y perseverancia que me otorgó para completar este trabajo. Mi gratitud también va al Ing. Luis Soto, mi tutor, por su invaluable apoyo y orientación durante todo el proceso de esta investigación. Agradezco a la empresa que me permitió llevar a cabo esta investigación, brindándome acceso a los datos y recursos necesarios. Mis amigos y familiares han sido una fuente constante de motivación y apoyo, y les estoy profundamente agradecido. Gracias a todos por su fe y compañía en este viaje académico.

Agradezco a todos los profesores de la Facultad de Ingenierías, quienes durante mi tiempo compartieron generosamente sus conocimientos y experiencias para enseñarme y ayudarme a adquirir las habilidades necesarias en esta carrera.

Gracias a todos por su fe y compañía en este camino de formación académica.

ANEXO No. 9

PROCESO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Samborondón, 5 de Agosto de 2024

Magíster

Erika Asencio

Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS PARA PROTECCIÓN DEL RACIMO DE BANANO. fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante: MONTOYA LÓPEZ JOSÉ ANTONIO, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,

Firmado electrónicamente por:
PEDRO JOSE TOBAR ESPINOZA

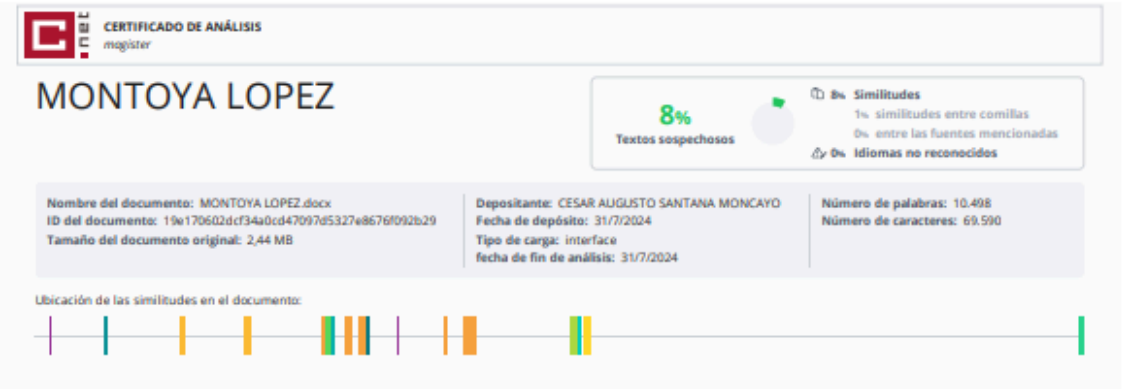
Firma

PhD. Pedro José Tobar Espinoza

ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS PARA PROTECCIÓN DEL RACIMO DE BANANO. elaborado por Montoya López José Antonio fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del 8 (%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



ATENTAMENTE,



Firmado electrónicamente por:
PEDRO JOSE TOBAR ESPINOZA

Pedro José Tobar Espinoza PhD

Tutor

Resumen

La calidad es fundamental en la competitividad empresarial y la satisfacción del cliente, siendo crucial su implementación en el área de extrusión. Este trabajo se enfoca en la implementación de un sistema de control de calidad en la producción de fundas de polietileno de alta densidad para la protección de racimos de banano en una planta ecuatoriana. La investigación busca evaluar y proponer mejoras para reducir el scrap y mejorar la calidad del producto final. El estudio aborda la recopilación documental de datos mediante visitas a la planta, análisis de informes de producción, y entrevistas con el personal. Se analizarán aspectos como mezcla de materia prima, extrusión, corte y perforado. La metodología adoptada es Kaizen, enfocada en la mejora continua para incrementar productividad y competitividad, disminuyendo fallas y optimizando tiempos de producción. La implementación de Kaizen permitirá un mejor control de la calidad y una respuesta efectiva a los requerimientos del cliente.

Palabras claves: DMAIC, scrap de producción, mejora continua, extrusión.

Abstract

Quality is fundamental in business competitiveness and customer satisfaction, its implementation being crucial in the extrusion area. This work focuses on the implementation of a quality control system in the production of high-density polyethylene covers for the protection of banana bunches in an Ecuadorian plant. The research seeks to evaluate and propose improvements to reduce scrap and improve the quality of the final product. The study addresses documentary data collection through plant visits, analysis of production reports, and interviews with personnel. Aspects such as raw material mixing, extrusion, cutting and perforation will be analyzed. The methodology adopted is Kaizen, focused on continuous improvement to increase productivity and competitiveness, reducing failures and optimizing production times. The implementation of Kaizen will allow better quality control and an effective response to customer requirements.

Keywords: DMAIC, production scrap, continuous improvement, extrusion.

Índice de Contenido.

I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 13

1.1. Contexto Histórico Social 14

1.2. Antecedentes 16

1.3. Planteamiento del problema 16

1.4. Objetivos 19

1.4.1. Objetivo General 19

1.4.2. Objetivos Específicos 19

1.5. Justificación 19

1.6. Lluvia de ideas. 21

1.7. Formulación del Problema 22

II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 22

2.1. Marco teórico fundamental 22

2.2. Fundamentación Teórica 23

2.2.1. Metodología DMAIC. 24

2.2.2. Los Siete Desperdicios de la Manufactura Esbelta 25

2.2.2.1. Sobreproducción 26

2.2.2.2. Tiempo de espera 26

2.2.2.3. Transporte innecesario 26

2.2.2.4. Procesamiento incorrecto 26

2.2.2.5. Inventario innecesario 26

2.2.2.6. Movimiento innecesario 26

2.2.2.7. Productos defectuosos 26

2.2.3. Ciclo PHVA. 27

2.2.4. Proceso de producción de fundas. 28

2.2.5. Diagrama de flujo de proceso de producción de fundas para banano 29

2.2.6. Calidad. 30

2.2.7. Productividad. 31

2.2.8. Mejorar la calidad. 31

2.2.9. Planificar la calidad. 31

2.2.10. Control de la Calidad: 32

2.2.11. Objetivos de la calidad en los procesos productivos. 32

2.2.12. Ventajas y desventajas de la calidad. 32

2.2.12.1. Ventajas de la calidad: 32

2.2.12.2. Desventajas de la calidad: 33

2.3. Marco contextual. 33

2.4. Sustentación legal 35

III. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 36

3.1. Enfoque de la investigación 36

3.2. Alcance de la investigación 36

3.3. Delimitación de la investigación 37

3.4. Población y muestra 37

3.4.1. Población 37

3.4.2. Muestra 37

3.4.3. Criterios de inclusión: 38

3.4.4. Criterios de exclusión: 38

3.5. Métodos empleados. 38

3.6. Definir. 39

3.6.1. Levantamiento de información, observación directa. 39

3.6.2. SIPOC 40

3.6.3. Proveedores. 40

3.6.8. Declaración del problema. 43

3.6.9. Voz del cliente (VOC). 44

3.7. Medir. 45

3.8. Confiabilidad de los datos. 50

3.9. Analizar. 52

3.10. Mejorar. 59

3.1. Control 66

I. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS 66

II. CONCLUSIONES 72

III. RECOMENDACIONES 73

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74

Bibliografía 74

Índice de Ilustraciones.

Ilustración 1. Posibles acciones que lleven a una calidad baja de fundas para protección de racimos de banano. 21

Ilustración 2 Ciclo de DMAIC de mejora continua. 24

Ilustración 3. Ciclo de Deming de mejora continua. 27

Ilustración 4. Etapas del ciclo de Deming de mejora continua 27

Ilustración 5. Diagrama de flujo de procesos. 30

Ilustración 6. Macroproceso de producción 39

Ilustración 7. Scrap data de estudio. 39

Ilustración 8. Diagrama SIPOC del proceso de Extrusión. 42

Ilustración 9. Entrevistas con directivos. 43

Ilustración 10. Herramienta 3W+2H para declaración del problema. 44

Ilustración 11. Hoja de reporte de producción. 47

Ilustración 12. Reporte de extrusión mes de enero por máquina. 48

Ilustración 13.Reporte de extrusión mes de febrero por máquina. 48

Ilustración 14. Reporte de extrusión mes de marzo por máquina 49

Ilustración 15. Reporte de extrusión mes de abril por máquina. 50

Ilustración 16. Instrumento medidor de espesor. 50

Ilustración 17. Instrumento flexómetro sello calibración. 51

Ilustración 18. Instrumento flexómetro balanza sello calibración. 51

Ilustración 19. Scrap por categorías de registros en reportes del área extrusión. 53

Ilustración 20. Actividad desarrollada con operadores. 54

Ilustración 21. Diagrama Causa - Efecto Scrap por cambio de trabajo. 55

Ilustración 22. Diagrama Causa - Efecto Scrap por material quemado grumos 56

Ilustración 23. Cronograma mensual de capacitaciones. 62

Índice de tablas.

Tabla 1. Etapa cronológica de la calidad 15

Tabla 2. Etapas de metodología DMAIC. 25

Tabla 3. Etapas a desarrollar del proyecto. 38

Tabla 4. Matriz VOC. 45

Tabla 5. Planificación de recolección de datos. 46

Tabla 6.Datos de scrap generados en el mes de enero 47

Tabla 7. Datos de scrap generados en el mes de febrero. 48

Tabla 8. Datos de scrap generados en el mes de marzo 49

Tabla 9. Datos de scrap generados en el mes de abril. 49

Tabla 10. Análisis de las causas potenciales. 57

Tabla 11. Verificación de causas potenciales. 58

Tabla 12. Soluciones propuestas para causa raíz. 59

Tabla 13. Matriz esfuerzo- impacto. 60

Tabla 14. Planificación de plan implementación de mejoras. 61

Tabla 15. Orden de capacitación de Comunicación abierta-efectiva. 62

Tabla 16. Plan de mantenimiento preventivo. 65

Tabla 17. Scrap (kg). Enero 68

Tabla 18. Scrap (kg) Febrero. 68

Tabla 19. Scrap (kg) Abril. 68

Tabla 20. Scrap total por mes. 69

Tabla 21. Costo de scrap Situación Actual. 70

Tabla 22. Scrap (kg) Posterior a mejoras. 70

Tabla 23. Costos de Scrap por mes. 71

Tabla 24. Reducción Total de scrap. 71

Tabla 25. Reducción total de costos. 71

I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La calidad es una de las disciplinas empresariales que más interés han suscitado en los últimos años. La razón de este interés es obvia: la calidad y su pariente, la satisfacción del cliente, son generalmente reconocidos como valores básicos demandados por la sociedad, por lo que su consecución es una fuente de diferenciación y ventaja competitiva para la empresa.

(Martinez. J, 2018), La importancia del control de calidad en cada etapa de la producción surge del hecho de que eleva los niveles operativos de producción y aumenta la satisfacción del cliente. Actualmente, el proceso de mejora de la calidad se extiende al área de postventa, que mide y cuantifica el nivel de satisfacción que ha tenido con el producto final.

(Para Conesa, 2007), menciona que el binomio productividad-competitividad carece de sentido si no va unido al concepto calidad. Es cierto que la mejora de la calidad lleva aparejada una mejora de la productividad y de la competitividad de la compañía.

La palabra calidad se enfoca más allá de la producción, es decir implica también la competencia de los valores de las fundas de protección para racimo de banano con otros fabricantes, relacionada también a la parte administrativa de la planta de producción, es por eso que la instauración de un sistema de control de calidad está implicada en todas las áreas que conforman la planta, a continuación, se presenta el foco de investigación y la

parte central del trabajo de fin de curso.

La investigación actual se lleva a cabo en una instalación que fabrica fundas de plásticos de alta densidad orgánicas para la protección de racimos en plantaciones bananeras ecuatorianas, brindando a los clientes productos que satisfacen sus necesidades y requerimientos para el cultivo de banano. El proyecto de investigación tiene como foco: Implementar un sistema de control de calidad en el proceso de producción de fundas de polietileno de alta densidad.

La parte central del trabajo de fin de curso es evaluar y proponer mejoras para mitigar los porcentajes de material recuperado en el proceso de producción de fundas de polietileno de alta densidad, recopilando información de todos los tipos de fundas según requerimientos de los clientes, tales como perforaciones, color, medidas y diseños, y analizar los procesos de producción, mezcla de materia prima, extrusión, corte y perforado.

Por consiguiente es importante conocer la situación actual del proceso de producción usando técnicas de recopilación documental de datos a través de visitas periódicas a la planta de producción, tabulaciones de información de los departamentos de producción y ventas en documentos Excel con gráficos que permitan un mayor visualización, entrevistas con personal de la fábrica de fundas plásticas y posteriormente presentar soluciones a los casos que se encuentren en la misma, garantizando productos de calidad y eficientes en cada uno de los procesos que intervienen las máquinas y personal operativo, eliminando cuellos de botellas y tiempos muertos dentro de la producción. La metodología como parte fundamental para el desarrollo del estudio parte de los principios y herramientas de la mejora continua que se relaciona con la cita mencionada anteriormente, productividad-competitividad y calidad. (METODOLOGÍA KAIZEN). Al

implementar Metodología Kaizen de mejora continua, nos permitirá tener un mayor control de la productividad, disminución de fallas en el producto terminado, atención oportuna a los requerimientos del cliente.

1.1. Contexto Histórico Social

El hombre consolida desde las primeras civilizaciones conocidas, que existen pruebas documentadas sobre los inicios de la calidad y su grado de importancia en las acciones que desarrollaban de forma cotidiana.

Dando un paso importante desde épocas antiguas donde los conceptos de calidad quizá no se planteaban de manera explícita, pero con el pasar del tiempo se han ido estableciendo como políticas de las grandes empresas manufactureras y de servicios. A continuación, se muestra de manera detallada el proceso de transición de la calidad.

Tabla 1. *Etapa cronológica de la calidad*

Etapa	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del costo o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente. Satisfacción del artesano, por el trabajo bien hecho. Crear un producto único
Revolución Industrial	Producir en grandes cantidades sin importar la calidad de los productos.	Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
Administración científica	Técnicas de control de calidad por inspección y métodos estadísticos, que permiten identificar los productos defectuosos.	Satisfacción de los estándares y condiciones técnicas del producto.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la calidad de los productos (armamento), sin importar el costo, garantizando altos volúmenes de producción en el menor tiempo posible.	Garantizar la disponibilidad de un producto eficaz en las cantidades y tiempos requeridos.
Posguerra Occidente	Producir en altos volúmenes, para satisfacer las necesidades del mercado	Satisfacer la demanda de bienes causada por la guerra.
Posguerra Japón	Fabricar los productos bien al primer intento.	Minimizar los costos de pérdidas de productos gracias a la calidad. Satisfacer las necesidades del cliente. Generar competitividad.
Década de los setenta	Sistemas y procedimientos en el interior de la organización para evitar productos defectuosos	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción de costos. Generar competitividad.
Década de los noventa	La calidad en el interior de todas las áreas funcionales de la empresa	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción de costos. Participación de todos los empleados de la empresa. Generar competitividad.
Actualidad	Capacitación de líderes de calidad que potencialicen el proceso.	Satisfacción del cliente. Prevenir errores. Reducción sistemática de costos. Equipos de mejora continua. Generar competitividad. Aumento de las utilidades

Nota. En la tabla 1 se muestra la representación de las etapas de transición del concepto calidad a lo largo de la historia hasta la actualidad. Fuente: María Constanza Cubillos Rodríguez & Diego Rozo Rodríguez. et al. (2009).

El propósito de la calidad ha ido experimentando transformaciones representativas a lo largo de la evolución del mundo. Estos cambios gradualmente han mantenido constante la búsqueda de reducción de costos, reprocesos, y permitiendo

aumentar la satisfacción del cliente y mejorando el clima organizacional, hoy en día las empresas se enfrentan a la competitividad del mercado globalizado, donde alcanzar los más altos parámetros y estándares son de importancia para incrementar la rentabilidad y target de la marca.

1.2. Antecedentes

Al analizar el producto terminado con la satisfacción del cliente es un reto que como empresa productora de fundas para protección de racimo de banano no ha sido muy relevante, los porcentajes de material recuperado han sido un cuello en la producción, pero al implementar un sistema de control que permita controlar, mitigar y eliminar residuos que se generan costo, tiempos y espacio, representa un paso importante a la mejora continua de la fábrica, dando un mejor flujo de procesos, toma de decisiones, minimizando tiempos improductivos y mejorando la calidad del producto y de tal manera logrando satisfacción con el producto final.

Es importante estudiar la mecánica de cada proceso de producción, ya que como fábrica permite accionar de manera oportuna ante cualquier imprevisto, lo que nos permitirá tener positivamente una respuesta favorable con respecto a la producción planificada.

1.3. Planteamiento del problema

"En el Ecuador hay una extensa demanda de productos plásticos, muchas empresas no llevan un control de calidad en sus materias primas y en sus productos terminados, algunas elaboran sus productos con el reciclado de plástico de lotes anteriores disminuyendo la calidad de estos. Estas variantes y otras hacen que no se pueda cumplir con un estándar de requerimientos con calidad." (Meneses 2017).

Gran parte del material recuperado con la que se elaboran las diversas formas del plástico tales como PET o PETE (tereftalato de polietileno); HDPE (polietileno de alta densidad); PVC (policloruro de vinilo); LDPE (polietileno de baja densidad); PP

(polipropileno); PS (poliestireno). Por tal motivo, es importante cumplir con los estándares de calidad, que las formulaciones químicas sean certificadas por personal profesional y con experiencia en el medio para producir productos con parámetros de calidad y cumplan con los requerimientos de los clientes.

Los sistemas de calidad son herramientas que permiten a una empresa realizar procesos de mejoras acomodándose a los diversos escenarios que puedan ocurrir. Uno de los aspectos claves a tener en consideración es que una organización debe tener un flujo constante de información que se encuentre disponible para todos los interesados".(Blandino, 2020), es por eso que actualmente tener un proceso de control de calidad dentro del área de producción es de vital importancia, ya que me permite tener un mayor control y satisfacción del cliente con una buena experiencia del producto terminado.

El proceso de producción de fundas plásticas que son utilizadas para el cuidado del banano, representa una actividad de crucial importancia en el ámbito agrícola, dado que estas envolturas ejercen un papel fundamental en la preservación de una de las frutas con mayor relevancia a nivel global. Las provincias principales de la costa centro-sur de Ecuador, como mercados de gran consumo, incluyen El Oro, Guayas, Manabí y Los Ríos.

La calidad de dichas fundas plásticas resulta de suma importancia, ya que ejerce una influencia directa sobre la integridad y calidad de la cosecha de banano. No obstante, en diversas zonas, la instauración de un Sistema de Control de Calidad apropiado en el proceso de manufactura de estas fundas plásticas se convierte en un desafío pendiente que requiere atención inmediata. Esta exposición del dilema tiene como propósito abordar las problemáticas y consecuencias derivadas de la ausencia de un Sistema de Control de Calidad eficaz en la producción de las fundas plásticas destinadas a la protección del

banano.

En la actualidad, el departamento de producción de la fábrica de plásticos de fundas de protección para racimos de banano tiene sus programaciones de trabajo determinadas por el departamento de ventas. La cantidad de solicitudes de los clientes determina el tiempo que se tardará en proporcionar el producto final, y la fecha de entrega se establece mediante un acuerdo directo con el cliente. Sin embargo, debido a una comunicación departamental ineficaz, la fecha de entrega acordada a veces resulta poco realista y su cumplimiento se vuelve desafiante, lo que tiene un efecto perjudicial en la satisfacción final del cliente.

Los principales problemas que se presentan en la fábrica de fundas plásticas para protección del racimo de banano se detallan a continuación:

Pésima organización de trabajo

Ineficiente planificación en la producción semanal.

Mala comunicación interna.

Falta de capacitación de uso de instrumentos de medición de control de calidad.

Alto porcentaje de material recuperado.

Poca coordinación de entrega de producto final con el cliente.

Las problemáticas mencionadas con anterioridad conllevan a producir productos con fallas, afectando directamente en la calidad de las fundas de protección para racimo de banano, por querer cumplir con los requerimientos de producción los colaboradores de operación de manera especial en el área de extrusión no calibran de manera correcta, esto se debe por intentar cumplir con un lote de producción a tiempo. Otro desafío importante es el costo de la funda en comparación con otras fábricas de producción, el encarecimiento se

debe por el mal uso de los recursos asignados dentro de la planta de producción,

"Las fallas en la calidad de los productos que salen de aquellos procesos son muy graves, es por eso que se da la necesidad de implementar un control de calidad a sus materias primas que ayudarán a impedir problemas a futuro y reclamos por parte de los clientes sobre los productos que genera la empresa. La empresa necesita que se mejore tanto en la parte operacional como en calidad, para satisfacer todas las necesidades del cliente." (Meneses 2017).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Identificar e implementar un sistema de control de calidad basado en la metodología Kaizen de mejora continua, con el fin de asegurar la entrega del producto bajo estándares de calidad y mejora de la competencia con los otros fabricantes.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información del departamento de producción, y satisfacción del cliente para el análisis de procesos de producción.
- Identificar mediante herramientas de la metodología Kaizen, los defectos y deficiencias del proceso de producción.
- Proponer estrategias de mejora con indicadores de gestión para control y mejor toma de decisiones en la planta de producción.

1.5. Justificación

Las fundas plásticas desempeñan un papel fundamental en la protección de los bananos contra plagas, condiciones climáticas adversas y daños físicos durante su proceso de crecimiento y transporte. Estas envolturas plásticas tienen un impacto directo en la integridad y calidad de los bananos recolectados. El no uso de una correcta funda de protección genera problemas de tipo fungosos en los racimos de las plantaciones. Lo que

lleva a pérdidas de fruta en grandes proporciones.

Ante la ausencia de un departamento de control de calidad que controle la calibración de las máquinas de extrusión y corte-perforado y al no tener un canal de comunicación entre el departamento de ventas y producción, es imperativo el realizar un estudio a los lotes de producción de los diferentes tipos de fundas por perforaciones que son las siguientes: (0.0004mm, 0.0005mm, 0.0006mm.) para conocer el estado actual y los problemas que se generan.

Al brindar una funda al mercado ecuatoriano con condiciones óptimas de calidad, tales como peso, grosor, perforaciones, tamaños; estas características reúnen el término de calidad en la planta de producción de fundas para protección de los racimos de banano. Es relevante destacar que para la fábrica de producción es un reto importante que cada cliente tenga una buena experiencia refiriendo al producto y atención al cliente, además es importante mencionar que los porcentajes de material recuperado que se generan, se representa como una pérdida, por lo cual se debe tener una mejor realización, inspección y coordinación para mitigar dichos porcentajes, al tener un alto porcentaje de material recuperado en mi línea de producción es una advertencia para poder analizar e implementar mediante metodología de mejora continua la razón por la cual es ineficiente el proceso, ya sea por diferentes acciones de calibración, organización, o no conocimiento del proceso.

La implementación de un estricto Sistema de Control de Calidad garantizará que las envolturas cumplan con los estándares necesarios para llevar a cabo su función protectora de manera eficiente.

Teniendo un sistema de control de calidad que facilite competir en el mercado con los demás fabricantes de fundas plásticas, con los más altos estándares de calidad a costos bajos, gracias al buen manejo, estudio e implementación de las metodologías Kaizen reduciendo pérdidas económicas y mejorando la competencia con otros fabricantes, permitirá captar clientes.

El flujo eficiente de la cadena de producción se ve favorecido significativamente por los sistemas de control de calidad al proporcionar un análisis detallado de los procesos. Esto, a su vez, permite tomar decisiones más informadas sobre cómo abordar los problemas y encontrar soluciones viables a lo largo del proceso productivo.

Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta la elección de las herramientas de metodología KAIZEN en función de las necesidades únicas, ya que esto garantizará la calidad de los procesos, productos y servicios. Además, fomentar la participación activa de los colaboradores es crucial porque implica la interacción del trabajador con el proceso productivo y los departamentos que son de vital importancia dentro de la producción de fundas plásticas para protección del banano, que maximiza la satisfacción del cliente mediante el uso de un sistema de control de calidad eficaz.

1.6. Lluvia de ideas.

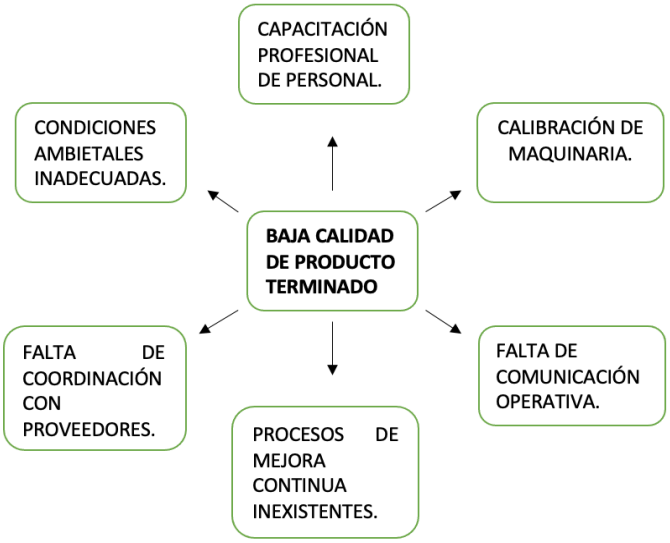


Ilustración 1. *Posibles acciones que lleven a una calidad baja de fundas para protección de racimos de banano.*

***Nota*:** Estos enunciados forman parte de la evidencia para partir a un proceso de investigación por la baja calidad de fundas para protección de racimos de banano. Fuente: El autor (2024).

1.7. Formulación del Problema

¿Cuáles son las acciones a tomar para mitigar los problemas de rendimiento con baja calidad en el área de producción de fundas plásticas de protección del racimo de banano?

II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II.1. Marco teórico fundamental

En la actualidad, la industria del plástico a nivel mundial se encuentra en desarrollo, con una planificación al 2020 de hasta 868 billones de dólares en su consumo. Solo en el mercado de Latinoamérica, el consumo fluctúa en los 50 billones de dólares, indican (Buitrón-López,2019).

El sector del plástico es estratégico en la estructura industrial del mundo. De 1950 a 2015, la industria del plástico ha registrado un crecimiento constante en su producción. Asia domina actualmente la producción de plástico (49%), seguida de Europa (19%) y Norteamérica (18%). Por tal razón, sigue siendo un área de oportunidad para México y Latinoamérica.

Según Plastics Europe (2022), la producción global de plásticos llegó a 400.3 millones de toneladas, con un notable aumento del 10 % en plásticos circulares. Los desafíos competitivos emergen, mientras China se posiciona como líder en producción y reciclaje.

A través de varios ejemplos reales, la mejora de la calidad genera una reacción en cadena, ya que se obtiene reducción de costos de producción, esto genera menos desperdicios, menos re trabajos, se minimiza el tiempo de fabricar productos con baja calidad y se usan equipos - materiales de manera eficiente. Beneficia en la productividad, logrando piezas correctas y a menor costo en una línea de tiempo. Con mejora en la calidad y menos coste, se mejora la relación precio y calidad, y como consecuencia permite aumentar la competitividad ganando posicionamiento en el mercado por buen rendimiento (Deming, 1986).

(Boon, 2019) Menciona que, la mejora de procesos en organizaciones que utilizan la técnica DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), comprende un efecto positivo en la productividad de la empresa. Por consiguiente, se alienta a las organizaciones a elegir proyectos basados en la metodología DMAIC, ya que se ajustan a las planificaciones y a los procesos centrales, consienten el aumento de los ingresos, reducción en el costo y tiempo de cantidad de trabajo.

La metodología DMAIC en una organización, se plasma en los usuarios, detalla una mejor satisfacción, es decir refleja una 90% de disminución en reclamos, con respecto a los colaboradores, muestra un mejor nivel de organización y comunicación, minimizando un cargo de hora extras y posibilidad de recibir órdenes de pedidos fuera de lo estructurado en la planificación de la producción. (Smętkowska y Mrugalska, 2018)

(Costa et. al 2017), mencionan que, la constante variabilidad del mercado requiere una constante flexibilidad y acuerdos en las ofertas que brindan las organizaciones. Para que ciertas organizaciones puedan mantenerse en la competitividad, es fundamental buscar una

ventaja operativa. Esta perspectiva se consigue mediante la mejora constante de los procesos y la reducción continua de costes. Es así como, en una empresa de producción de neumáticos, una vez adoptando el ciclo DMAIC e implementando algunos procedimientos de mejora, dieron como resultado una disminución del 0.89 % en el indicador de desempeño de trabajo.

(Ibarra, Berrazueta, 2019) sostiene que un enfoque sistemático como el de la metodología DMAIC perteneciente a Lean Six Sigma es aplicable para cualquier tipo de proceso y brinda beneficios como el poder monitorear y calcular parámetros del proceso, es decir la metodología DMAIC, es implementada, para un mejor control de la producción en plantas industriales, lo cual permite reducir la mala organización, comunicación y tiempos improductivos que añaden valor a la cadena de suministro, teniendo un mejor control de cada proceso, se verá en el desarrollo de cada colaborador y satisfacción del cliente con el producto final obtenido.

II.2. Fundamentación Teórica

II.2.1. Metodología DMAIC.

Según Ang et. al (2015), Declara que Six Sigma, en el desarrollo tanto productivo, como administrativo de la producción que incrementa en la organización, ya que integra a la participación sin límite de todos los niveles jerárquicos de la empresa, así mismo apunta a la dirección dinámica productiva, los proyectos basados en Six Sigma se realizan utilizando la metodología DMAIC.

La metodología DMAIC está constituida de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Estas fases son la esencia para llevar detalladamente, desde el inicio del proyecto de mejora en los procesos hasta su culminación.

Smętkowska et. al (2018), señalan que el ciclo DMAIC se representa en cinco etapas que están entrelazadas entre sí, en la Ilustración 1 se observa el Ciclo de DMAIC de mejora

continua.

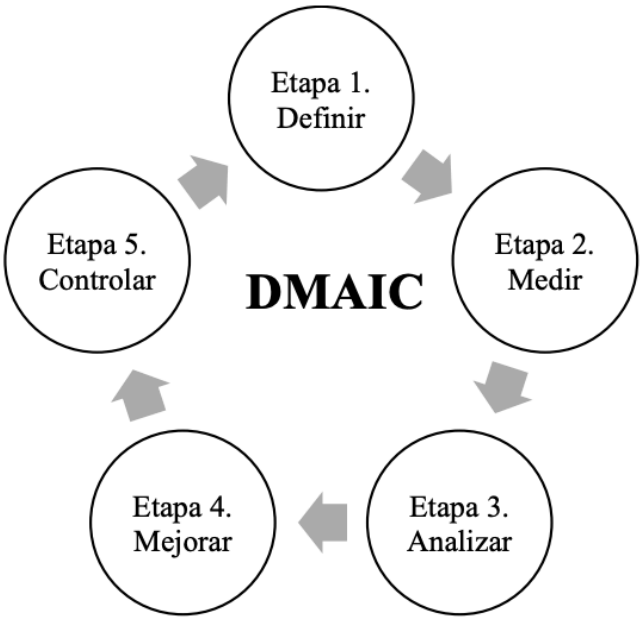


Ilustración 2 *Ciclo de DMAIC de mejora continua.*

Fuente Smętkowska y Mrugalska (2018).

A continuación, se muestra en tabla 2 las etapas del ciclo DMAIC descritas por Smętkowska y Mrugalska (2018).

Tabla 2. *Etapas de metodología DMAIC.*

Etapas del Ciclo				
1 Definir	**2 Medir**	**3 Analizar**	**4 Mejorar**	**5 Controlar**
Detallar las obligaciones y los recursos necesarios.	Identificar las métricas válidas y confiables.	Determinar las principales razones de los problemas.	Preparar la estructura de la división de trabajo.	Documentar el plan de mejoras de normalización y seguimiento de procesos.
Especificar la estructura organizativa que sea favorable para alcanzar los objetivos.	Comprobar si hay suficientes datos para medir.	Establecer las diferencias entre el rendimiento actual y el objetivo.	Desarrollar y probar posibles soluciones (seleccionar la mejor).	Confirmar los procedimientos mejorados.
Identificar los elementos e instalación de la fecha estimada de finalización del proyecto.	Documentar el desempeño y la eficacia actual.	Estimar los recursos necesarios para alcanzar el objetivo.	Diseñar el plan de ejecución.	Transferir la propiedad de los equipos relevantes después de la finalización del proyecto.
Obtener apoyo de la dirección.	Realizar pruebas comparativas	Especificar los posibles obstáculos.		

Tabla 2: En la tabla 2 se muestra el detalle de cada etapa de ciclo de DMAIC, que se requiere para proceder con el desarrollo metodológico. Fuente Smętkowska y Mrugalska (2018).

II.2.2. Los Siete Desperdicios de la Manufactura Esbelta

El desperdicio es todo aquello que no agrega valor al producto o servicio, por lo tanto, el

consumidor final no está dispuesto a pagar, el objetivo directo de la mejora continua específicamente en la manufactura esbelta es minimizar desperdicios para tener como resultado un máximo de ganancias.

La reconocida empresa Toyota, pionera y creadora de la Metodología Kaizen identifica siete desperdicios que no agrega valor a los procesos de las organizaciones. (Villaseñor y Galindo, 2016).

II.2.2.1. Sobreproducción

Producir artículos sin órdenes de producción. Es decir, producir artículos antes de que los clientes los requieran. Esto provoca incrementos de artículos en el almacén y costos para mantener el inventario.

II.2.2.2. Tiempo de espera

Es el tiempo en el que no se añade valor al producto. Ocurre cuando los operarios esperan información, materiales, herramientas, entre otros. Es aceptable que una máquina espere a un operario, pero no es recomendable que un operador espere a la máquina.

II.2.2.3. Transporte innecesario

El movimiento innecesario de los materiales o productos no es recomendable porque genera costos de transporte y podría causar daños en los productos, lo cual implicaría retrabajos.

II.2.2.4. Procesamiento incorrecto

No tener claras las especificaciones de los clientes puede dar lugar a procesamientos innecesarios que originaría más costos, en lugar de valor a los productos.

II.2.2.5. Inventario innecesario

El exceso de materia prima, producto en proceso o producto terminado en el almacén suele causar obsolescencia de productos, tiempos de entrega dilatados, daños en los productos, y acarrea mayores costos de transporte y almacenamiento. Tener niveles altos de inventario puede ser sinónimo de una producción desnivelada y retraso en la entrega de pedidos.

II.2.2.6. Movimiento innecesario

Cualquier movimiento del personal que no agregue valor al producto es un desperdicio. Por ejemplo: buscar herramientas, acumular materiales innecesarios en el área de trabajo, caminar demasiado para trasladar partes, entre otros.

II.2.2.7. Productos defectuosos

Por naturaleza, los defectos de producción implican un enorme desperdicio porque consumen materiales, esfuerzo humano, implican un retrabajo y generan insatisfacción en los clientes.

II.2.3. Ciclo PHVA.

El CICLO PHVA Ilustración 2, es un proceso sistemático para la mejora continua y la resolución de problemas. El ciclo PHVA fue dado a conocer por Edwards Deming en la década de los 50´s, basándose en las ideas de Walter Shewhart (pionero del control estadístico de la calidad). PHVA significa: planear, hacer, verificar y actuar. En inglés se conoce como PDCA: plan, do, check, act (Sánchez, 2017).

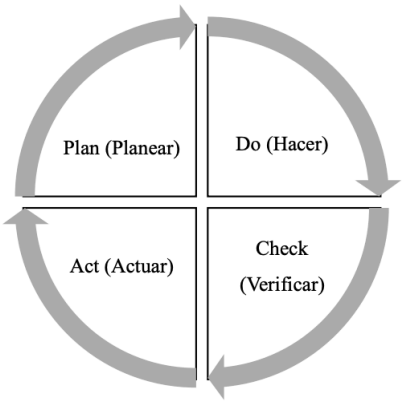


Ilustración 3. *Ciclo de Deming de mejora continua.*

Fuente: Sánchez (2017).

Según (Navas-Cuenca 2017), menciona que el ciclo PHVA está estructurado en 4 bloques, que se muestran a continuación en la ilustración 3:

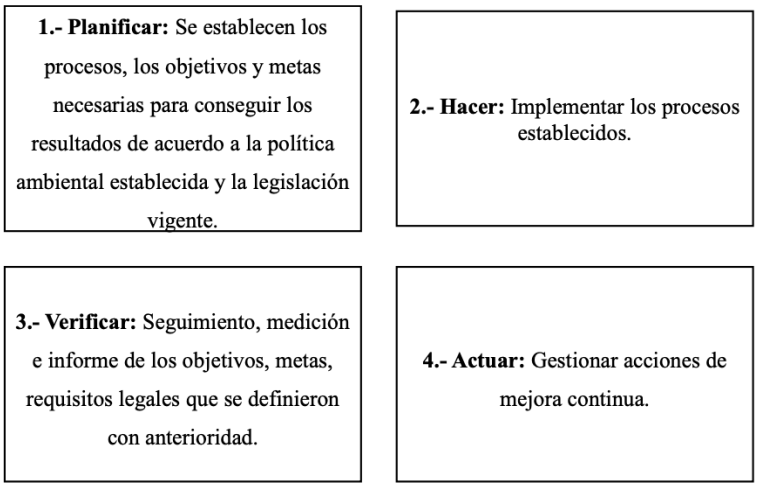


Ilustración 4. *Etapas del ciclo de Deming de mejora continua*

Fuente: Propia del autor.

II.2.4. Proceso de producción de fundas.

El diagrama de flujo general del proceso de fabricación de fundas para protección de racimos de banano se muestra en la ilustración 4. A continuación, se presenta una breve explicación del proceso de fabricación:

El proceso de elaboración de fundas plásticas para banano, inicia en el transporte de materia prima al área de mezcla, donde se ingresa la materia prima polietileno de alta y baja densidad, carbonatos de calcio, pigmentos y solvente, pasado este proceso se transporta la pre mezcla a la tolva de la extrusora, en la cual pasa por medio de un tornillo sin fin a temperatura entre 105 y 190 grados centígrado, donde se eleva una burbuja de plástico, esta burbuja es estirada y forma una película, una vez procesada la materia prima, las películas se enrollan en bobinas de 40 m hasta 250 m, el siguiente proceso de producción es corte y perforado, de acuerdo a los requerimientos del cliente, se ajusta máquina, estas pruebas son empíricas. Una vez realizado el corte y perforado las fundas son empaquetadas en sacos de 25kg, para luego pasar al área de almacenamiento de producto

terminado.

2.2.5. Diagrama de flujo de proceso de producción de fundas para banano.

Universidad Ecotec



Proceso inicia en bodega de materia prima.



Se transporta la materia prima a la mezcladora.



Se realiza la mezcla de polietileno de alta o baja.
Densidad con masterbath (color)
Carbonato de calcio (resistencia)
Pigmentos (color)
Solvente (fundas con logotipo)
Tintas (Color al logotipo)



Se transporta la mezcla a la extrusora.



Se procede a vaciar la mezcla en la máquina extrusora, en la cual se eleva una burbuja de plástico, esta burbuja es estirada y forma una película, se revisa el espesor, velocidad, temperatura y que la forma de la burbuja sea de una forma concéntrica.



La bobina pasa un espacio determinado



La bobina espera para ser cortada de según las especificaciones.

Continuación de ilustración 4

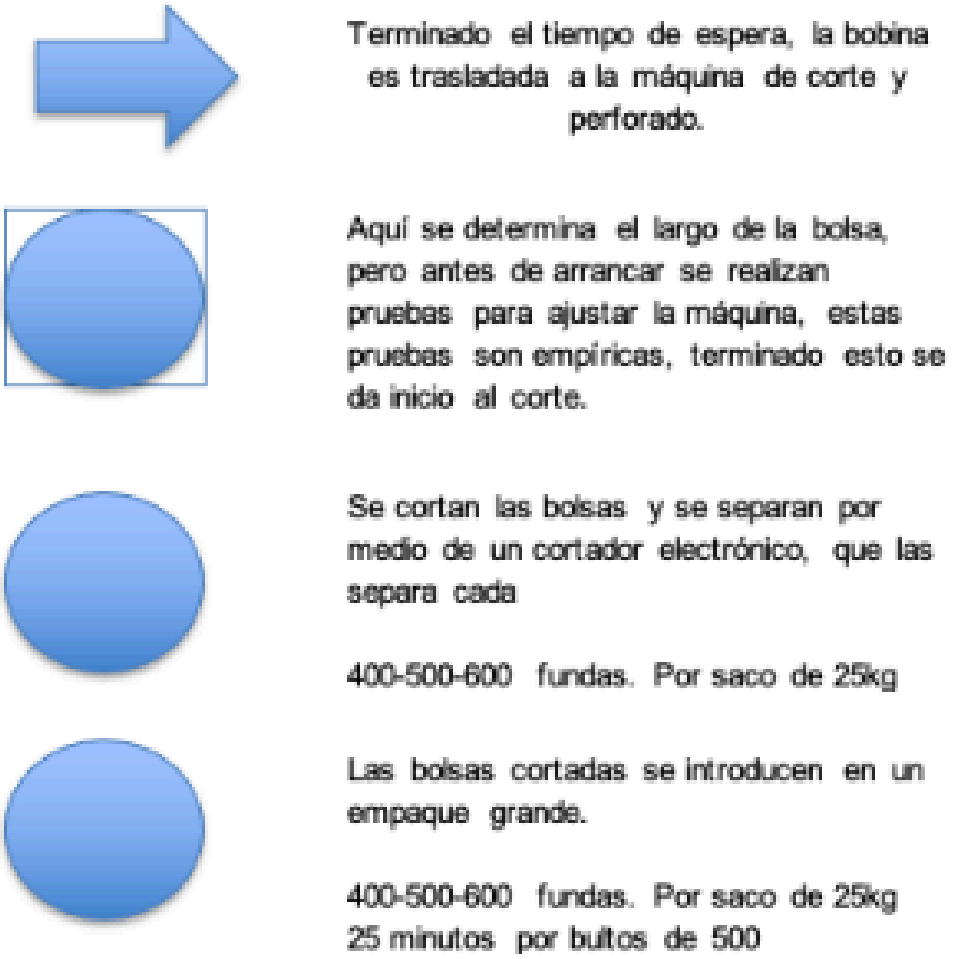


Ilustración 5. *Diagrama de flujo de procesos.*

Fuente: Propia del autor.

II.2.6. Calidad.

En sus principios, la calidad se delimita a la revisión del producto; sin embargo, esta revisión fue complementada con la teoría de control de la calidad sistemática y estadística,

fortaleciendo así el tema de Control Total de la Calidad. Esto permitió definir el concepto de aseguramiento de la calidad y establecer su documentación. Además, nacieron los estándares internacionales como las normas ISO 9000 (ISO, 2000, 2005, 2008), que proporcionaron que el tema de calidad sea más comprensible para todos los miembros de la empresa, enfocado principalmente en el cliente, los procesos y su integración en los sistemas de gestión.

García et. al (2015), argumentan que, en los años 90, de los aportes de Edward Deming y todos aquellos provenientes de la teoría administrativa, nace el concepto de Gestión Total de la Calidad, buscando satisfacer al consumidor por medio de la mejora continua.

II.2.7. Productividad.

Mejía (2016) , interpreta que la productividad puede entenderse como la habilidad para realizar más tareas en menos tiempo. Esto incluye factores como la rotación de personal, los retrasos, la cantidad y calidad del trabajo realizado, el rendimiento laboral y la asistencia del trabajador.

Un incremento constante en la productividad ayuda a controlar problemas estructurales de la economía, tales como la inflación, el desempleo, el déficit en la balanza comercial y la inestabilidad en la uniformidad monetaria., establecen Bribiescas y García (2011).

II.2.8. Mejorar la calidad.

Las empresas todos los años acometen mejoras en sus procesos, por medio de nuevos productos para sustituir modelos antiguos, la implementación de tecnología vanguardista y revisión de procesos para minimizar índices de error.

II.2.9. Planificar la calidad.

Las empresas para el desarrollo de nuevos bienes y servicios y los nuevos productos mantienen una estructura organizativa, la cual permite garantizar una buena tasa de las características de la calidad.

II.2.10. Control de la Calidad:

La planificación es el paso previo que permite llevar un control de las mejoras y elevar a niveles superiores, al llevar un control se logra la reducción de costes y maximizar ganancias, además de una mejor toma de decisiones ante un imprevisto.

II.2.11. Objetivos de la calidad en los procesos productivos.

- Asegurar que los productos o servicios cumplen con las expectativas y necesidades de los clientes.
- Minimizar los desperdicios, errores y retrabajos, optimizando el uso de recursos.
- Incrementar la productividad mediante procesos bien definidos y controlados.
- Mantener un nivel uniforme de calidad en todos los productos y servicios.
- Adherirse a los estándares y requisitos legales y de la industria.
- Implementar un ciclo de mejora constante para adaptar y perfeccionar los procesos.
- Producir bienes y servicios de alta calidad para destacarse en el mercado.
- Incorporar prácticas que favorezcan la sostenibilidad ambiental y social en los procesos productivos.

II.2.12. Ventajas y desventajas de la calidad.

II.2.12.1. Ventajas de la calidad:

Productos y servicios de alta calidad cumplen o superan las expectativas de los clientes, fomentando la lealtad y repetición de compras.

Procesos de alta calidad minimizan errores, retrabajos y desperdicios, lo que disminuye los costos operativos.

Procedimientos bien definidos y controlados optimizan el uso de recursos y mejoran la productividad.

Ofrecer productos de calidad superior puede diferenciar a una empresa en el mercado, atrayendo a más clientes.

Mantener altos estándares de calidad ayuda a asegurar que los productos cumplan con las regulaciones y normativas aplicables.

Fomenta una cultura de mejora continua, donde se buscan constantemente formas de optimizar los procesos y productos.

Una buena calidad refuerza la reputación y credibilidad de la marca en el mercado.

II.2.12.2. Desventajas de la calidad:

Implementar sistemas de control de calidad y certificaciones puede requerir una inversión significativa.

Desarrollar y mantener altos estándares de calidad puede llevar tiempo, retrasando el lanzamiento de productos.

Los empleados y la administración pueden resistirse a los nuevos procedimientos y estándares necesarios para mejorar la calidad.

Gestionar la calidad en todos los aspectos de la producción puede ser complejo y requerir una supervisión constante.

En algunos casos, el esfuerzo por alcanzar niveles extremadamente altos de calidad puede resultar en productos sobrecalificados que no necesariamente aportan valor adicional a los clientes.

Focalizarse demasiado en la calidad puede desviar recursos de otras áreas críticas

del negocio, como la innovación o el marketing.

II.3. Marco contextual.

Adaptando la perspectiva al contexto local, en una tesis de la Universidad Politécnica ESPOL de la ciudad de Guayaquil con el tema “Disminución del porcentaje de scrap en una fábrica de fundas y rollos plásticos aplicando herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC” (Feijoo M, 2021), en el cual se plasma un análisis por medio de la metodología DMAIC, para asegurar la calidad del producto final y satisfacción del cliente.

De acuerdo con (Feijoo M, 2021), la preocupación por definir un sistema de control que permita llevar un análisis constante en el proceso de producción en tiempo real, la cual genera altos costos de almacenar, producir y mantener, es un reto para brindar solución, la oportunidad de llegar a analizar, mejorar la toma de decisiones de cada departamento de producción permitirá maximizar ganancias, produciendo productos con calidad y logrando satisfacción en el cliente.

El proceso de implementación tiene como herramientas principales de acuerdo a lo mencionado anteriormente (Feijoo M, 2021), la implementación de metodología DMAIC de mejoramiento continuo para las organizaciones. Definido en 5 fases que se encuentran entrelazadas.

Para desarrollar la recolección de datos implementó, en su primera fase, definir los diferentes procesos y cuellos de botella mediante la herramienta de mapas de lluvias de ideas, diagrama de Ishikawa, la cual permitió brindar un mejor estudio en estado actual de la línea de producción.

La segunda fase que se establece en la investigación “Disminución del porcentaje de scrap en una fábrica de fundas y rollos plásticos aplicando herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC” (Feijoo M, 2021), como herramienta de medición de comportamiento del proceso productivo, mediante gráficas estadísticas, indicadores de gestión, para luego pasar al proceso de análisis de procesos empleando histogramas,

diagramas de Pareto, 5 por qué. Como última fase mejorar - controlar, mediante herramientas de control, plan de mantenimiento, gráficos de control.

Se recomienda usar una data de información un año atrás del presente de la investigación, usando las herramientas de la calidad, para control periódico de cada proceso, de tal manera que se muestre detallado el cuello de botella y el luego accionar al implementar la metodología DMAIC de mejoramiento continuo.

II.4. Sustentación legal

LEY DE CALIDAD Art. 1.- Esta Ley tiene como objetivo establecer el marco jurídico del sistema ecuatoriano de la calidad, destinado (…) iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana.

TITULO III-Del desarrollo y la promoción de la calidad - Art. 50.- El Estado ecuatoriano propiciará el desarrollo y la promoción de la calidad, de la productividad y el mejoramiento continuo en todas las organizaciones públicas y privadas

ESTATUTO DEL Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca MPCEIP Artículo 2.- Misión: Fomentar la inserción estratégica del Ecuador en el comercio mundial, a través del desarrollo productivo, la mejora de la competitividad integral, el desarrollo de las cadenas de valor y las inversiones.

SUBSECRETARÍA DE CALIDAD.

Gestión de Calidad: Misión: Gestionar, regular y articular el Sistema Nacional de la Calidad, promoviendo una cultura de consumo responsable de productos de calidad, basado en políticas y estrategias que contribuyan al desarrollo competitivo industrial, asegurando que los reglamentos técnicos, normas nacionales e internacionales y procedimientos de evaluación de la conformidad no creen obstáculos innecesarios al comercio y que se enfoquen en la protección del consumidor (2014).

III. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

III.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación que se utilizará en el presente trabajo de fin de curso es de tipo mixto.

Las técnicas cualitativas se utilizarán para comprender el contexto del problema y las percepciones de los actores involucrados, por otro lado, las técnicas cuantitativas se utilizarán para recopilar datos sobre el proceso de producción de fundas para protección de racimos de banano y evaluar el impacto de las estrategias de mejora propuestas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

El presente trabajo de investigación tiene como propósito la implementación de un sistema de control que permita mejorar la eficiencia del proceso de producción mediante la implementación de la metodología DMAIC, es importante que la investigación sea cuantitativa ya que nos permitirá evidenciar los porcentajes de producción de fundas, utilizando estadísticas, permitiendo emplear la recolección de datos numéricos para analizar la información y así plantear conclusiones y estrategias que permitan mejoras en la productividad.

III.3. Alcance de la investigación

La presente investigación tendrá un alcance descriptivo, explicativo. Según Hernández et al. (2014) el alcance descriptivo permitirá identificar y describir las características del fenómeno estudiado, relacionado al presente trabajo de investigación de fin de curso con el proceso de producción de fundas para protección de racimos de banano.

El alcance explicativo permitirá identificar las causas del congestionamiento vehicular y evaluar el impacto de las estrategias de mejora propuestas. Este tipo de alcance

se enfoca en describir el proceso logístico existente en la empresa además de comprender su funcionamiento y cuáles son las posibles causas de las ineficiencias identificadas. Por otro lado, el alcance no experimental que según Hernández et al. (2014) se basa en la no manipulación de las variables objeto de estudio permitiendo observar el fenómeno tal cual se da de forma real y poder observar el actual proceso logístico de ingreso de un contenedor al patio.

Para liderar el proyecto y alcanzar los resultados deseados, considerando las limitaciones de tiempo y recursos, se definió el alcance del proyecto. Este abarca los procesos realizados en el área de extrusión, desde el momento en que el proveedor recibe la petición del cliente hasta su ubicación en la planta de producción.

III.4. Delimitación de la investigación

Delimitación Espacial: Este estudio es aplicado en el personal operativo del área de producción de una reconocida planta de producción de fundas para protección de racimos de banano del Ecuador.

Delimitación Temporal: Para desarrollar la investigación se establece una data de información recuperada en el período comprendido entre enero de 2023 hasta diciembre de 2023.

III.5. Población y muestra

III.5.6. Población

En el universo de donde se obtendrá la muestra o población objetivo, se puede definir la población de estudio como la totalidad de elementos que se van a estudiar o analizar y que comparten características en común. (López & Fachelli, 2015). En la planta de producción actualmente laboran 35 empleados, que son considerados como la población objeto para estudio.

III.5.7. Muestra

Para este trabajo de investigación se optó por un muestreo no probabilístico, se debe a que la selección de la muestra es de manera subjetiva, basada en las características de un área determinada del proceso de producción. A partir de las visitas técnicas realizadas periódicamente, se identificó que 8 colaboradores se encuentran vinculados al área de investigación.

III.5.8. Criterios de inclusión:

Se tomará en cuenta a los colaboradores producción del área de extrusión.

III.5.9. Criterios de exclusión:

Se excluirá:

Personal de producción de otras áreas.

Personal administrativo.

III.6. Métodos empleados.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, tiene como base la metodología DMAIC. Para la fase de medición y análisis se realizaron visitas técnicas que consisten en evidenciar y recabar detalladamente información que permita las soluciones propuestas para reducir las variables de respuesta, para que se realice con éxito y perduren en el tiempo se realizan propuestas de control.

Tabla 3. Etapas a desarrollar del proyecto.

FASE	ACTIVIDAD	
DEFINIR	Programar visitas con el personal de la planta.	
	Revisión de información.	
	Definir problemática para estudio.	
	Establecer alcance del proyecto	
	Realizar análisis SIPOC.	
MEDIR	Realizar visitas a la planta de producción.	
	Recabar información del proceso.	
	Definición de plan de recolección de datos.	
ANALIZAR	Realizar análisis de datos.	
	identificación de causas.	
	Identificación de causas.	Diagrama de Ishikawa.
		Priorizar causas

		AMEF
		Por que
	Validación de causas.	Observación
		Datos Históricos
	Realizar lluvias de ideas para soluciones.	
	Relacionas las soluciones con las causas encontradas.	
	Priorización de soluciones.	
MEJORAR	Definir plan para implementación.	
CONTROLAR	Establecer condiciones básicas de operación.	

Tabla 3. En la tabla 3 se evidencian los pasos a seguir para el desarrollo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

III.7. Definir.

En esta fase inicial se realiza el levantamiento de la información en los procesos de producción, para definir la problemática y luego establecer el alcance del proyecto, utilizando las herramientas de observación directa, entrevistas, visitas técnicas, 3W+2H, SIPOC Y VOC.

III.7.6. Levantamiento de información, observación directa.

Se identificaron los diferentes procesos de producción que se siguen de acuerdo a los requerimientos del cliente. El flujo del proceso productivo se muestra en la siguiente Ilustración 5.

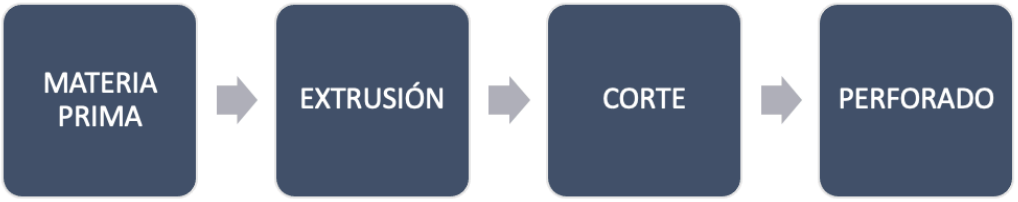


Ilustración 6. *Macroproceso de producción*

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tiene definido el Macroproceso se procede a plasmar información del scrap generado por cada área en un periodo de tiempo de 12 meses, la cantidad de scrap se representa en en kg como se muestra en la ilustración 6.

Ilustración 7. *Scrap data de estudio.*

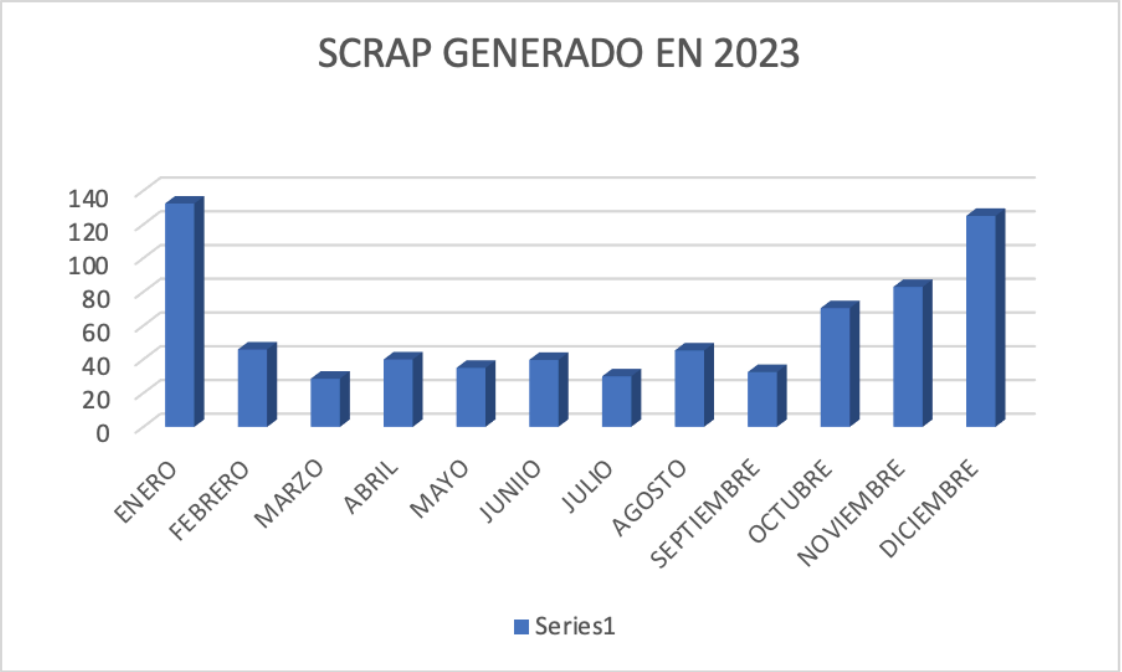


Ilustración 7. Se visualiza la data de desperdicio generado en los meses comprendidos entre enero y diciembre del 2023**.** Fuente**:** Elaboración propia.

Se muestra que los kilogramos de scrap que deja la producción del inicio de año es alto, así mismo se evidencia que el último trimestre del año 2023 un aumento paulatino de scrap en el proceso de extrusión

III.7.7. SIPOC

Una vez desarrollado lo anteriormente mencionado, se desarrolló mediante la herramienta de análisis SIPOC, el estudio para identificar proveedores, entradas, actividades propias, salidas y sus clientes tal como se muestra en la figura 7 a continuación.

III.7.8. Proveedores.

Son aquellos que abastecen el área de extrusión de recursos necesarios como polietileno, pigmentos para llevar a cabo las actividades del proceso.

III.7.9. Entradas.

Son aquellas instrucciones de producción, materia prima, anexos de documentación necesaria para satisfacer los requerimientos de producción diaria.

III.7.10. **Proceso**.

Acciones que se realizan con la finalidad de transformar las entradas en producto final.

III.7.11. **Salidas**.

Al culminar el proceso se obtiene el producto terminado, desechos de producción, registros, y novedades en caso de que se presenten.

III.7.12. **Cliente.**

Son las áreas de proceso subsiguientes por las que el productor debe continuar.

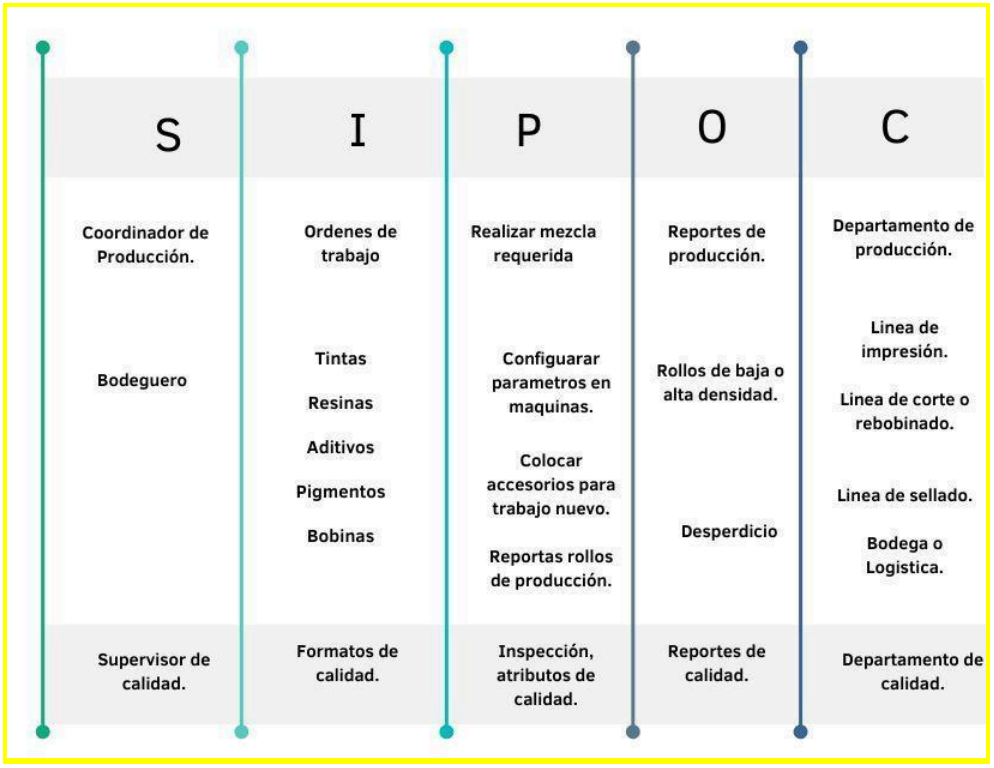


Ilustración 8. *Diagrama SIPOC del proceso de Extrusión*.

Fuente**:** Elaboración propia.

Entrevistas con directivos de la planta de producción.

Para definir las problemáticas fue necesario reunir al personal de la planta, y conocer las necesidades más relevantes que se presentan constantemente.

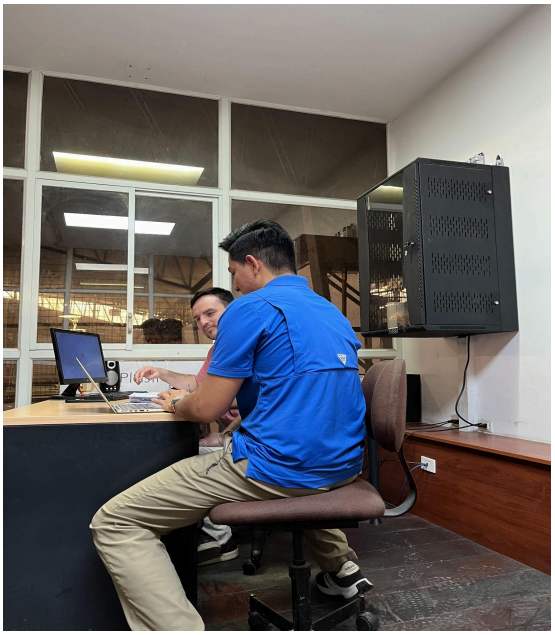


Ilustración 9. *Entrevistas con directivos.*

Fuente**:** Elaboración propia.

III.7.13. Declaración del problema.

La herramienta 3W+2H se utiliza para estructurar y formular adecuadamente un problema a través de una serie de preguntas clave. Esta herramienta plantea cinco preguntas fundamentales que permiten desglosar y entender con mayor profundidad el problema en cuestión.

Base de herramienta 3W+2H

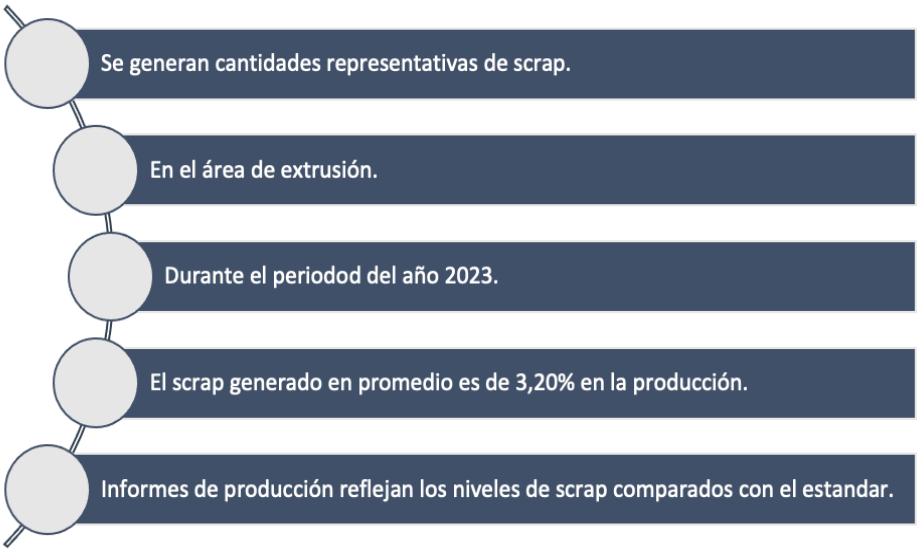


Ilustración 10. *Herramienta 3W+2H para declaración del problema.*

Fuente**:** Elaboración propia.

El problema queda planteado de la siguiente forma, con utilización de la herramienta que se muestra en la ilustración 9.

Durante los primeros cuatro meses de 2023, los informes de producción muestran un aumento promedio del 3.20% en el porcentaje de scrap generado en la línea de extrusión.

III.7.14. Voz del cliente (VOC).

Después de declarar el problema, se empleó la matriz VOC (Voz del Cliente) para identificar las CTQ (Critical to Quality o Necesidades críticas de calidad), así como las variables, los objetivos a alcanzar y los límites.

Tabla 4. *Matriz VOC.*

VOC	CTQ - NEEDS (Critical to Quality).	VARIABLE	META	LIMITE DE ESPECIFICACIONES
El estandar de scrap no se esta alcanzando actualmente en el area de extrusión.	Reducir el nivel de scrap en el área de extrusión.	% Scrap área de extrusión.	2,42%	2,75%

Tabla 4. En esta tabla se muestra la problemática declarada y punto de partida para investigación. Fuente**:** Elaboración propia.

Luego que se determina el inconveniente en cuanto al proceso de producción, esto se plasma a un CTQ específico, la cual es representativa para mejoramiento en la problemática.

Se orienta el proyecto a la reducción en el scrap generado por el área de extrusión de la fábrica, se define de la siguiente manera como se muestra en la ecuación 1.

Y: Porcentaje de Scrap en el Área de extrusión.

$$Y = \frac{Kg\ de\ Scrap}{(Kg\ de\ Scrap + Kg\ producidos)} * 100$$

Ecuación 1. *Scrap en el área de extrusión.*

III.8. Medir.

Una vez definida la variable de respuesta del proyecto de fin de curso, se detalla a continuación el plan de recolección de información, donde se puede observar el comportamiento de las variables secundarias, datos, métodos, registro. Además, se toma en cuenta una variable 2 cantidad de materia prima extruida la cual se verá incrementada a

medida que el scrap producido en el área de extrusión disminuya.

Tabla 5. *Planificación de recolección de datos.*

¿ Qué se mide?			¿Cómo se mide?			¿Cómo serán usados los datos?
Variable	**Unidad**	**Tipo de dato**	**Metodo de medición.**	**Método de toma de datos.**	**Condiciones**	**Uso de futuros datos**
SCRAP	Kilogramos	Continua	Pesado por medio de balanzas, los kg se registran de acuerdo al lote de produccion.	Hoja de reportes de producción para el área de extrusión.	Que: Scrap en Kg. Donde: Extrusión. Cuando. Por area producción.	Identificación de causa que mas contribuye al scrap.
CANTIDAD DE PLASTICO	Kilogramos	Continua	Se pesa usando balanzas.	Hoja de reportes de producción para el área de extrusión.	Que: Cantidad en KG de plastico. Donde: Extrusión. Cuando. Por area producción.	Comparación de kg de plasticos producidos y el scrap generado, para calculo de porcentaje de scrap.

Tabla 5. Se muestra la base de guía a seguir de recolección de datos. Fuente**:** Elaboración Propia.

A continuación, se muestran los datos que se recolectaron desde los reportes diarios del departamento de producción, donde se registran los kg de materia prima extruida, kg de scrap, tipo de producto a fabricar, cantidad, medidas, especificaciones, formulaciones.

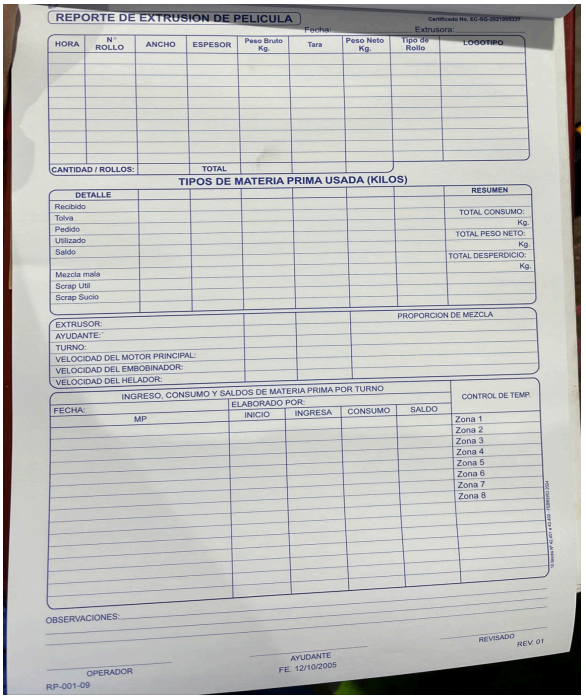


Ilustración 11. *Hoja de reporte de producción*

Fuente: Elaboración propia.

Para el proyecto de fin de curso se recopiló información con una data de la producción de 4 meses ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL.

Tabla 6.*Datos de scrap generados en el mes de enero*

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	139,2
M2	85,2
M3	129,1
M4	140,4
M5	152,3
M6	124,4

Fuente: Elaboración Propia.

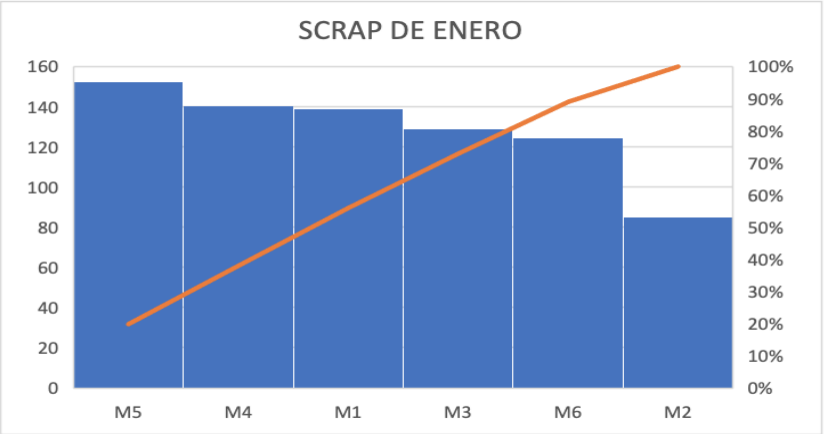


Ilustración 12. *Reporte de extrusión mes de enero por máquina*.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.*Datos de scrap generados en el mes de febrero.*

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	56,3
M2	67,9
M3	79,9
M4	110,3
M5	98,3
M6	114,5

Fuente: Elaboración propia.

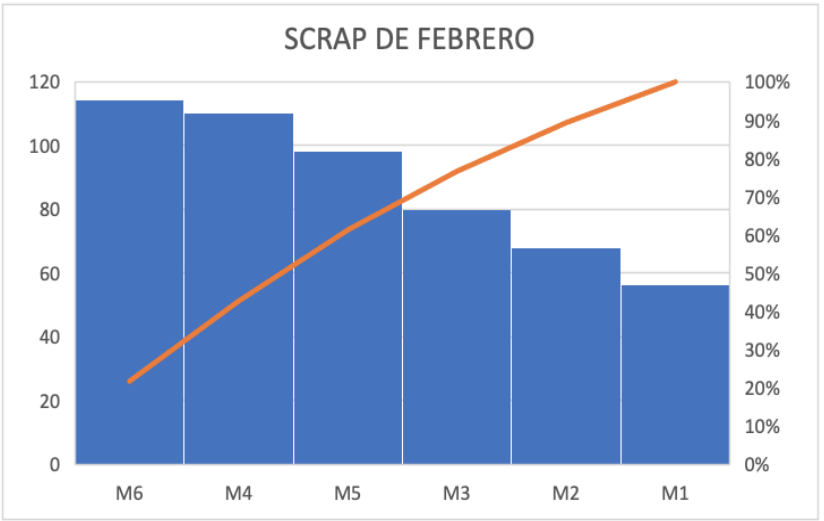


Ilustración 13.*Reporte de extrusión mes de febrero por máquina.*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. *Datos de scrap generados en el mes de marzo.*

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	133,2
M2	89
M3	129,2
M4	152,9
M5	154,9
M6	122,1

Fuente: Elaboración propia.

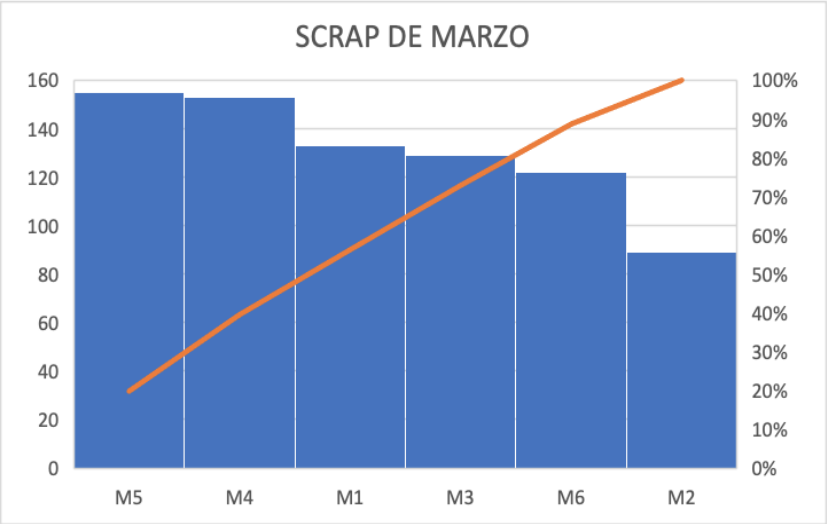


Ilustración 14. *Reporte de extrusión mes de marzo por máquina.*

Fuente: Elaboración propia.

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	110,1
M2	80,4
M3	134,1
M4	121,34
M5	157
M6	121,8

Tabla 9. *Datos de scrap generados en el mes de abril.*

Fuente: Elaboración propia.

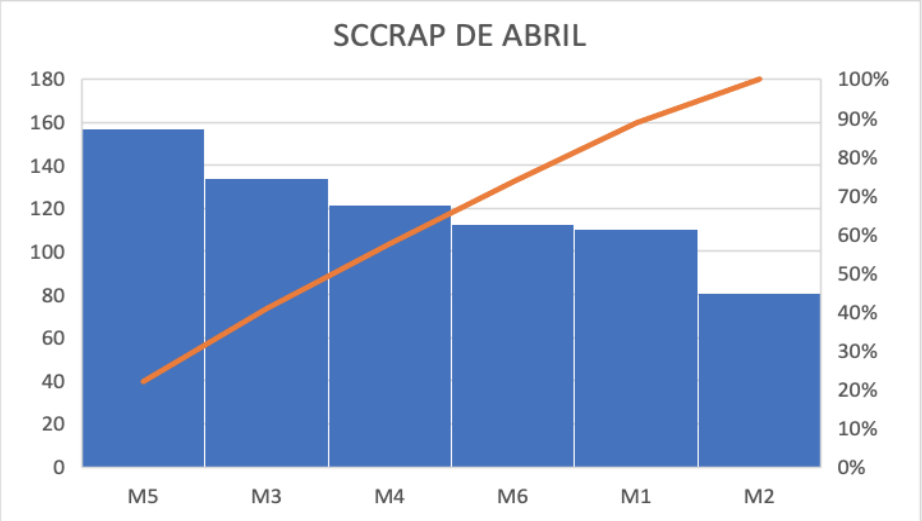


Ilustración 15. *Reporte de extrusión mes de abril por máquina*.

Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en las ilustraciones anteriores, la generación de scrap tiene un comportamiento similar, obteniendo una gran aportación de la máquina extrusora M5, por este motivo se ha decidido enfocarse en la máquina mencionada.

III.9. Confiabilidad de los datos.

Para asegurar que la información que se recopiló es confiable, la empresa está certificada en todos los instrumentos que se requieren para el proceso de producción. A continuación, se evidencian sellos de control en los diferentes instrumentos usados.



Ilustración 16. *Instrumento medidor de espesor.*

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 17. *Instrumento flexómetro sello calibración.*

Fuente: Elaboración propia**.**



Ilustración 18. *Instrumento flexómetro balanza sello calibración.*

Fuente: Elaboración propia.

Para mejorar la confiabilidad de los datos generados con anterioridad, donde se registran los kilogramos de scrap por extrusora por cada causa en el área de extrusión. Además, se incluye en el Anexo 1 nuevas causas de scrap.

Posterior de hacer el análisis del formato se procedió a realizar capacitaciones a cada uno de los colaboradores de la planta de producción con la finalidad de reducir errores en los nuevos ingresos de datos en el campo que se van a generar.

III.10. Analizar.

En esta etapa a analizar del proyecto de investigación de fin de curso se utilizaron herramientas de calidad, con el propósito de evidenciar las causas que generan una cantidad considerable de scrap en el proceso productivo, una vez encontrado dichas causas se procedió a realizar una evaluación, definiendo priorización y ponderación por parte de los directivos e investigador del proyecto para encontrar la causa raíz del problema y seguido

proponer soluciones.

Pasos para realizar análisis de información:

- Identificación de la categorización más importante de scrap generado.
- Grupos focales con los colaboradores de producción y operarios de máquinas para identificar las causas potenciales.
- Priorización de causas halladas.
- Causa raíz del problema.

Categorización del scrap.

Se determinó las principales categorías de scrap, para llevar un mejor registro y control de las operaciones que se realizan en el área de extrusión.

- **Scrap por arranque de máquina:** Es el desperdicio propio que se genera al inicio de operación hasta que genere producto con parámetros establecidos.
- **Scrap por cambio de trabajo:** Este tipo de desperdicio se da cuando hay cambio de instrucciones en las ordenes de producción, hasta lograr calibrar y ajustar a los parámetros solicitados por cada cliente.
- **Scrap por refile:** Es el desperdicio que se genera cuando se requiere realizar un corte en las láminas de material extruido.
- **Scrap por huecos en el globo:** Este desperdicio es cuando el globo se afecta por una perforación, creando una pérdida en las dimensiones y distorsiones en la lámina extruida.
- **Scrap por material quemado grumos:** Este desperdicio se produce cuando la mezcla de material en el trabajo no es compatible u homogénea, lo que provoca una

variedad en la temperatura, causando grumos en las películas extruidas.

A continuación, se muestra en gráficas de Pareto, donde se visualiza la tabulación de los kilogramos de desperdicios que se reflejan en lo reportes diarios del área de extrusión.

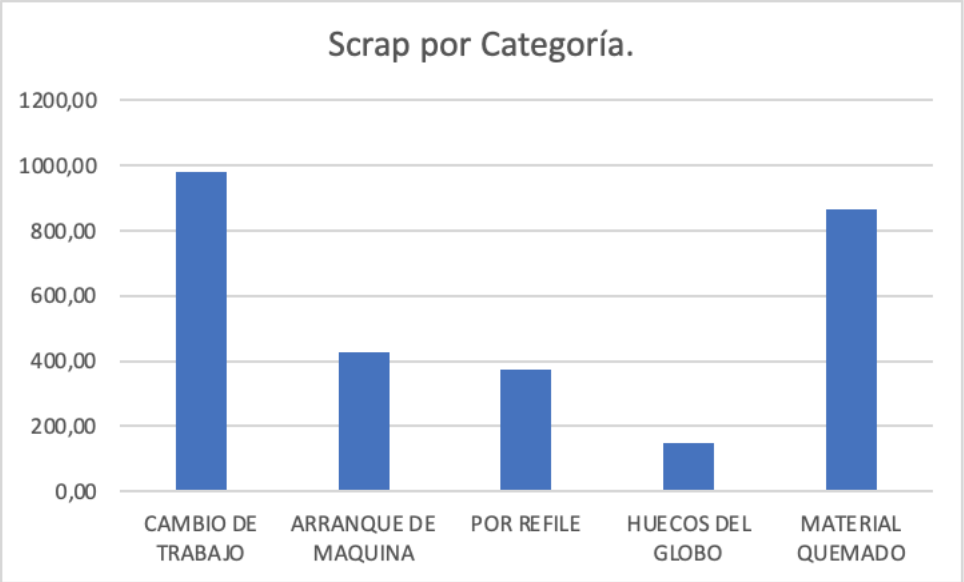


Ilustración 19. *Scrap por categorías de registros en reportes del área extrusión.*

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la ilustración 18 la categorización de scrap originado con mayor cantidad en cambio de trabajo por órdenes del departamento de producción, seguido de material quemado obteniendo 1847,16 kg de desechos generados de las máquinas extrusoras, por lo tanto, en el trabajo de investigación se enfocó en estas dos categorías más representativas.

Determinación de causas potenciales.

Este apartado se realizó en conjunto con el personal operativo de la planta de

producción, analizando los turnos y operatividad de las máquinas extrusoras.

Se utilizó la herramienta del Diagrama causa-efecto (ISHIKAWA), ubicando como efecto principal del diagrama a las dos categorías de desperdicios generados en las categorizaciones anteriormente mencionadas.



Ilustración 20. *Actividad desarrollada con operadores.*

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la ilustración 20, se visualiza como efecto principal el exceso de scrap por cambio de trabajo, categorizando ya sea por maquinaria, medio ambiente, planeación, operarios, material.

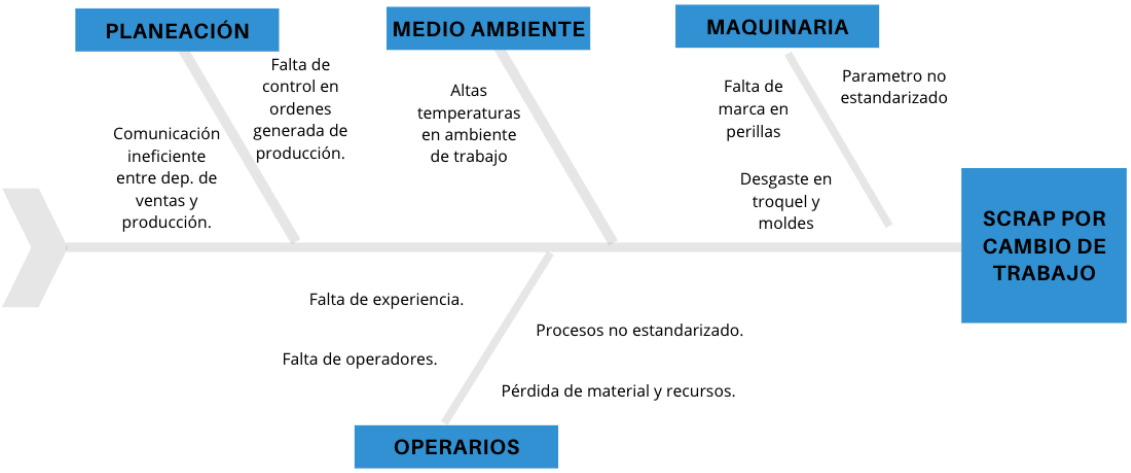


Ilustración 21. *Diagrama Causa - Efecto Scrap por cambio de trabajo.*

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, una explicación de causas mencionadas en la ilustración 20 por el desperdicio que se generó por cambio de trabajo.

- Parámetro no estandarizado, falta de marca en perillas, desgaste en troquel y moldes: Al momento de operar no hay un control que indique los pasos a seguir por parte de los operarios, sumado a esto las perillas de las máquinas se encuentran no legibles, existen troqueles y moldes con desgaste lo que genera retraso al calibrar y organizar la producción diaria.
- Altas temperaturas en ambiente de trabajo: El desgaste y agotamiento que se da en los operarios se debe a la sensación térmica que alcanza los 40 grados centígrados en sus jornadas de labores.
- Comunicación ineficiente y falta de control en la producción: Generado cuando la producción es interrumpida bajo nueva orden y se suspende la actual del proceso.
- Repercute en los operadores ya que el personal no está altamente capacitado, se suma a que por un operador tiene que hacer el revisado de los atributos por sí solo,

ya que los estándares no están planteados y socializados para su ejecución.

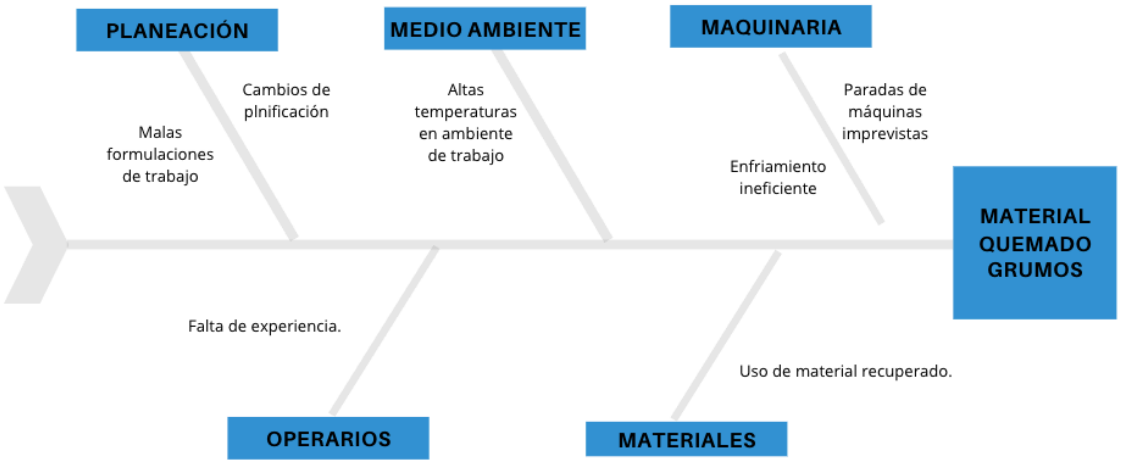


Ilustración 22. *Diagrama Causa - Efecto Scrap por material quemado grumos*

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, una explicación de causas mencionadas en la ilustración 21 por el desperdicio que se generó por material quemado grumos.

- Paradas de máquinas imprevistas: Provocado cuando se dan las paradas ya sea por detalle mecánico- eléctrico, debido a las altas temperaturas en el cilindro, se quema el material, y al momento de iniciar un nuevo trabajo ese material quemado es arrastrado por la nueva materia prima a extruir, se suma el enfriamiento ineficiente por fallas en los sensores de temperatura.
- Mal formulación de trabajos y cambios de planificación: Este desperdicio se genera cuando las mezclas a extruir no son compatibles u homogéneas, esto provoca una variación en la temperatura, generando películas extruidas con grumos

considerables.

- Al usar material recuperado genera los grumos, y esto viene a ser un desperdicio de producción.

Posteriormente analizado las causas potenciales, se utilizó la herramienta de los 5 Porqué, para que se determine la causa raíz que generan los desperdicios, a continuación, se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. *Análisis de las causas potenciales.*

Posibles Causas	Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?	Por qué?	Causa Raíz
Cambio de trabajo por orden de producción.	Parámetro de maquinas no se ajustan correctamente al cambiar de una orden de produccion a otra.	Operadores no tienen información precisa sobre los ajustes para cada orden de producción.	La comunicación entre equipo de producción y los operadores no es efectiva.	No hay un sistema adecuado de comunicación y registro de cambios.	La fábrica no ha implementado un sistema de gestión de comunicación ni capacitación continua de los colaboradores.	**Falta de un sistema de comunicación adecuado,y registros de cambio, sumado la falta de capacitacion en procedimientos de comunicación.**
Material Quemado grumos	Altas temperaturas en máquinas extrusoras por falla en sensor.	Falta de calibración Y ajusteS periódicos.	Ausencia de un programa preventio de mantenimiento.	Falta de personal capacitado para control de procesos insdustriales, ya que la asignación realiza el gerente de producción.	La planta de producción no prioriza un plan que garantice la fiabilidad y eficiencia de equipos de extrusión.	**Ausencia de un Jefe de mantenimiento**
	Variedad de materias primas.	Se adquiere mediante diferentes proveedores	La gestión de compra se realiza de acuerdo a la disponibilidad y costo.	N/A	N/A	**La calidad no es considerada en el proceso de compra de materia prima.**

TABLA 10. Herramienta de los 5 por qué. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se desarrolla un plan de verificación para la causa raíz para poder determinar el grado de veracidad.

El método a plasmarse consiste en la observación directa y la revisión de los reportes diarios de calidad y mantenimientos.

Tabla 11. *Verificación de causas potenciales.*

NO.	CAUSAS POTENCIALES	TEORIA DE IMPACTO	METODOS DE VALIDACIÓN	ESTATUS
1	Falta de un sistema de comunicación adecuado,y registros de cambio, sumado la falta de capacitacion en procedimientos de comunicación.	Los falta de comunicación entre colaboradores de producción y los departamentos de la planta, se muestra en los retrasos de cambios o ajustes de procesos, causando perdidas de tiempo.	Observación en linea del proceso de producción directa.	FINALIZADO
2	Ausencia de un Jefe de mantenimiento	Los mantenimientos preventivos, y predictivos son aquellos que evitan las paras de maquinaria y aumentan el rendimiento eficiente de las mismas, en la empresa el área de mantenimiento no gestona operaciones de manera correcta debido a la falta de conocimientos y medidas de control.	Entrevista con el responsable del área de mantenimiento.	FINALIZADO
3	La calidad no es considerada en el proceso de compra de materia prima.	La formulación de los productos no cumplen con las indicaciones técnicas, lo que genera un retrabajo ya que las parámetros que presenta producción no son tomados en cuenta por el departamento de compras de insumos de producción.	Entrevista con jefe de producción y operarios de extrusión.	FINALIZADO

Tabla 11. Verificación de causas raíz en matriz y su estatus generado. Fuente: Elaboración propia.

III.11. Mejorar.

Una vez que se determinó las causas raíz del scrap generado, se plasmó en el diagrama de

lluvias de ideas con el personal del área de extrusión y producción, para hallar posibles soluciones, luego se elaboró una matriz de impacto- esfuerzo, para posterior selección de las mejoras que generan un beneficio mayor con esfuerzo menos, y como parte final elaborar el plan de implementación de mejoras enfocadas.

Tabla 12. *Soluciones propuestas para causa raíz.*

NO.	CAUSA RAIZ	SOLUCION PROPUESTA
1	Falta de un sistema de comunicación adecuado,y registros de cambio, sumado la falta de capacitacion en procedimientos de comunicación.	Implementar KPI de tiempo de promedio de respuestas, para asegurar comunicación rápida y eficiente.
		Promover la cultura de comunicación abierta y colaborativa.
		Implementación de sistema de mensajería instantanea, plataformas colaborativas.
2	Ausencia de un Jefe de mantenimiento	Realizar capacitación a persona encargada de mantenimiento.
		Implementanción de pilar de Mantenimiento Preventivo de TPM.
		Realizar contrato de un jefe de mantenimiento para el área .
3	La calidad no es considerada en el proceso de compra de materia prima.	Crear un plan de contingencia para adquisición de materia prima.

Tabla 12. Causa raíz encontradas y soluciones planteadas. Fuente: Elaboración propia.

Con las soluciones planteadas, se procede a realiza la matriz esfuerzo impacto para determinar cuáles son las soluciones que mostrarán en el primer enfoque. Para este desarrollo se consideran los siguientes criterios:

- Tiempo de ejecución requerido.
- Áreas de planta de producción involucradas.
- Costo relacionado a la implementación.
- Tendencia al cambio.

Tabla 13. *Matriz esfuerzo- impacto.*

SOLUCION PROPUESTA	ESFUERZO	IMPACTO
Implementar KPI de tiempo de promedio de respuestas, para asegurar comunicación rápida y eficiente.	FACIL	ALTO
Promover la cultura de comunicación abierta y colaborativa.	FACIL	ALTO
Implementación de sistema de mensajería instantanea, plataformas colaborativas.	FACIL	BAJO
Realizar capacitación a persona encargada de mantenimiento.	FACIL	BAJO
Implementanción de un sistema de control de Mantenimiento Preventivo de TPM.	FACIL	ALTO
Realizar contrato de un jefe de mantenimiento para el área .	DIFICIL	ALTO
Crear un plan de contingencia para adquisición de materia prima.	DIFICIL	BAJO

Tabla 13. Desarrollo de matriz esfuerzo – impacto. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el plan de implementación que permite identificar los requerimientos que son necesario para su desarrollo, luego de haber determinado las propuestas de mayor impacto y menor esfuerzo.

Tabla 14. Planificación de plan implementación de mejoras.

CAUSA RAIZ	SOLUCION PROPUESTA	QUE	COMO	DONDE	CUANDO	CUANTO	QUIEN
Falta de un sistema de comunicación adecuado,y registros de cambio, sumado la falta de capacitacion en procedimientos de comunicación.	Promover la cultura de comunicación abierta y colaborativa.	Mejorar la comunicación interpersonal	Campañas que involucren constantemente capacitaciones y entrenamientos.	Departamento de producción y extrusión.	1/9/23	$ -	Gestor de proyecto y departamento de producción.
	Implementar KPI de tiempo de promedio de repuestas, para asegurar comunicación rápida y eficiente.	Tiempo de respuesta y eficiencia de comunicación.	Control mediante herramientas digitales, que permitan el control en tiempo real.	Departamento de producción y extrusión.	1/9/23	$ -	Gestor de proyecto y departamento de producción.
Ausencia de un Jefe de mantenimiento	Implementanción de un sistema de control de Mantenimiento Preventivo de TPM.	Control de calibración y ajustes periodicos.	Plantear matriz de control de mantenimiento y socialización para ejecución.	Departamento de producción y extrusión.	1/9/23	$ -	Gestor de proyecto y departamento de producción.

Tabla 14. Matriz de desarrollo de plan de mejoras. Fuente: Elaboración propia.

Implementación de soluciones planteadas.

Propuesta 1.

Promover la cultura de comunicación abierta y colaborativa.

Mediante grupos focales se realizó talleres de desarrollo de habilidades para trabajos en equipos, tomando en cuenta las diferentes áreas operativas de la planta.

A continuación, se detalla cómo se dividió la campaña que será planteada progresivamente en el desarrollo anual de la empresa.

Además, se inició un cronograma de capacitación para el personal de extrusión, donde los operadores tendrán acceso a conexión directa con el fabricante de las máquinas extrusoras en cuanto a detalles de funcionalidad y adicionales cursos de mejora de producción.

CRONOGRAMA CAMPAÑA COMUNICACIÓN ABIERTA-COLABORATIVA

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 09/2023. Tema: Comunicación efectiva.	Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 18/2023. Tema: Habilidades y Destrezas.	Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 01/2023. Tema: Comunicación Corporativa	Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 31/2023. Tema: Perder el miedo y ser exitoso.	Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 12/2023. Tema: El poder de la comunicación.	Departamento de producción /. Hora: 16:pm. 27/2023. Tema: Colaboradores exitosos.

Ilustración 23. *Cronograma mensual de capacitaciones.*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Orden de capacitación de Comunicación abierta-efectiva.

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN ABIERTA- EFECTIVA			
LOGO	**COMUNICACIÓN ABIERTA-EFECTIVA**	CÓDIGO:	01CNC1
		VERSIÓN:	01
		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	1 de 1
1. OBJETIVO			
Mejorar la claridad y eficiencia de la transmisión de información entre departamentos, con la finalidad de fomentar un ambiente colaborativo y reducir errores debido a la mala comunicación.			

2. ALCANCE
Se aplica a colaboradores del área de producción, y personal administrativo de la planta.
3. METODOLOGIA
a. Charla Informativa: Se realizará una capacitación técnica de análisis y transmisión de información, que durará 40 minutos.
b. Desarrollo de talleres colaborativos: Se divide en grupos aleatorios a personal para realizar actividades de comunicación en el entorno laboral.
c. Entrega de documentación complementaria: Se entregarán volantes de información, por medio de los correos institucionales charlas y frases que fomentan la cultura de buen ambiente de trabajo.
5. EJERCICIOS PROPUESTOS
a. Mapa de comunicación. b. Taller escucha activa c. Rueda de retroalimentación. d. Reconocimiento interno.
6. RECURSOS
a. Humano: Tutor asignado, personal de planta.
b. Materiales: Espacio físico, herramientas tecnológicas, útiles escolares, folletos informativos.

Tabla 15. Plan de desarrollo de acciones conjuntas y herramientas para capacitación.

Fuente Elaboración Propia.

Propuesta 2.

Implementación de KPI de tiempo de promedio de respuesta, para asegurar comunicación rápida y eficiente.

Se establece como meta el alcance de un promedio de 5 minutos durante el turno de trabajo para respuesta, categorizando en umbrales de prioridad de cruce de información interdepartamental.

$$Tiempo\ promedio\ de\ respuesta\ = \frac{\sum(Tiempo\ de\ respuesta\ individual)}{Número\ total\ de\ respuestas)}$$

Ecuación 2. *Medición de tiempo de respuesta.*

Propuesta 3.

Implementar plantilla de control de plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 16. *Plan de mantenimiento preventivo.*

PLAN DE MANTENIMIENTO REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINAS EXTRUSORAS								
SECCION:			**FECHA DE MTTO:**					**PROXIMA FECHA DE MTTO:**
AREA:			**HORA DE ENTREGA:**					**TECNICO:**
EQUIPO:			**HOROMETRO:**					**OPERADOR:**
ITEM	**Parte del equipo**	**Acción**	**Responsable**		**Ejecución**		**Estado**	**Observaciones**
			Interno	**Externo**	**SI**	**NO**		
1								
2								

3								

Tabla 16. Programa de mantenimiento preventivo para máquinas extrusoras. Fuente Elaboración Propia.

Como se observa en la tabla. 16, dentro del plan de mantenimiento preventivo se observa un detalle de control para asignación de componentes, detallar que actividad se realizó, con qué frecuencia tiene intervención por parte del departamento de mantenimiento, esto logrará tener máquinas calibradas, control de extrusoras, y mejorar el rendimiento de la producción reduciendo los kilogramos de scrap producidos en el proceso de extrusión.

I.1. Control

En la etapa de control se propone garantizar las soluciones mencionadas en un lapso de tiempo, para lo mencionado se creó un gráfico de control para el área de producción, permitirá llevar un control del porcentaje producido de scrap de los diferentes tipos de productos, esto podrá visualizarse de manera semanal, mensual, anual.

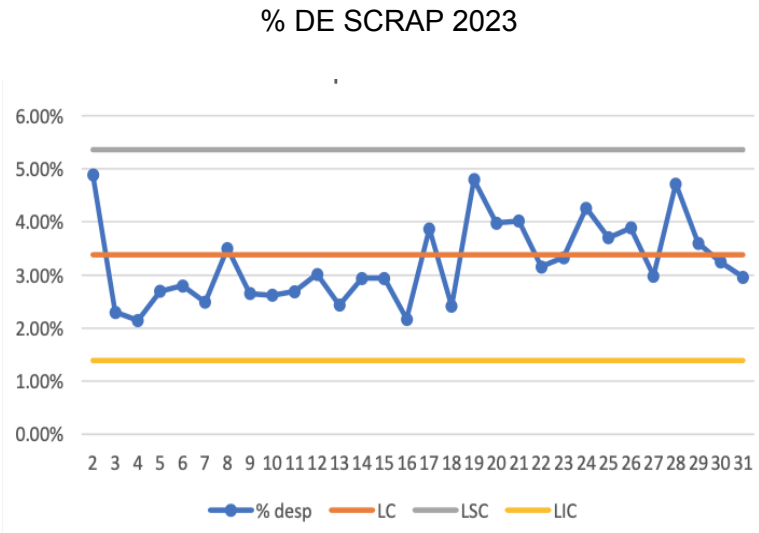


Ilustración 24. Gráfica control de producción.

Fuente: Solano E. (2022).

I. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, para la verificación de los resultados que se obtienen en cada fase de la metodología DMAIC, se relacionarán con los objetivos del trabajo de investigación de fin de curso.

En la primera fase definir, se realizaron inspecciones técnicas con el personal de extrusión y administrativo de producción, mediante la elaboración de diagrama SIPOC, donde se muestra de forma directa las entradas y salidas del proceso productivo, esto permitirá identificar los responsables de cada flujo.

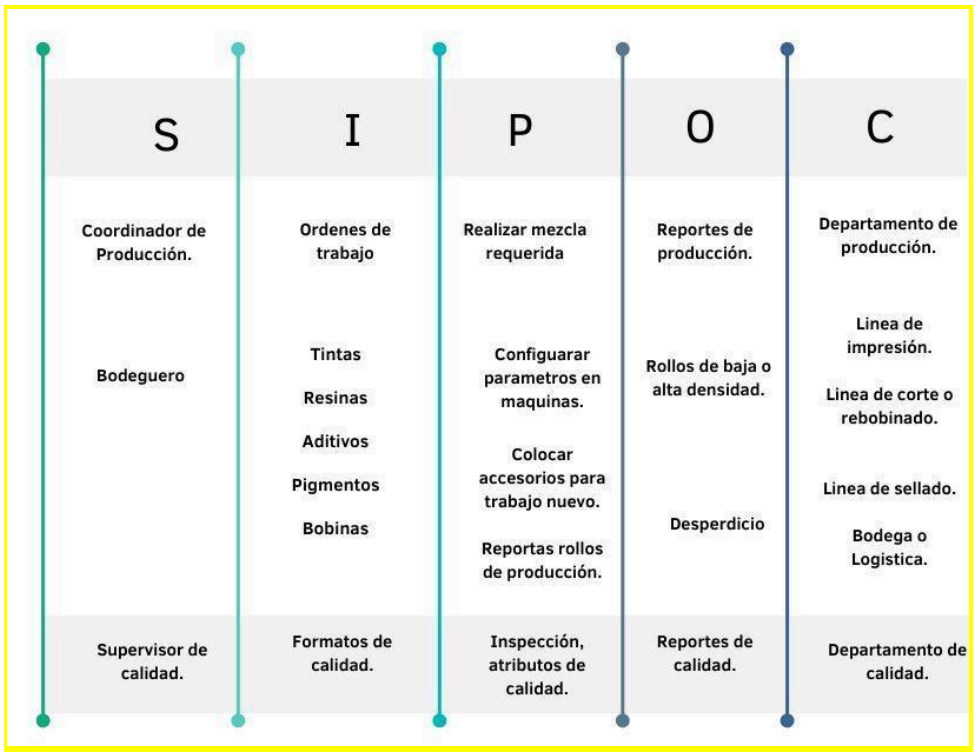


Ilustración 25. SIPOC Extrusión. Elaboración Propia.

Se toma como referencia la ilustración 25, parte del proceso de producción planteado en un Diagrama SIPOC, lo que permite tener de manera más detallada el estatus interno de la planta de producción.

La recopilación de información de producción en el área de extrusión durante los

meses enero, febrero, marzo y abril del 2023.

Los datos cuantitativos que se obtuvieron son las cantidades de scrap generados por cada máquina de extrusión y las causas principales del scrap en proceso. Cada dato que se representa son variaciones entre meses y máquinas.

A lo largo del desarrollo del trabajo de investigación, el scrap generado tuvo variaciones mensuales por extrusora, con la extrusora M5 la cual representó altos niveles de scrap. A continuación, se muestran los kg de scrap y extrusoras durante los meses analizados.

Tabla 17. *Scrap (kg). Enero*

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	139,2
M2	85,2
M3	129,1
M4	140,4
M5	152,3
M6	124,4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. *Scrap (kg) Febrero.*

Extrusora	Scrap (Kg)
M1	56,3
M2	67,9
M3	79,9
M4	110,3
M5	98,3
M6	114,5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. *Scrap (kg) Abril.*

Extrusora	Scrap (Kg)

M1	110,1
M2	80,4
M3	134,1
M4	121,34
M5	157
M6	121,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. *Scrap total por mes.*

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total, Mensual (KG)
Enero	139.2	85.2	129.1	140.4	152.3	124.4	770.6
Febrero	56.3	67.9	79.9	110.3	98.3	114.5	527.2
Marzo	133.2	89.0	129.2	152.9	154.9	122.1	781.3
Abril	110.1	80.4	134.1	121.3	157.0	121.8	724.7

Fuente:

Elaboración Propia.

Promedio mensual de scrap generado: 2732.8 kg

Mediante la herramienta SIPOC y los diagramas se Ishikawa se permitió llegar a los causales de scrap en el proceso de extrusión: Los que más resaltan se mencionan a continuación.

Scrap por cambio de trabajo: Se evidenció que los cambios de requerimientos de ordenes de producción generaban gran cantidad de scrap debido a la necesidad de calibrar las extrusoras complementando el medio de comunicación no es el correcto entre operadores y parte administrativa de planta.

Scrap por material quemado y grumos: Se encontró un plan de mantenimiento preventivo obsoleto, adicionalmente no existe un control periódico a las máquinas extrusoras.

Posterior se realizó una estimación de costos asociados al scrap generado en el periodo de tiempo estudiado, considerándose un costo promedio de $2,00 por cada kilogramo de material con detalles de calidad.

Tabla 21. *Costo de scrap Situación Actual.*

Mes	Total, Scrap (Kg)	Costo por Kg ($)	Costo Total ($)
Enero	770.6	2	1,541.20
Febrero	527.2	2	1,054.40
Marzo	781.3	2	1,562.60
Abril	724.7	2	1,449.40
Total	2803.8		5,607.60

Fuente: Elaboración Propia.

Implementación de Mejoras.

Promover una cultura comunicativa interna, para reducción de errores operativos.

Establecimiento de KPI para mejora de tiempos de repuestas y eficiencia.

Acondicionamiento de plantilla de mantenimiento preventivo para reducción de fallas en los equipos.

Después de implementar las mejoras, se mostraron reducciones en la cantidad de scrap producido los datos que se visualizan a continuación comprenden a los meses entre mayo y agosto del 2023.

Tabla 22. *Scrap (kg) Posterior a mejoras.*

Mes	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Total, Scrap (Kg)
Mayo	80	50	70	90	95	85	470
Junio	70	55	65	85	90	80	445
Julio	75	60	68	88	92	78	461
Agosto	72	58	67	87	91	79	454

Fuente: Elaboración Propia.

Costos asociados después de las mejoras.

Tabla 23. *Costos de Scrap por mes.*

Mes	Total, Scrap (Kg)	Costo por Kg ($)	Costo Total ($)
Mayo	470	2	940
Junio	445	2	890
Julio	461	2	922
Agosto	454	2	908
Total	**1830**		**3,660**

Fuente: Elaboración Propia.

En la ilustración 23 se muestra los Kilogramos generados por cada mes subsiguiente a mejoras y su costo total mensual.

Tabla 24. *Reducción Total de scrap.*

Antes de mejoras (Kg)	Después de mejoras (Kg)	Reducción de Scrap. (Kg)
2803,8	1.830,0	973,8

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 24, se muestra la reducción total de scrap en kg.

Tabla 25. *Reducción total de costos.*

Antes de mejoras	Después de mejoras	Ahorro total ($)
5607,6	3.660,000	1947,6

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 25, se evidencia el ahorro total una vez implementado las mejoras por un periodo de tres meses, que están comprendidos entre mayo, junio, julio, agosto

II. CONCLUSIONES

El estudio permitió la identificación de las causas y áreas principales de la generación de scrap en el proceso de producción, Se evidenció que el scrap es una problemática significativa especialmente en los cambios de trabajo y el uso de material quemado, lo cual afectó a eficiencia y productividad de la planta

La utilización de herramientas SIPOC, VOC,3W+2H y el diagrama de Ishikawa resultó fundamental para desglosar y comprender los problemas, permitiendo una evaluación exhaustiva de las causas raíz.

Se evidenció que la comunicación deficiente y falta de capacitación adecuada, son los factores que contribuyen a la generación de material scrap en la planta de producción. La implantación de programas de capacitación y comunicación entre departamentos, mejoró significativamente el entendimiento y la ejecución de procesos productivos.

Se realizaron 3 propuestas de mejora, como primer enunciado propuesto se enfoca

en la comunicación interna entre departamentos, implementando un plan de comunicación abierta-efectiva, permitiendo el desarrollo de cada uno de los colaboradores en sus puestos de trabajo, sembrando una cultura organizacional de comunicación.

Se elaboro una plantilla de plan de mantenimiento preventivo, el cual requiere de capacitación por parte del jefe de planta y personal distribuidor de máquinas extrusoras para llevar un buen desempeño en la producción diaria.

Se concluye que una vez ejecutadas las propuestas de mejora un ahorro de 973,8 kg de scrap y un ahorro que representa $1947,6. Esto se traduce a un 34,75% de ahorro en la productividad el scrap.

III. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener y reforzar los programas de capacitación y comunicación en los colaboradores, creando una cultura de formación entre operadores y área de administración de la producción, minimizando errores u optimizando procesos.

Implementar controles periódicos e inspecciones al área de mantenimiento, para validar desempeño constante eficiente de las máquinas extrusoras en los diferentes turnos rotativos de colaboradores.

Se recomienda la implementación de un sistema de monitoreo constante de KPI establecidos, de manera directa en los que están relacionados con el tiempo de respuesta y la eficacia de la producción. Aquello permitirá la identificación de cualquier desviación y

tomar acciones correctas.

Realizar evaluaciones de los procesos productivos y actualización de herramientas de análisis permitirá contribuir con la mejora continua y la reducción de scrap en planta.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Ang, B., Zailani, S., Iranmanesh, M., & Ramayah, T. (2015). *Structural equation modelling on knowledge creation in Six Sigma DMAIC project and its impact on organizational performance.* Elsevier.

Blandino, J. (2020). *ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL ÁREA DE PINTURA DE LA EMPRESA INVERSIONES Y NEGOCIOS DE NICARAGUA, S.A (INDENICSA) TIPITAPA EN EL PERIODO DE JULIO A NOVIEMBRE 2017.* Vol. 1, Número 2, NICARAGUA MANAGUA. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/155236607.pdf

Bribiescas Silva, F., & García Uribe, E. (2011). *Optimización de la productividad en la industria de plásticos en CD. Juarez.* Revista Internacional Administración y Finanzas.

Buitron Lopez, L., Viacava Campos, G., Eyzaguirre Munarriz, J., & Raymundo Ibanez, C. (2019). *Lean Manufacturing model based on the Deming cycle and developed in Gantt to increase efficiency in plastic companies.* Scopus, nº 8976984.

Costa, T., Silva, F., & Pinto Ferreira, L. (2017). *Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology.* Elsevier.

García Aponte, O., Vallejo Díaz, B., & Claudia Elizabeth, M. (2015). *La calidad desde el diseño:principios y oportunidades para la industria farmacéutica.* Estudios Gerenciales.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigacion.* Mexico: McGraw-Hill. Interamericana.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta ed.).* McGRAW-HILL.

Ibarra, C., & Berrazueta, G. (2019). *Aplicación de la metodología DMAIC en empresa textil con enfoque en reducción de costos (tesis de pregrado).* Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

Lara Peinado, F. (1982). *Código de Hammurabi.* Madrid: Tecnos.

López, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa (1st ed.).* Barcelona. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsoccua_a2016_cap1-2.p

Martínez, J. (2018). *CONTROL DE CALIDAD.* ESPAÑA: UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA. Obtenido de https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/144051/27/Diseno%20y%20fabricacion%20inteligente_Modulo4.6_Control%20de%20calidad.pdf

Mejía Córdova, G. (2016). *Pérdida de productividad en el lugar de trabajo relacionada con el estrés financiero.*

Meneses, V. S. (2017). *Evaluación de la calidad de las materias primas y producto terminado del proceso de inyección pesada de una fábrica de plásticos en la ciudad de Guayaquil Trabajo final de la materia integradora.* Guayaquil, Ecuador.

Navas Cuenca, E. (2017). *Gestión y Evaluación Medioambiental (ISO14000:2015).* España: ECB.

Novillo Maldonado, E., González Ramón, E., Quinche Labanda, D., & Salcedo Muñoz, V. (2017). *Herramientas de la calidad: estudio de caso Universidad Técnica de Machala.* Estado de México, Asesorias y Tutorias para la Investigación Científica. Toluca.

Organizacion de Naciones Unidas. (2018). *PLÁSTICOS DE UN SOLO USO. Una hoja de ruta para la sostenibilidad.* Rev. ed., págs vi; 6.

Para Conesa, J. (2007). *KAIZEN, cuando la mejora se hace realidad.* Madrid, España. Obtenido de https://usa.mtscode.net/docs/kaizenCuandoMejoraHaceRealidad.pdf

Plastics Europe. (2022). *Informe anual de producción de plásticos 2022.*

Sánchez, Y. (2017). *Ciclo PHVA.* Colombia. Recuperado el 30 de Mayo de 2024, de https://www.gerencie.com/ciclo-phva.html

Smętkowska , M., & Mrugalska, B. (2018). *Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study.* Elsevier.

Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). *Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process.* Elsevier.

Villaseñor, A., & Galindo, E. (2016). *Manual de Lean Manufacturing.* Ciudad de Mexico: Limusa.