



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN
EL ÁREA DE ENSACADO Y ESTIBADO EN UNA REFINERÍA DE SAL"

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Antonio Adolfo Pincay Perez

TUTORA: M. SC. Ana Fabiola Terán Alvarado

Guayaquil-Ecuador

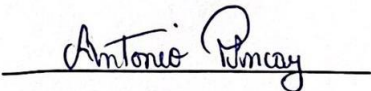
2024

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Antonio Adolfo Pincay Perez con documento de identificación N°0957277650; manifiesto que: Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 4 de septiembre del año 2024

Atentamente,


Antonio Adolfo Pincay Perez

0957277650

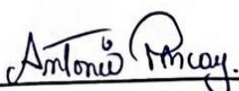
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Antonio Adolfo Pincay Perez con documento de identificación N° 0957277650, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del proyecto técnico “Propuesta de implementación de la metodología six sigma en el área de ensacado y estibado en una refinería de sal”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 4 de septiembre del año 2024

Atentamente,


Antonio Adolfo Pincay Perez

0957277650

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Msc. Ana Fabiola Terán Alvarado con documento de identificación N° 0917242448, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "Propuesta de implementación de la metodología six sigma en el área de ensacado y estibado en una refinería de sal", realizado por Antonio Adolfo Pincay Perez con documento de identificación N°0957277650, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 4 de septiembre del año 2024

Atentamente,



M.sc. Ana Fabiola Terán Alvarado
0917242448

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar a cumplir esta meta, también quiero dedicar a mi esposa e hijo que han sido un apoyo fundamental en el transcurso de esta carrera universitaria.

A mis padres, por su incondicional apoyo, amor y sacrificio, quienes siempre creyeron en mí y me motivaron a seguir adelante en cada etapa de mi formación académica. Sin su guía y ejemplo, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos, por su constante ánimo y por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, brindándome la fuerza necesaria para continuar.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de esta travesía académica, muchas personas han contribuido significativamente a la culminación de este proyecto, a quienes quisiera expresar mi más sincero agradecimiento.

Agradezco profundamente a Dios, por brindarme la salud, fortaleza y sabiduría necesarias para afrontar los retos de este camino.

A mis padres, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido la base sobre la cual he construido mis logros. Gracias por enseñarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo.

A mis hermanos, por su constante ánimo y apoyo, por estar siempre ahí para mí y hacerme sentir acompañado en todo momento.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarme una formación integral y por ser una institución que fomenta la excelencia académica. A todos mis profesores, por su dedicación y compromiso con nuestra educación, que han sido fundamentales en mi desarrollo profesional.

Especialmente, quisiera agradecer a mi tutora de tesis, Ing. Ana Fabiola Terán por su invaluable guía y apoyo a lo largo de este proceso. Su conocimiento, paciencia y consejos han sido cruciales para la realización de este trabajo.

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto fue desarrollar una propuesta integral de implementación de la metodología Six Sigma en el área de ensacado y estibado en una refinería de sal donde se estableció una metodología cuantitativa y cualitativa al momento de implementar el método six sigma en la zona de ensacado y estibado donde se obtuvo como resultado que mediante un análisis estructurado usando los diagramas de Ishikawa y Pareto, se logró plantear un plan de acción la cual aborda capacitación a los trabajadores, mantenimiento constante de los equipos y estandarización de procedimientos. La aplicación de los principios lea ayudó a la identificación y eliminación de las ineficiencias en los procedimientos de ensacado y estibado. Mediante la implementación de diferentes métodos de eliminación de residuos, la optimización constante y la mejora de flujo de trabajo, se logró mejoras cruciales en la eficiencia operativa. Además, el análisis del diagrama de Pareto indicó que la inadecuada función de las máquinas y la ineficiencia de capacitaciones son las causas principales de este problema, y al abordar estos factores, se logró una disminución notable en los tiempos y un incremento en la capacidad productiva diaria. El análisis y la implementación del método DMAIC de six sigma permitió elaborar sistemáticamente la variación del peso del producto. Por medio de la fase definir se identificó las causas críticas; en la etapa medir se recolectaron los datos adecuados acerca de los procesos; en la fase analizar se establecieron la causa raíz de los problemas; en la etapa mejorar se implementó las soluciones eficaces y en la etapa controlar se plantearon los mecanismos para monitorear los procesos implementados a largo plazo. En conclusión, la propuesta de la implementación de la metodología six sigma en los procedimientos de ensacado y estibado ayudó a identificar las causas principales de defectos encontradas en los productos.

Palabras claves: Six Sigma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa

ABSTRACT

The objective of this project was to develop a comprehensive proposal for the implementation of the Six Sigma methodology in the bagging and stowage area in a salt refinery where a quantitative and qualitative methodology was developed when implementing the six-sigma method in the bagging area. and stowed where it was obtained as a result that through a structured analysis using the Ishikawa and Pareto diagrams, it was possible to propose an action plan which addresses the training of workers, constant maintenance of equipment and standardization of procedures. Applying the principles will help you identify and eliminate inefficiencies in bagging and stowage procedures. By implementing different waste disposal methods, constant optimization and workflow improvement, crucial improvements in operational efficiency were achieved. Furthermore, the analysis of the Pareto diagram indicated that the inadequate function of the machines and the inefficiency of training are the main causes of this problem, and by addressing these factors, a notable decrease in times and an increase in the prudential capacity. diary. The analysis and implementation of the six sigma DMAIC method allowed the variation in product weight to be systematically elaborated. Through the define phase, the critical causes were identified; In the measure stage, appropriate data about the processes was collected; In the analysis phase, the root cause of the problems is determined; In the improve stage, effective solutions were implemented and in the control stage, mechanisms were proposed to monitor the processes implemented in the long term. In conclusion, the proposal to implement the six-sigma methodology in bagging and stowage procedures helped identify the main causes of defects found in the products.

Keywords: Six Sigma, Pareto Diagram, Ishikawa Diagram

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
INDICE GENERAL.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	4
EL PROBLEMA.....	4
1.1. Descripción del problema.....	4
1.1.1 Antecedentes.....	5
1.1.2. Importancia y alcance.....	5
1.2. Justificación.....	6
1.3. Grupo Objetivo	6
1.4. Delimitación geográfica	7
1.4.1 Delimitación académica	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo general	8
1.5.2. Objetivos específicos.....	8

CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Lean Manufacturing	9
2.2. Principios del lean manufacturing	10
2.3. Implementación del lean manufacturing	13
2.4. Six Sigma.....	16
2.5. Principios fundamentales del método Six Sigma	18
2.6. Beneficios del método Six sigma	20
2.7. Herramienta DMAIC.....	22
2.8. Diagrama de Pareto	23
2.9. Elementos del Diagrama de Pareto.....	24
2.10. Diagrama Ishikawa.....	27
2.11. Pasos para desarrollar el diagrama Ishikawa.....	28
CAPITULO III	31
3. MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Enfoque de Investigación	31
3.1.1. Enfoque mixto	31
3.2. Tipo de Investigación	31
3.2.1. Investigación aplicada	31
3.2.2. Investigación descriptiva	32
3.3. Métodos de Investigación.....	33
3.3.1. Método analítico - sintético	33

3.3.2. Método analítico - sintético	33
3.4. Herramientas de investigación	34
3.4.1. Encuestas	34
3.4.2. Herramienta DMAIC	35
3.4.3. Diagrama de Pareto	36
3.4.3. Diagrama Ishikawa	36
CAPITULO IV.....	38
4. RESULTADOS	38
4.1. Resultados de las encuestas	38
3.2. Resultados DMAIC	48
4.3. Diagrama de Pareto	52
4.5. Diagrama Ishikawa	54
4.6. Propuesta	56
CRONOGRAMA.....	58
PRESUPUESTO	58
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación geográfica.....	7
Figura 2. Actividades que no generan valor en el lean manufacturing.	9
Figura 3. Principios del lean manufacturing.	11
Figura 4. Indicaciones para implementar el lean manufacturing.	13
Figura 5 Barreras y desafíos al implementar el lean manufacturing.....	15
Figura 6. Principios fundamentales del método Six Sigma.....	18
Figura 7. Beneficios del método Six sigma.....	20
Figura 8. Herramienta DMAIC.	22
Figura 9. Diagrama de Pareto.....	24
Figura 10. Diagrama de Pareto.....	25
Figura 11. Diagrama Ishikawa.	27
Figura 12. Pasos para elaborar el diagrama de Ishikawa.	28
Figura 13. Resultados del diagrama de Ishiwaka.	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de la primera pregunta.	38
Tabla 2. Resultado de la segunda pregunta.	39
Tabla 3. Resultado de la tercera pregunta.....	40
Tabla 4. Resultado de la cuarta pregunta.....	41
Tabla 5. Resultado de la quinta pregunta.	42
Tabla 6. Resultado de la sexta pregunta.	43
Tabla 7. Resultado de la séptima pregunta.	44
Tabla 8. Resultado de la quinta pregunta.	45
Tabla 9. Resultado de la sexta pregunta.	46
Tabla 10. Resultado de la séptima pregunta.	47
Tabla 11. Resultado de la etapa definir.	48
Tabla 12. Resultados de la etapa Medir.....	49
Tabla 13. Resultados de la etapa analizar.....	50
Tabla 14. Resultados de la etapa mejorar.	51
Tabla 15. Resultados de la fase controlar.	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de la primera pregunta.	38
Gráfico 2. Porcentaje de la segunda pregunta.	39
Gráfico 3. Porcentaje de la tercera pregunta.....	40
Gráfico 4. Porcentaje de la cuarta pregunta.....	41
Gráfico 5. Porcentaje de la quinta pregunta.	42
Gráfico 6. Porcentaje de la sexta pregunta.	43
Gráfico 7. Porcentaje de la séptima pregunta.	44
Gráfico 8. Porcentaje de la quinta pregunta.	45
Gráfico 9. Porcentaje de la sexta pregunta.	46
Gráfico 10. Porcentaje de la séptima pregunta.	47
Gráfico 11. Resultados del diagrama de Pareto.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preguntas de las encuestas.	67
Anexo 2. Fotos de las encuestas realizadas.	68
Anexo 3. Tabulación del diagrama de Pareto.....	72

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas buscan mejorar su producción operativa con la finalidad de poder optimizar la eficacia operativa, minimizar los costos y asegurar los productos de máxima calidad. Aplicar métodos de gestión de calidad como la herramienta six sigma ha demostrado ser un elemento fundamental para lograr objetivos cruciales sobre la producción de un producto. Bajo este contexto, la refinación de sal es un ámbito industrial, que enfrenta la necesidad de adquirir nuevas prácticas que les ayuden a competir y a cumplir con los estándares de la industria actual. Sin embargo, las áreas de ensacado y estibado son etapas críticas dentro de la cadena de producciones operativas, donde pueden ocurrir falencias en la productividad y calidad del producto final.

El presente proyecto investigativo tuvo como objetivo aplicar el método six sigma en el área de ensacado y estibado de la refinería de sal Ecuasal, con la finalidad de minimizar los errores en la producción y operaciones. Mediante el método DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) se buscó identificar cuáles son las causas raíz de los problemas identificados, mejorando así la eficacia operativa y garantizando un control constante de las mejoras logradas. Esta propuesta no solo mejoró la operación también ayudó a reducir los costos estableciendo estándares de calidad que impulsen la competitividad de la industria abordada.

Por ello, en el primer capítulo se estableció la descripción del problema, donde se determinó que el problema radica en los errores presentes en estos procesos son la variabilidad en la calidad y eficacia, afectando así a la producción lo cual influye negativamente la satisfacción del cliente. Posteriormente, estableció los antecedentes donde se determinó la falta de estandarización y de un enfoque preciso que permita mejorar constantemente estos factores, han generado fluctuaciones en los resultados en los procedimientos de ensacado y estibado.

Seguido a este punto se plantearon la importancia y alcance del proyecto donde se observó que el tema abordado es importante porque analizará y observará el problema causa raíz de los

procesos de ensacado y estibado para implementar el método six sigma en esta área la cual ayudará a mejorar los irregularidades e inconsistencia encontrados en las operaciones de estos elementos.

Luego se planteó la justificación donde se abordó la importancia de abordar el presente tema sobre implementar el método six sigma en los procedimientos de encadado y estibado radica en la factibilidad de solucionar problemas que afectan directamente a la eficacia operativa, así como la calidad de los productos finales que genera la empresa. Posteriormente, se identificó los grupos objetivos que fue importante porque permitió conocer al personal que será fundamental para implementar el método six sigma. Finalmente realizó la delimitación geográfica y los objetivos del proyecto que fueron cruciales para plantear los puntos a realizar en la metodología.

En el segundo capítulo se realizó el marco teórico de la investigación donde estableció argumentos y criterios de autores que hayan realizado investigaciones similares al tema abordado. Bajo este criterio, se establecieron conceptos como los principios y elementos del Lean Manufacturing, Six sigma, Herramienta DMAIC, Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa.

En el tercer capítulo se elaboró el marco metodológico donde se estableció un enfoque mixto el cual sirvió para obtener una visión general sobre el impacto y eficacia de la implementación del método six sigma en el área de ensacado y estibado. Posteriormente se planteó el tipo de investigación donde se utilizó la investigación aplicada el cual sirvió para el desarrollo e implementación de soluciones prácticas y eficaces que permita la optimización de los procedimientos en el área de ensacado y estibado. La investigación descriptiva ayudó a obtener una visión más integral sobre los procesos actuales de la empresa, permitiendo identificar zonas deficientes para ser mejoradas a futuro.

Luego se establecieron los métodos de investigación, donde el método analítico – sintético sirvió para componer y comprender los procedimientos actuales, identificar las zonas importantes que necesitan mejoras y elaborar soluciones que permitan la optimización de todos los sistemas de ensacado y estibado a través del método six sigma. El método hipotético-deductivo permitió comprobar si las mejoras obtenidas en eficacia y disminución de efectos se lograron totalmente por medio de la implementación enfocándose en datos certeros y en la observación sistemática. Al finalizar este capítulo se plantearon las herramientas de investigación que se utilizaron las cuales fueron las encuestas, Herramienta DMAIC, Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa

En el cuarto capítulo se establecieron los resultados obtenidos de cada una de las herramientas utilizadas las cuales fueron analizadas y posteriormente analizadas. Luego se realizó la propuesta de la aplicación del método six sigma acorde a los resultados conseguidos de cada herramienta. Finalmente, se planteó el presupuesto, el cronograma, las conclusiones y recomendaciones que deberán realizarse a futuro.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la actualidad, las industrias enfocadas en los procesos y refinamientos de materia como la sal afrontan desafíos importantes basados en la eficiencia operacional y en los controles de calidad. Sin embargo, la metodología six sigma, creada por la empresa Motorola y difundida por diversas organizaciones, ha demostrado ser un método efectivo que mejora los procedimientos, reduciendo los defectos en diferentes amitos industrial.

Implementar esta metodología en ámbitos industriales complicados, como el ensacado y estibado, puede favorecer significativamente en la productividad y calidad de los productos finales de una empresa. No obstante, adoptar esta herramienta resultado ser limitada para diversas empresas globalmente, esto se produce por la escasez de conocimientos y por la resistencia a cambios de nuevos métodos.

En Ecuador, en el ámbito industrial enfocado en la producción de sal, representados por organizaciones como Ecuasal, tiene un rol importante en la economía del país. Sin embargo, las operaciones productivas en ciertas áreas todavía presentan falencia en relación con la eficacia y calidad. Puntualmente, los procesos de ensacado y estibado presentan retos persistentes como variación en los pesos de cada saco, daños mediante los almacenamientos y transportación, y tiempos excesivos en las operaciones.

Dentro de Ecuasal, una de las principales empresas de producción de sal en Ecuador, el área de procedimientos de ensacado y estibado presenta diversas falencias las cuales necesitan optimizaciones eficaces urgentemente. Actualmente, los errores presentes en estos procesos son la variabilidad en la calidad y eficacia, afectando así a la producción lo cual influye

negativamente la satisfacción del cliente. Las falencias en el ensacado, como las irregularidades en el peso y la integridad de los sacos, generan retrasos eminentes en el producto final.

Por ello, implementar el método six sigma en la empresa Ecuasal es un factor viable para abordar estas falencias identificadas en los procesos de ensacado y estibado, esto permitirá minimizar los defectos, mejorando eficazmente la operativa e incrementando la satisfacción de los clientes. Sin embargo, la inexperiencia interna en la implementación de este método genera resistencia a su aplicación lo cual representa un desafío para implementar exitosamente este método.

1.1.1 Antecedentes

Durante las últimas 15 décadas los procesos de ensacado y estibado en la empresa Ecuasal han sido desarrollado a través de metodologías convencionales las cuales no dan garantía de la calidad y uniformidad por lo cual la organización ha tenido problemas significativos como irregularidades en el peso de los sacos, provocando discordancia en las cantidades de productos entregados a los clientes. Sin embargo, mediante los daños en los almacenamientos y la transportación de los sacos de sal han sido recurrente, lo cual ha producido pérdidas económicas.

La falta de estandarización y de un enfoque preciso que permita mejorar constantemente estos factores, han generado fluctuaciones en los resultados en los procedimientos de ensacado y estibado. Además, la ausencia de métodos y herramientas han limitado la capacidad de la empresa a observar e identificar la causa raíz de estos problemas.

1.1.2. Importancia y alcance

La presente investigación es importante porque analizará y observará el problema causa raíz de los procesos de ensacado y estibado para implementar el método six sigma en esta área

la cual ayudará a mejorar los irregularidades e inconsistencia encontrados en las operaciones de estos elementos. Además, el alcance de esta investigación consiste en el problema principal el cual es la eficiencia de estos procedimientos identificados en diferentes niveles. La inconsistencia del peso y los daños mediante la transportación afectan la operacionalidad interna de la organización, esto también impacta a la cadena de suministro y en el ámbito industrial que dependerán de este producto. Sin embargo, las entidades reguladoras como el Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca establecen la necesidad de optimizar la calidad de los productos que circulan en el ámbito industrial del país con el objetivo de mantener e incrementar su cuota en el mercado internacional.

1.2. Justificación

La importancia de abordar el presente tema sobre implementar el método six sigma en los procedimientos de encajado y estibado radica en la factibilidad de solucionar problemas que afectan directamente a la eficacia operativa, así como la calidad de los productos finales que genera la empresa. Como primer punto, mejorar la consistencia y precisión en los pesos de cada saco de sal, se minimizarán los reclamos recurrentes de los clientes y al mismo tiempo se mejorará el control de los inventarios, lo cual aumentará la fiabilidad en el mercado y la rentabilidad de la empresa. Además, al reducir los daños producido por la transportación y almacenamiento, se podrá mitigar las pérdidas financieras fortaleciendo así las operaciones de esta área de la empresa.

1.3. Grupo Objetivo

Equipo de gestión de proyectos: Este grupo objetivo es fundamental porque estará conformado por líderes y gerentes encargados en la supervisión al momento de aplicar el método six sigma en el área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal. La participación de estos actores es crucial para proporcionar el apoyo y brindar los elementos necesario para el éxito de la investigación.

Equipos de implementación del método six sigma: Este grupo objetivo es necesario porque estará conformado por personas capacitadas en implementación del método six sigma, donde incluyen expertos en diferentes aspectos en la aplicación de esta metodología.

Personal operativo: Este grupo objetivo es importante porque ayudará a los actores involucrados en el proceso de ensacado y estibado a que la implementación del método six sigma se aplique adecuadamente.

1.4. Delimitación geográfica

La empresa Ecuasal actualmente está confirmada por dos plantas de producción ubicada Vía Daule de la ciudad de Guayaquil. Esto se refleja en la figura 1 obtenida del sitio web Google Maps.

Figura 1.

Delimitación geográfica.



Fuente: (Google Maps, 2024).

1.4.1 Delimitación académica

La presente investigación se desarrollará durante el periodo académico 2024 la cual contará con la participación del personal de esta área e implementación de herramientas

utilizadas en el método six sigma la cual servirá para mejorar la eficacia y calidad de los procesos de ensacado y estibado.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta para implementar el método six sigma en el área de ensacado y estibado de la refinería de sal Ecuasal.

1.5.2. Objetivos específicos

- Establecer los principios Lean para eliminar la ineficacia y mejorar la eficacia operativa en los procesos de ensacado y estibado.
- Analizar el método DMAIC de la metodología six sigma para lleva a cabo sistemáticamente la variación en el peso de los productos.
- Elaborar medidas de control con el fin de asegurar la sostenibilidad de los diferentes niveles six sigmas logrados.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

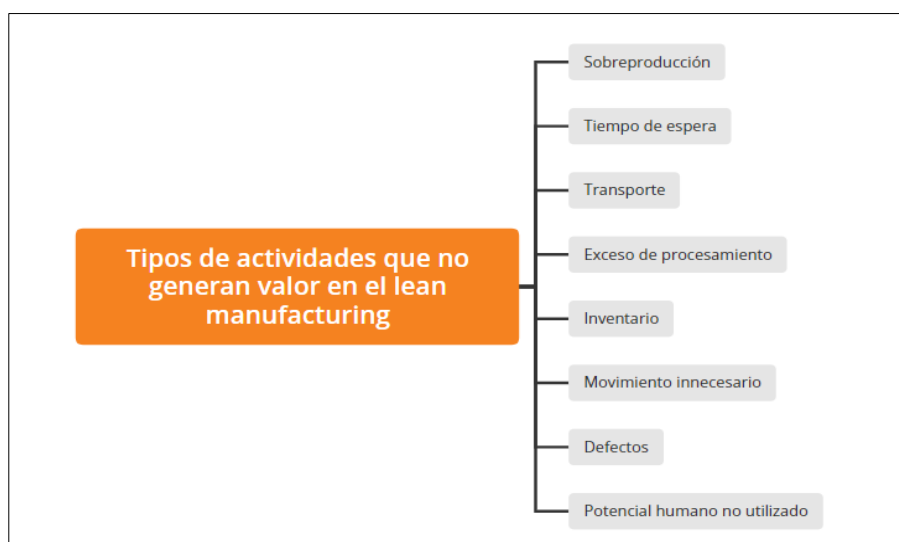
2.1. Lean Manufacturing

De acuerdo con Gil et al. (2023), el lean manufacturing es un concepto basado en el desarrollo de valor para los usuarios mediante la exclusión sistemática de residuos en los procedimientos de producción de una empresa. Además, en su investigación el autor corroboró que la definición de lean manufacturing surgió en la generación de productos de la marca Toyota convirtiéndose así en un método adoptado por diferentes ambientes empresariales globalmente.

En cambio, Martínez (2021), explicó que el enfoque principal de esta herramienta es la eficacia operacional, conseguida a través de identificar o eliminar cualquier actividad que no genere valor en las operaciones, las cuales son denominadas como “desechos”. Además, el autor explicó que estos desperdicios se dividen en ocho tipos los cuales se reflejan en la figura 2.

Figura 2.

Actividades que no generan valor en el lean manufacturing.



Fuente: Martínez (2021).

Así mismo, Martínez (2021) explica que estas ocho categorías que no generan valor en el lean manufacturing pueden tener un impacto negativo en la eficacia, rentabilidad y calidad

de las operaciones y producción de una empresa, por lo cual identificarla y evitarlas a tiempo es importante para implementar de forma adecuada la herramienta del lean manufacturing.

Por otra parte, Herrera et al. (2022), comentó en su investigación que para aplicar el lean manufacturing las empresas deberán acudir a diferentes métodos y herramientas como el JIT (Just-in-time), la metodología 5S y el sistema Kanban. Cada uno de estos elementos permitirán la sincronización de la producción con los requerimientos de los clientes, el flujo controlado de los productos y materiales por medio de símbolos visuales, y mejorar la limpieza y la orden del área de trabajo.

Finalmente, Torres (2023), añade que la herramienta del lean manufacturing es importante porque fomenta una cultura de mejoramiento constante, donde involucra a todas las áreas de trabajo de una empresa, teniendo constantemente como objetivo principal buscar las maneras más eficaces de laborar. Sin embargo, el autor también hace énfasis que esta herramienta es crucial en la participación de los trabajadores, que deberán estar enfocados en identificar aspectos negativos para proponer soluciones.

2.2. Principios del lean manufacturing

De acuerdo con Ortiz et al. (2022), el lean manufacturing está enfocado en cinco principios importantes los cuales conducen a la efectividad. Además, los autores explican que estos principios son cruciales para elaborar diversos métodos de producción eficaces, permitiendo potenciar el valor para los usuarios mientras se reducen los desperdicios.

En cambio, Mora et al. (2023), explican que estos cinco principios también aportarán al bienestar de las empresas debido a que se creará una estructura adecuada para las operaciones productivas que se realizan en las diferentes industrias. Esto refleja que cada organización deberá aplicar estos principios de forma efectiva entre los cuales se encuentran los siguientes:

Figura 3.

Principios del lean manufacturing.



Fuente: Mora et al. (2023).

Especificar el valor: De acuerdo con Benites (2021), este primer principio consiste observar la perspectiva del cliente, analizando lo que el usuario está dispuesto a pagar. Este punto es crucial porque identificará de forma clara que valoran los clientes, permitiendo así basarse en los esfuerzos de las empresas en operaciones que verdaderamente brinden valor. Esto, bajo el enfoque de una empresa de refinería de sal, los clientes tendrán en cuenta la calidad del producto observando ciertos aspectos como la pureza, consistencia del empaque y los tiempos de entregas. Por ello la empresa deberá enfocarse que los procedimientos de ensacados aseguren los elementos antes mencionados, debido a que la logística planteada se realizada sin demoras.

Mapeo de la cadena de valor: Para Muñoz et al. (2022), este segundo principio del lean manufacturing está enfocado en la identificación de las diferentes actividades esenciales para la elaboración y distribución de un producto, es decir la materia prima hasta la entrega final. Además, los autores explican que este punto es importante porque mapea los flujos de cada

material e información, lo cual permite observar y al mismo tiempo suprimir cualquier actividad que no agregue valor. Esto bajo el contexto de una empresa de refinería de sal el mapeo consistirá en visualizar la elaboración completa es decir desde la refinación del producto, el proceso de ensacado hasta llegar al proceso de estibado para luego ser distribuido a los clientes.

Crear flujo: Según Morales et al.(2020) , este tercer principio se basa en observar si el flujo se refiere a la capacidad de los procedimientos para movilizar cada producto de forma constantes sin demoras ni limitaciones el desde el desarrollo y producción final del producto. Además, los autores explican que este principio es fundamental porque permitirá la eliminación de las demoras mejorando así la eficacia de las operaciones, reduciendo así los tiempos de ciclos. Bajo el contexto de una empresa de refinería sal, este principio buscará volver a organizar la zona de ensacado para que las maquinarias ensacadoras estén disponibles de tal forma que las bolsas circulen de manera directa hasta el área de estibado, lo cual evitará los tiempos de esperas.

Establecimiento del sistema pull: De acuerdo con Martínez (2021), este cuarto principio del lean manufacturing está enfocado en la producción necesaria, es decir cuando se necesita, lo que es necesario y según las cantidades necesarias. Además, explica que este cuarto principio es importante porque reduce los inventarios, disminuyendo los tiempos de espera, sincronizando la productividad con la demanda en tiempo real del cliente. Bajo este criterio, en una refinería de sal el cuarto principio del lean manufacturing establecerá un sistema Kanban en la zona de ensacado, donde se observan todas las señales cuando es necesario producir y estibar el producto, esto asegura que no solamente se elabore la cantidad necesario lo cual reducirá significativamente la acumulación de inventarios.

Búsqueda de la perfección: Para Herrera et al. (2022), el último principio del lean manufacturing se enfoca en buscar la perfección de la operacionalidad y producción de una

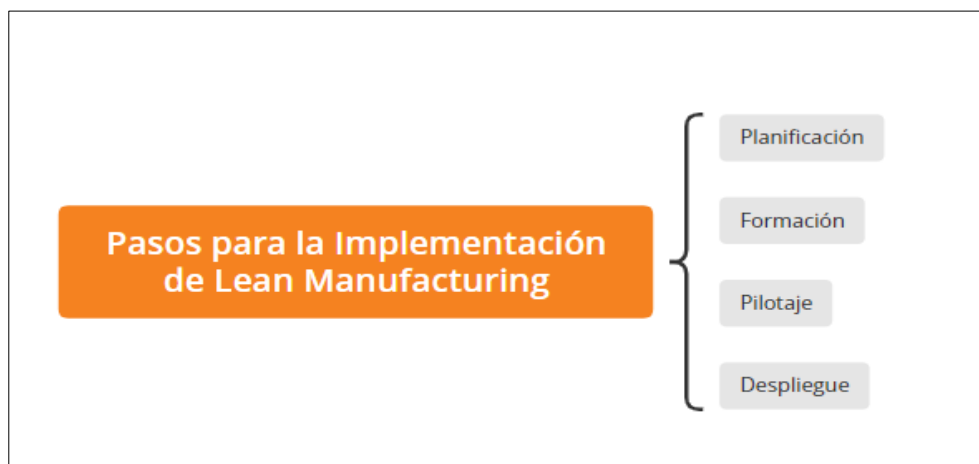
empresa con la finalidad de conseguir reducción de desperdicios, defectos y pérdida de tiempo. Además, los autores explican que este punto es crucial porque promueve una cultura de mejora constante, donde cada trabajador buscará mejorar en cada actividad de la producción y desarrollo del producto final. Bajo el enfoque de una empresa de refinería de sal, en este último principio la organización elaborará eventos periódicamente en las zonas de ensacado y estibado con el objetivo que el personal pueda observar las falencias para plantear soluciones.

2.3. Implementación del lean manufacturing

De acuerdo con Gil et al. (2023), la implementación del lean manufacturing se basa en seguir un orden secuencial adecuadamente planificado y al mismo tiempo la participación activa de los diversos niveles de una empresa. Además, los autores explican que al momento de implementar esta herramienta se muestran pasos cruciales para el establecimiento exitoso y los desafíos comunes que una organización pueda enfrentar.

Figura 4.

Indicaciones para implementar el lean manufacturing.



Fuente: Gil et al. (2023).

Planificación: De acuerdo con Mora et al. (2023), implementar esta herramienta consistirá en una planificación cuidadosa y adecuada. Además, los autores explican que es importante plantear metas claras y objetivos puntuales, así como el desarrollo de un cronograma y presupuesto para la empresa. En este punto también se deberá evaluar los

procesos actuales de una organización la cual identificará zonas a mejorar, determinado que herramientas y métodos de lean manufacturing son más efectivos a sus requerimientos operacionales.

Formación: Para Benites (2021), la formación de los trabajadores es un factor elemental al momento de establecer la herramienta lean manufacturing. Bajo este criterio, el autor refleja que todos los empleados de una empresa deberán recibir capacitaciones periódicas acerca de los principios, estrategias, métodos y herramienta utilizadas en el lean manufacturing. Sin embargo, la información otorgada deberá tener pasos prácticos y argumentativos, garantizando que los trabajadores entiendan de qué manera aplicar las definiciones del lean en sus áreas de trabajo diariamente.

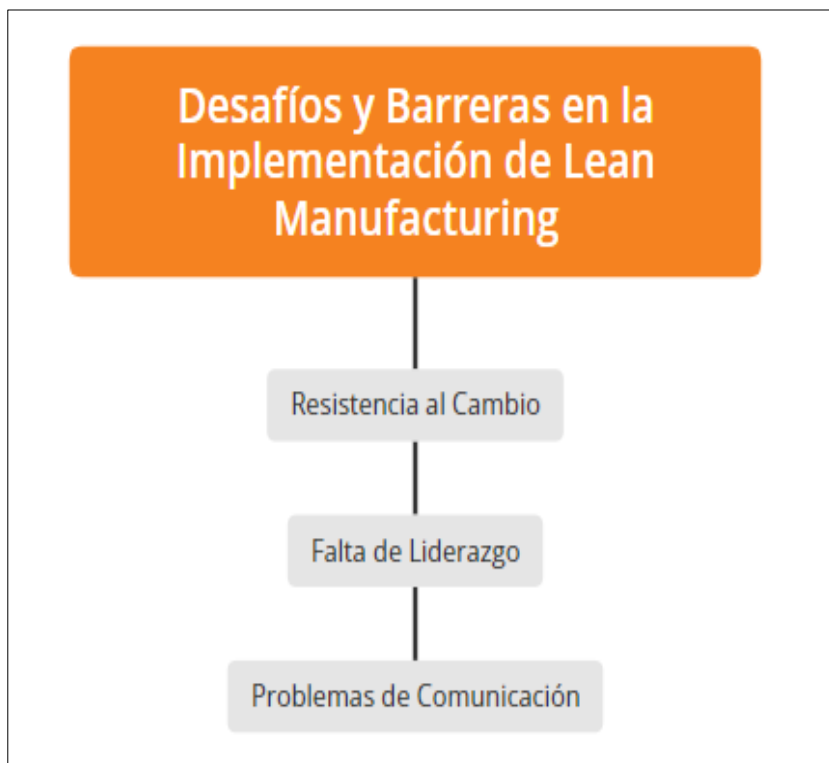
Pilotaje: Según Ortiz et al. (2022), expresa que comenzar un proyecto piloto es importante antes de implementar el lean manufacturing en las zonas de trabajos. Bajo este criterio, los autores detallan que esto permitirá verificar la estrategia lean en diferentes partes del proceso de producción, identificando así las posibles falencias para elaborar los ajustes necesarios. Este paso servirá como un ejemplo para implementar esta herramienta en gran medida en cualquier ambiente industrial.

Despliegue: Para Herrera et al. (2022), explica que, una vez culminado el pilotaje, se procederá con el despliegue de la implementación del lean manufacturing en todas las áreas de una empresa. Este punto es crucial, porque incluirá aplicar métodos, herramientas y estrategias del lean identificadas mediante la planificación y monitorización constante de los resultados obtenidos durante las pruebas. Además, los autores explican que es fundamental establecer una comunicación fluida para asegurar que todos los trabajadores puedan estar coordinados con los objetivos planteados.

Una vez planteado los pasos para la implementar adecuadamente la herramienta del lean manufacturing, Herrera et al. (2022) que también comentan que existen diversos puntos negativos que sirven como barreras y desafíos los cuales pueden evitar la implementación del lean manufacturing.

Figura 5

Barreras y desafíos al implementar el lean manufacturing.



Fuente:

Resistencia al cambio: De acuerdo con Torres (2023), esta barrera es uno de los desafíos principales al momento de aplicar la herramienta del lean manufacturing en las empresas debido a que existe resistencia al cambio por medio de los trabajadores. Bajo este criterio, el autor refleja que los cambios en los procedimientos y al adoptar nuevas herramientas tecnológicas produce incertidumbre los empleados. Sin embargo, es crucial que se involucre a cada trabajador desde un principio, comunicando de forma eficaz cada beneficio brindando por el lean manufacturing, proporcionando así el apoyo suficiente para facilitar el cambio.

Falta de liderazgo: Para Morales et al.(2020), la falta de liderazgo es un factor clave al momento de implementar la herramienta del lean manufacturing. Bajo este criterio, los autores añaden que, si no existe compromiso por parte de los trabajadores y directivos, las iniciativas de la herramienta lean perderán su objetivo y enfoque lo cual conllevaría al fracaso de su implementación. Además, la alta dirección de las empresas deberá mostrar un compromiso constante con los principios de esta herramienta, sirviendo de tal forma como un modelo a seguir para las diferentes áreas de una empresa.

Problemas de comunicación: Según Muñoz et al. (2022), no tener una adecuada comunicación o que no existe una comunicación interna eficiente dentro de una empresa es un factor que complica la implementación del lean manufacturing. Además, los autores comentan que la falta de comunicación en las empresas conlleva a malentendidos, errores en la producción y una deficiencia en la coordinación, por lo cual es fundamental plantear flujos de comunicacionales claros y precisos que fomente la transparencia y colaboración.

Como se puede observar, implementar el lean manufacturing es un proceso complicado el cual necesita una planificación adecuada, formación eficiente, pruebas piloto y un despliegue con los otros elementos ya establecidos correctamente. Además, superar las barreras y desafíos al implementar esta herramienta es crucial para obtener una adopción de la herramienta exitosamente.

2.4. Six Sigma

De acuerdo con Marín et al. (2023), la metodología six sigma es una herramienta que sirve para mejorar la calidad y eficacia de las operaciones industriales, reduciendo así las inconsistencias empresariales. Además, los autores añaden que este método se basa en conceptos rigurosos, es decir analizar datos para obtener una mejora constante, alcanzando así la calidad y satisfacción de los usuarios.

En cambio, Ticona (2022), comenta que el objetivo principal de la metodología six sigma es incrementar la eficacia y efectividad de los procedimientos en las diversas áreas de una empresa. Al minimizar las inconsistencias y eliminando las falencias, se buscará optimizar la calidad de los servicios o productos, expandirá la satisfacción de los clientes y como última opción, minimizar los costos de producción.

Sin embargo, Carrillo et al. (2022), indica que la metodología six sigma puede ser aplicada en diferentes áreas, incluyendo zonas tecnológicas, manufactura, finanzas o áreas de ensacado o estibado. Bajo este contexto, los autores reflejan que, dentro de una empresa de refinería de sal, puntualmente el área de ensacado y estibado, este método podrá brindar mejoras significantes en la eficacia operativa, la calidad del servicio y productos, satisfaciendo así a los clientes.

Además, Varela et al. (2023), señala que implementar el método six sigma brindará diversos puntos benéficos como mejorar de la calidad de los productos de la empresa, incrementando así la satisfacción de cada usuario. Los autores también expresan que esta metodología incrementará la productividad, permitiendo así tomar decisiones acertadas enfocadas en datos obtenidos durante la producción. Estos beneficios se reflejarán como una ventaja competitiva dentro del mercado que se maneja una organización.

Aunque, García et al. (2021), explica que la metodología six sigma usa diferentes técnicas, métodos estratégicos y técnicas numéricas con la finalidad de identificar cualquier fuente de variación, analizando así los datos que se obtengan los cuales servirán para mejorar y controlar los procesos. Así mismo, los autores mencionan que el uso de estas herramientas incluye técnicas como diagrama de flujo o diseños experimentales entre otros.

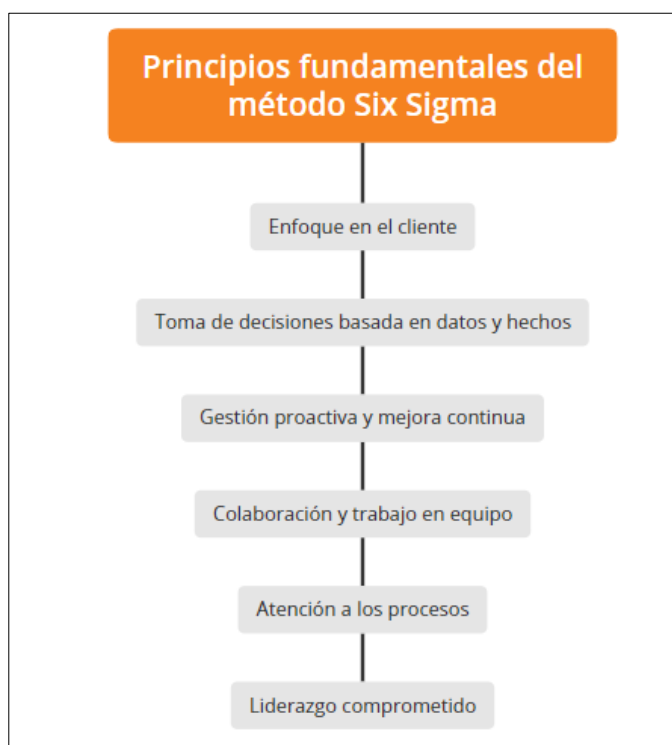
Finalmente, Ramírez et al. (2021), añade que implementar la metodología six sigmas de forma exitosa conllevará a minimizar significativamente las falencias y costos, mejorando al mismo tiempo la satisfacción de los usuarios, además de aumentar la eficacia operativa y plantear una cultura organización enfocada en los servicios y productos de calidad.

2.5. Principios fundamentales del método Six Sigma

Para Torres & Hernández (2022), comentaron que los principios fundamentales de la metodología six sigma consiste en diversos elementos que son fundamentales para poder implementar estas herramientas diferentes áreas de una empresa. Los autores en la figura 6 los principios esenciales de este método.

Figura 6.

Principios fundamentales del método Six Sigma.



Fuente: Torres & Hernández (2022).

Enfoque al cliente: De acuerdo con Fontalvo et al. (2020) , explican que los clientes es la base inicial del método six sigma. Este principio señala lo fundamental de comprender y cumplir todas las expectativas y necesidades que requiera el cliente. Satisfacer al usuario es

considerado el factor principal para lograr el éxito donde todas las mejores del procedimiento deberán basarse en brindar valor a los clientes.

Daciones tomadas enfocadas a datos: Para Carrillo et al. (2022), este punto hace énfasis en el uso adecuado de datos y análisis porcentuales de todos los resultados que se obtengan. Este principio se enfoca en la premisa que toda decisión deberá ser objetiva y enfocadas en evidencia reales evitando así las suposiciones. Estas herramientas se usarán para observar datos e identificar falencia midiendo los resultados para ser mejorados.

Proactividad y mejora constante: Para Marín et al. (2023), este punto promoverá una gestión fluida de trabajo, anticipando y previniendo cualquier falencia en lugar de tomar decisiones apresuradas. Esto incluirá el establecimiento de mejoras constante durante los procesos logrando así resultados sostenibles y adecuados a largo plazo. Además, dentro este punto también se utilizaría el ciclo DMAIC.

Trabajo y colaboración en equipo: Según Varela et al. (2023) el éxito de esta metodología dependerá de la colaboración asertiva y eficaz que surja del trabajo en equipo en las empresas. Los proyectos de la metodología six sigma incluyen diferentes herramientas multidisciplinarias las cuales laboras en relación para observar la falencia para desarrollar soluciones. Además, la formación de los trabajadores es esencial para lograr los objetivos planteados de este método.

Atención a los procesos: De acuerdo con Enciso (2020), esta metodología está enfocada en mejorar los procedimientos de calidad y eficacia. Estos principios son fundamentales porque identifica los resultados deseados los cuales servirán para ser gestionados. Además, identificar y eliminar la variabilidad en estos procedimientos son esenciales para lograr niveles adecuados de rendimientos.

Liderazgo comprometido: Finalmente, Ticona (2022), expresa que el compromiso de los directos de una empresa es necesario para que el six sigma sea implementado correctamente. Es necesario mencionar que el liderazgo eficaz optimizará que este método sea integrado eficazmente en la estrategia organizacional, manteniendo así enfocado en sus objetivos planteados. Sin embargo, los directivos deberán estar comprometidos en cada momento para lograr la excelencia.

2.6. Beneficios del método Six sigma

De acuerdo con Morales et al.(2020) implementar la metodología six sigma ofrece diferentes beneficios aportan a mejorar integralmente los resultados y procesos obtenido por una empresa. Los autores en la figura 7 detalla los beneficios principales que se pueden obtener al implementar este método.

Figura 7.

Beneficios del método Six sigma.



Fuente: Morales et al.(2020).

Mejoramiento de la calidad de los productos y servicios: Para Marín et al. (2023), este punto para implementar el método six sigma permitirá a las empresas poder identificar y excluir las falencias en distintos procesos, lo cual conlleva a una mejora importante en la calidad de los servicios o productos.

Incremento de la satisfacción de los clientes: Según García et al. (2021), explican que este punto se enfoca en la necesidad o percepciones de los clientes, donde el método six sigma mejorará la experiencia del usuario y al mismo tiempo incrementará la satisfacción. Además, la optimización de la calidad de los productos producirá lealtad de los clientes obteniendo así una reputación positiva.

Reducir los costos: De acuerdo con Carrillo et al. (2022), por medio de este punto la metodología six sigma, permitirá identificar y eliminar residuos o actividades redundantes que no aportan valor alguno en los procesos de producción. Esto conllevará a una reducción importante en los costos operativos.

Aumento de la productividad: Para Fontalvo et al. (2020) expresan que por medio de este punto el método six sigma optimizará los procesos productivos y reduciendo las prácticas que no aportan valor, esto aumentará la eficacia de una empresa. Además, los trabajadores podrán elaborar cualquier labor de forma eficiente lo cual permitirá a las empresas desarrollar más con los mismos materiales que tienen.

Mejoramiento en la toma de decisiones: Según Varela et al. (2023), la metodología six sigma promueve una cultura de tomar decisiones adecuada enfocadas en datos y análisis. Las decisiones emitidas y basadas en experiencias puntuales ayudan a las empresas llevar las situaciones complejas de forma precisa, desarrollando así soluciones eficaces.

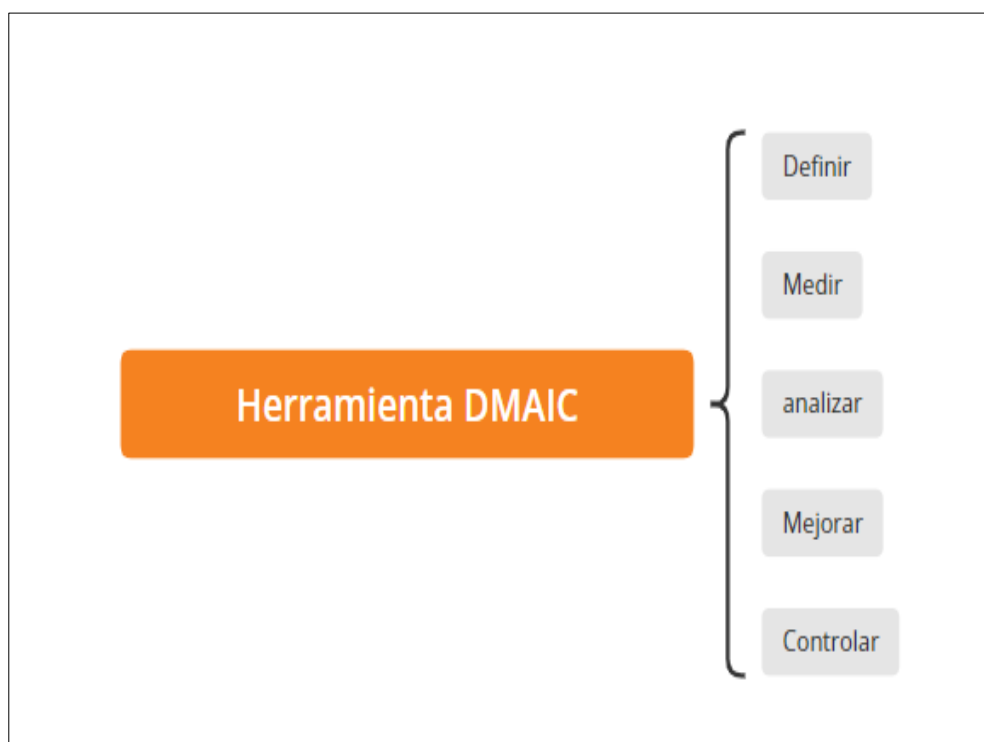
Ventajas competitivas: Para Torres & Hernández (2022), por medio de este punto las empresas que establecen el método six sigma tienen diversas ventajas competitivas dentro de los mercados industriales. Sin embargo, la mejorar calidad, el minimizar los costos y el incremento de la satisfacción de los usuarios posicionan a las empresas como líderes en el ámbito industrial donde circulan.

2.7. Herramienta DMAIC

Para Camposano et al. (2024), las herramientas DMAIC es una metodología enfocada en mejorar los procedimientos utilizados a través en la metodología six para observar, analizar y mejorar las labores de una empresa. Su nombre se divide en 5 fase los cuales son definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Es importante mencionar que cada una de estas fases son diseñadas para conducir a los materiales de trabajo mediante un enfoque estructurado el cual permia solucionar situaciones y ayudar al rendimiento de los procesos.

Figura 8.

Herramienta DMAIC.



Fuente: Camposano et al. (2024).

De acuerdo con Pimienta & Vargas (2023), en la fase definir se observan e identifican de forma clara cualquier falencia y objetivo mal establecido de un proyecto. Además, durante esta fase abordará diversas mejoras buscando el problema inicial para poder resolver todos los problemas que puedan presentarse.

En cambio, Marín et al. (2023), explica que en la fase medir, se recolectar datos importantes para plantear base sólida del desempeño de los procedimientos de las empresas. En cambio, en la fase analizar se observan cifras para identificar cuáles son las causas principales del problema y en la fase mejorar, se elaboran y establecen soluciones prácticas para solucionar las causas de una situación.

Por otro lado, Ticona (2022), explica que implementar esta herramienta en la metodología six sigma es crucial porque permitirá alcanzar los objetivos claros para reducir cualquier pérdida de tiempo en las producciones operacionales. Bajo este enfoque, en el método six sigma se utiliza la herramienta DMAIC para llevar a cabo diferentes proyectos puntuales que generan un impacto fundamental en la satisfacción de los usuarios y cualquier resultado financiero de las empresas.

Finalmente, Morales et al.(2020), añadió que el utilizar esta herramienta aportará diversos beneficios en las empresas. Además, el autor explicó que mediante una base estructura y enfocada en datos y cifras, las organizaciones consiguen mejoras importantes sobre la calidad los procesos. Sin embargo, esto señala una mayor satisfacción en los usuarios, minimizando los costos operativos, y al mismo tiempo la eficacia general de la empresa.

2.8. Diagrama de Pareto

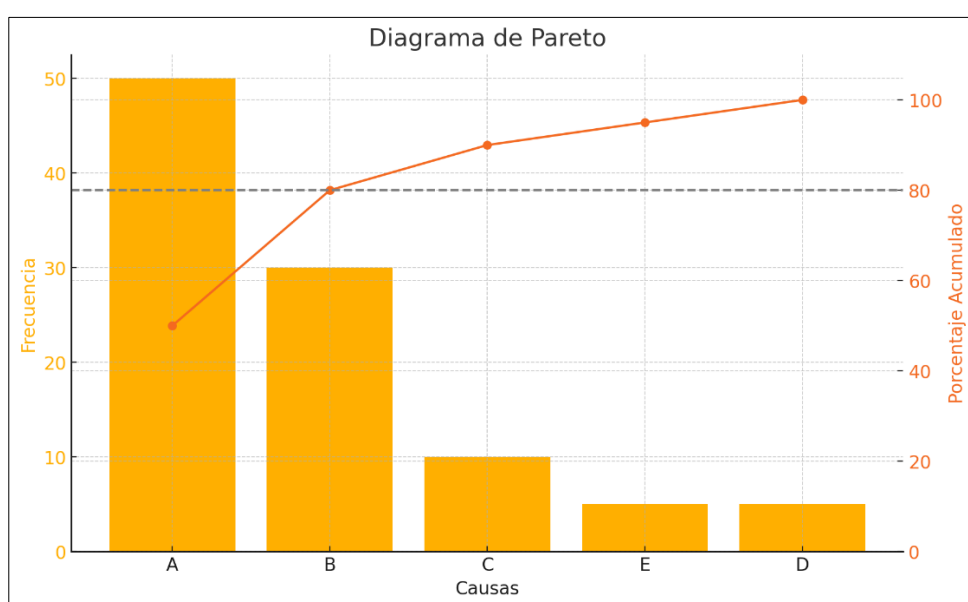
De acuerdo con Gándara (2020), el diagrama de Pareto es un método que permite analizar cifras y porcentajes estadísticos usando diversos campos, como tomar decisiones adecuadas y realizar gestiones de calidad. Bajo este contexto, se explica que esta herramienta

se enfoca mediante el principio de cantidades pequeñas de una causa, puede ser responsable de la mayor parte de situaciones o resultados en situaciones determinadas.

Aunque, Cruz et al. (2023) , comenta que, para desarrollar el diagrama de Pareto, es necesario obtener datos importantes acerca de una causa relacionado a un problema en puntual o cualquier resultado influyente. Posteriormente, estas causas son clasificadas en secciones y en orden, usando diferentes herramientas como el análisis de frecuencia o de impacto.

Figura 9.

Diagrama de Pareto.



Fuente: Cruz et al. (2023).

Finalmente, Rodríguez et al. (2022), indica que este diagrama es representado a través de un gráfico de barras, donde se reflejan las causas más importantes en el eje izquierdo y su impacto se observa de forma relativa en el eje derecho. Bajo este contexto, los autores añaden que por medio de este gráfico se puede identificar las causas iniciales que pueden representar la gran cantidad de situaciones complejas.

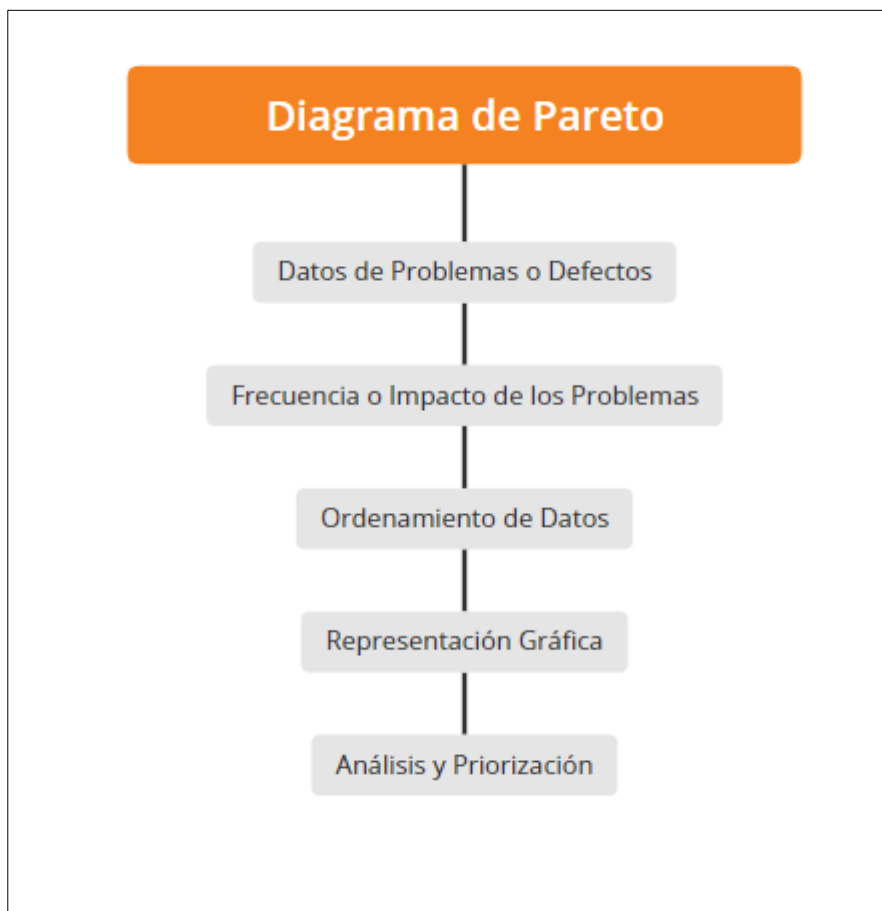
2.9. Elementos del Diagrama de Pareto

De acuerdo con Enciso (2020), bajo el enfoque de la implementación de la metodología six sigma, el diagrama de Pareto es una herramienta crucial la cual sirve para identificar,

observar y destacar los problemas y causas de una situación de procedimientos. Bajo este enfoque, autor explica que esta herramienta se enfoca en el principio de Pareto, también llamada como regla 80/20, que recomienda alrededor del 80% de situaciones complejas son ocasionado por el 20% de las causas. El autor en la figura 10 indica los elementos de este diagrama.

Figura 10.

Diagrama de Pareto.



Fuente: Enciso (2020).

Datos relacionados a defectos o problemas: De acuerdo con Fontalvo et al. (2020), este primer factor es crucial en esta herramienta porque recopila y organiza datos relacionado a un problema puntual. Bajo este contexto, los autores expresan que estos datos se recolectan mediante la etapa de medición del ciclo DMAIC y se organizan en elementos específicos del problema o de causa. Sin embargo, la exactitud de la recopilación de estos es esenciales para garantizar el análisis posterior sea confiable y útil para tomar decisiones adecuadas.

Impacto y frecuencia de problemas: Para Rodríguez et al. (2022), una vez obtenido los resultados, el paso siguiente es la cuantificación de la frecuencia o del impacto de cada uno de los defectos o problemas. Además, el autor expresa que el diagrama de Pareto bajo en contexto de la metodología six sigma, puede englobar la cantidad de defectos o cualquier dato estadístico fundamental que refleje la magnitud de un problema.

Orden de los datos: Según Gándara (2020), en este punto se necesita que todos los datos sean ordenados de forma descendente, desde la situación más común hasta el menos frecuente. Este orden es importante para observar de forma clara cuáles son los problemas relevantes que demandan más atención. Sin embargo, el orden dentro de una empresa es esenciales porque permitirá que la producción de los servicios o productos se cumplan adecuadamente.

Representación gráfica: De acuerdo con Torres & Hernández (2022), este factor se enfoca en graficar mediante barras los resultados que se obtengan, donde cada barra representará una sección del problema y las barras superiores reflejarán la frecuencia o el impacto de la situación analizada. Además, el gráfico presenta una línea que refleja cada uno de los porcentajes que hayan sido acumulado durante el problema. Es importante mencionar que esta representación gráfica permitirá a la herramienta six sigma observa de forma rápida cómo se distribuyen los problemas y de qué manera se acumula el impacto, donde se destacará el porcentaje mínimo de causas que aportan al problema.

Análisis y priorizar los resultados: Finalmente Varela et al. (2023), explica que este punto es crucial porque permie determinar los resultados obtenidos mediante la gráfica. Además, el autor en su estudio también refleja, que bajo el uso de la metodología six sigma, esta herramienta se enfoca en las pocas situaciones que tienen mayor relevancia, donde seguirá el principio 80/20. Sin embargo, al enfocarse en solucionar estas causas, los materiales podrán

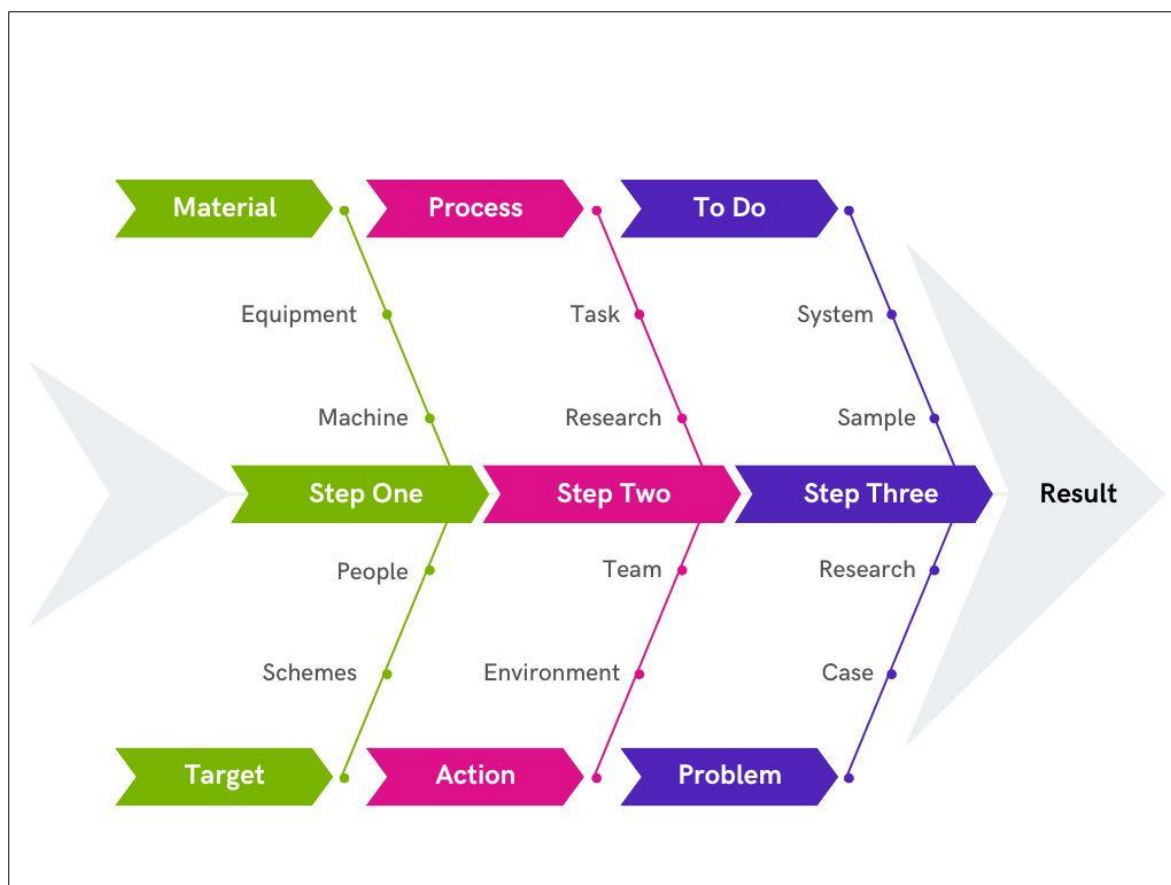
conseguir mejorar de forma significativa, mejorando así los recursos y los tiempos de cada proceso.

2.10. Diagrama Ishikawa

De acuerdo con Burgasí et al. (2021), el diagrama de Ishikawa es una herramienta que sirve para determinar las causas y efecto de una situación donde se observación el origen de un problema y como desencadena mediante el tiempo. Bajo este criterio los autores reflejan, que este diagrama no solo determinar factores complejos, también busca el origen de elementos simples como acontecimientos pocos relevantes.

Figura 11.

Diagrama Ishikawa.



Fuente: Burgasí et al. (2021).

En cambio, Omar 2020, comenta que el diagrama de Ishikawa es un elemento clave para la metodología six sigmas. Bajo este contexto, el autor explica que esto permitirá identificar donde se originó una causa de cualquiera situación, donde las empresas podrán establecer

acciones correctivas y preventivas, para mejorar los procedimientos, mejorando así la calidad de sus operaciones constantemente.

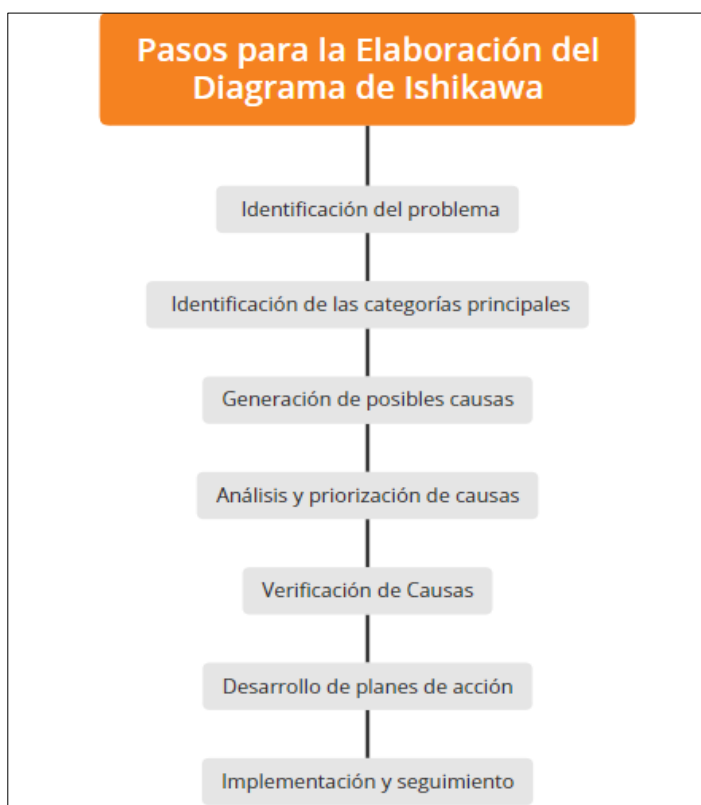
Por otra parte, Omar 2020, explica que este diagrama se utiliza con normalidad para plantear procedimientos de mejora constantes, donde establece la secuencia PDCA. Bajo este contexto, el autor añade que esta herramienta es necesaria para materiales que tienen como objetivos identificar y solucionar situaciones sistemáticamente, simplificando el análisis de la causas y aplicaciones de soluciones eficaces.

2.11. Pasos para desarrollar el diagrama Ishikawa

Según Rodríguez et al. (2022), para elaborar el diagrama de Ishikawa se necesitan seguir una serie de pasos, los cuales son fundamentales para establecer y desarrollar correctamente el análisis causa y efecto de la espina de pescado. En la figura 12 se refleja los pasos que se deben a elaborar la implementación de esta herramienta.

Figura 12.

Pasos para elaborar el diagrama de Ishikawa.



Fuente:

Definir el problema: De acuerdo con Gándara (2020), para elaborar este diagrama es fundamental establecer cuál es el problema inicial donde se observará de forma clara y concisa donde se origina el problema a estudiar. Posteriormente, este elemento es ubicado en el extremo derecho del gráfico. Además, el autor explicó que es crucial tener un entendimiento claro de la raíz de la causa.

Identificar las categorías principales: Según Torres & Hernández (2022), identificar cuáles son las categorías principales de un problema es fundamental para determinar la causa que puede estar influyendo a un problema. Además, el autor explica que estas categorías suelen englobar materiales, mediciones, maquinarias o mano de obra las cuales son ubicadas como las espinas importantes que formen el esqueleto principal del diagrama.

Generar las causas posibles: Para Ticona (2022), este punto es crucial porque se establecerán las causas del problema la cual se desarrolla mediante diferentes etapas de lluvias de ideas, donde se determinan dónde y cómo surgió una problemática. Bajo este contexto, el autor explica que este elemento puede añadirse sub-espinas las cuales pueden ser ubicada en cada espina inicial.

Analizar y priorizar las causas: Por otro lado, Camposano et al. (2024), explica que después de establecer las causas posibles, se elabora un análisis sistemático y meticuloso con el objetivo de identificar cuáles son las causas con mayor relevancia. Bajo este criterio, el autor explica que este análisis puede involucrarse en la recopilación de datos complementarios, consultas a expertos y el desarrollo de pruebas.

Verificar las causas: Sin embargo, Pimienta & Vargas (2023), explica que es crucial verificar las causas que hayan sido identificadas relacionadas a un problema, debido a que esto permitirá determinar de qué forma contribuyen al problema inicial. Además, esto implicará la

elaboración de estudios complementarios para la confirmación del impacto. Las causas comprobadas son reflejadas mediante la espina de pescado por medio de un enfoque más puntual durante la fase de resolución.

Desarrollar planes de acción: De acuerdo con Marín et al. (2023), el desarrollo de los planes de acción podrá englobar todas las etapas de los elementos verificados e identificado de la causa inicial. Sin embargo, la elaboración de estos planes deberá estar complementa mente detallados, con responsabilidades efectivas. Además, la efectividad de la espina de pescado se optimizará cuando se desarrollen acciones medibles y concretas.

Implementación y seguimiento: Finalmente, García et al. (2021), explica que implementar los planes de acción, para realizar un seguimiento posteriormente, servirá para evaluar correctamente su efectividad. Además, es fundamental monitorear cada resultado que se obtenga con la finalidad de ajustar los pasos necesarios permitiendo así completar la acción del problema.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de Investigación

3.1.1. Enfoque mixto

De acuerdo con Ortiz et al., (2021), el enfoque mixto de una investigación unifica los estudios cualitativo y cuantitativo los cuales son aprovechados para analizar y cuantificar los resultados de un proyecto. Sin embargo, este enfoque permite un entendimiento más completo sobre el fenómeno a estudiar.

Bajo este contexto, se escogió este enfoque porque permitió abordar los aspectos cuantitativos y cualitativos al momento de implementar el método six sigma en la zona de ensacada y estibado de una refinería de sal. Además, la unión de estos enfoques permitió identificar, observar y analizar los aspectos medibles por medio de las perspectivas y vivencia del personal involucrado.

Por ello, el enfoque mixto sirvió para obtener una visión general sobre el impacto y eficacia de la implementación del método six sigma en el área de ensacado y estibado. Esto permitió la evaluación y medición en los procesos mediante datos números, mientras que por medio de los datos cualitativos se podrá comprender profundamente las oportunidades y desafíos que presenta la implementación de este método.

3.2. Tipo de Investigación

3.2.1. Investigación aplicada

De acuerdo con Moreno et al., (2022), la investigación aplicada se enfocada en solucionar problemas prácticos puntuales a través de aplicar argumentos y teorías existentes sobre el objeto a estudiar. Este tipo de investigación buscará desarrollar solución de una situación mejorando así los procesos del estudio.

Por ello, se escogió este tipo de investigación debido a que el objetivo general del tema abordado es la implementación de la metodología six sigma, la cual es necesario para mejorar los procesos de ensacado y estibado de la refinería de sal. Además, este método permitió la aplicación directa de las herramientas y principio del método six sigma.

Sin embargo, la investigación aplicada también sirvió para el desarrollo e implementación de soluciones prácticas y eficaces que permita la optimización de los procedimientos en el área de ensacado y estibado. También permitió la evaluación de la efectividad de la metodología six sigma en la reducción de falencias y la mejorar eficaz de la operatividad.

3.2.2. Investigación descriptiva

De acuerdo con Ávila et al., (2020), la investigación descriptiva consiste en describir detalladamente las características del objeto de estudio. Además, este tipo de investigación es usada porque brinda una estructura detallada y concisa acerca la situación a estudiar, donde se observan diferentes perspectivas.

Por ello, se escogió la investigación descriptiva debido a que es crucial entender y documentar cuál es estado actual de los procesos de ensacado y estibado en la refinería de sal antes que se implemente cualquier modificación. Sin embargo, este tipo de investigación establecerá una línea base estructurada la cual será importante para evaluar y entender los resultados que se obtenga durante la implementación del método six sigma.

Este tipo de investigación ayudó a obtener una visión más integral sobre los procesos actuales de la empresa, permitiendo identificar zonas deficientes para ser mejoradas a futuro. Esto permitió establecer de forma adecuada la metodología six sigma. Además, al disponer con una descripción estructurada de los procesos preliminares, se medirá con mayor eficacia los

impactos introducidos, demostrando así la efectividad de las mejoras que se vayan a implementar en esta área.

3.3. Métodos de Investigación

3.3.1. Método analítico - sintético

De acuerdo con Ávila et al., (2020), el método analítico- sintético se enfoca en el análisis estructurado de los factores individuales de un fenómeno de estudio, con la síntesis de estos elementos para entender al objeto de estudio en su totalidad. Este método ayuda a la descomposición de situaciones complejas en partes manipulables y posteriormente integrarlas para formar una visión general.

Por ello, el método analítico- sintético se escogió porque permitió examinar detalladamente de los pasos y factores del procedimiento de ensacado y estibado, lo cual facilitará identificar los problemas e ineficiencias puntuales de esta área. Además, el análisis de cada uno de los factores permitirá la identificación de las causas de los problemas y seguidamente la síntesis de los análisis obtenidos ayudará al desarrollo de soluciones emergentes que engloben estos aspectos del proceso de forma integrada.

Además, el método analítico- sintético sirvió para componer y comprender los procedimientos actuales, identificar las zonas importantes que necesitan mejoras y elaborar soluciones que permitan la optimización de todos los sistemas de ensacado y estibado a través del método six sigma. La aplicación de este método también permitió elaborar diseños e implementar estrategias para mejorar las deficiencias de esta área.

3.3.2. Método analítico - sintético

De acuerdo con Ortiz et al., (2021), el método hipotético-deductivo se enfoca en formular una hipótesis mediante la observación y argumentos ya planteados, seguidamente de

lo deductivo la cual se basa en secuencia coherente las cuales podrán ser aprobadas se forma empírica. Este método es necesario para el proyecto porque permitió validar los resultados que se obtuvo mediante las técnicas de investigación.

Por ello, se escogió el método hipotético-deductivo debido a que, ayudó a plantear una hipótesis acerca de los efectos que se esperó obtener mediante la implementación del método six sigma en el área de ensacado y estibado. La hipótesis obtenida fue sometida por medio de la obtención de datos y el análisis de datos empíricos, lo cual permitió validar de forma meticulosa si las mejoras planteadas realmente pueden generar los resultados esperados.

Además, el método hipotético-deductivo también aportó a la validación de la efectividad de la implementación del método six sigma en el área a evaluar. Esto permitió comprobar si las mejoras obtenidas en eficacia y disminución de efectos se lograron totalmente por medio de la implementación enfocándose en datos certeros y en la observación sistemática. También por medio de este método se pudo ajustar y estructurar adecuadamente las estrategias de la implementación del método six sigma.

3.4. Herramientas de investigación

3.4.1. Encuestas

La técnica de investigación utiliza fue la encuesta porque ayudó a obtener información de manera directa y puntual de los empleados involucrados en el área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal. Es importante mencionar que esta herramienta fue crucial para la recopilación de datos cuantitativos y cualitativos del tema abordado. Las encuestas fueron aplicadas a 15 trabajadores del área de ensacado y estibado, donde se pudo recopilar opiniones y experiencia del personal sobre los procesos realizados en esta zona. La información identificada será analizada y cuantificada para obtener los resultados del proyecto. Ver anexo 1.

3.4.2. Herramienta DMAIC

La herramienta DMAIC se utilizó debido a que es un método estructurado adecuadamente para mejorar los procedimientos bajo el marco del método six sigma. Es importante mencionar que este enfoque ayudó abordar los problemas puntuales sistemáticamente, permitiendo asegurar que las soluciones establecidas sean eficaces y sostenibles a largo plazo.

La aplicación de la herramienta DMAIC en la presente investigación empezará a través de la etapa definir, donde se identificó los principales problemas relacionados a los procedimientos de ensacado y estibado. Posteriormente, en etapa de medir, se recolectó datos importantes los cuales se cuantificaron según un alcance y naturaleza de los problemas identificados. En la etapa analizar, se examinaron los datos obtenidos los cuales permitieron identificar la causa de las falencias e ineficiencias. En cambio, en la etapa mejorar, se desarrolló e implementó soluciones que ayudaron a abordar estas causas. Finalmente, en la etapa controlar, se estableció diferentes mecanismos de monitoreo, asegurando que las mejoras implementadas puedan mantenerse a largo plazo.

Por ello, los resultados obtenidos mediante la herramienta DMAIC ayudará a implementar adecuadamente la propuesta del método six sigma en el área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal. Sin embargo, esta herramienta brindó una estructura sólida y clara permitiendo enfocarse en los problemas detectado y asegurando que las mejoras implementadas sean totalmente cuantificables y medibles, contribuyendo así de manera significativa la mejora de los procesos del área a evaluar.

3.4.3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se utilizó debido a que es una herramienta crucial para la identificación de causas iniciales de los problemas mediante un procedimiento. Es importante mencionar que este diagrama ayudó a destacar las áreas que necesitan atención inmediatamente, lo cual permitirá un enfoque más eficaz en la resolución del problema identificado.

Además, la aplicación de la herramienta de Pareto inició con la recolección de datos acerca de las falencias más recurrentes en el área de ensacado y estibado. Estos datos fueron clasificados y representados en un gráfico en el diagrama de Pareto, demostrando los problemas que tienen un impacto mayor en estos procesos. Esta observación demostró la identificación rápida de las causas más importante de defectos en el área.

Los resultados obtenidos mediante el diagrama de Pareto proporcionaron una base estable para la propuesta de la implementación del método six sigma en el área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal. Sin embargo, la priorización e identificación de las causas iniciales del problema, ayudó a elaborar soluciones puntuales y eficaces las cuales abordaron las zonas críticas, mejorando de forma clave la calidad de los procesos.

3.4.3. Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa se utilizó debido a que es una herramienta importante para la identificación de las causas y efectos del problema. Además, este diagrama también permitió a la descomposición y observación de los elementos claves que contribuyeron a los problemas visualizados.

Es importante mencionar que el uso inicial de esta herramienta fue con el fin de identificar los problemas importantes identificados en el área de ensacado y estibado. Posteriormente, se utilizó el diagrama para realizar un análisis y categorización de las causas

posibles de las falencias observadas, donde luego fueron ubicadas en ramas principales como: medición, materiales, maquinaria, medio ambiente, métodos y la mano de obra. Además, este análisis estructurado permitió identificar el problema inicial identificado y para luego desarrollar estrategias puntuales para ser abordada por cada una.

Finalmente, los resultados que obtengan por medio del diagrama de Ishikawa serán importantes para la propuesta de la implementación del método six sigma en el área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal. La obtención de un entendimiento más profundo y estructurado de las causas de los problemas identificados, este diagrama ayudó a desarrollar soluciones eficaces las cuales mejoraron la calidad de los procesos del área evaluada.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de las encuestas

Una vez aplicadas las encuestas a los trabajadores del área de ensacado y estibado se obtuvieron los siguientes resultados:

1.- ¿Usted tiene conocimiento sobre la metodología six sigma?

Tabla 1.

Resultado de la primera pregunta.

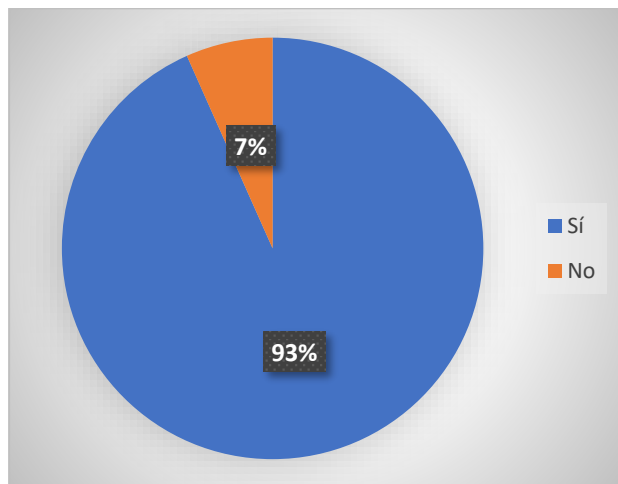
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	14	93%
No	1	7%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 1.

Porcentaje de la primera pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Por medio de los resultados obtenidos se pudo observar que el 93% de los trabajadores del área de ensacado y estibado de la empresa Ecuasal si conocen sobre la metodología six sigma, mientras que solo un 7% determinaron no conocer este método.

2.- ¿Considera usted que la implementación del método six sigma podrá mejorar los procesos de ensacado y estibado?

Tabla 2.

Resultado de la segunda pregunta.

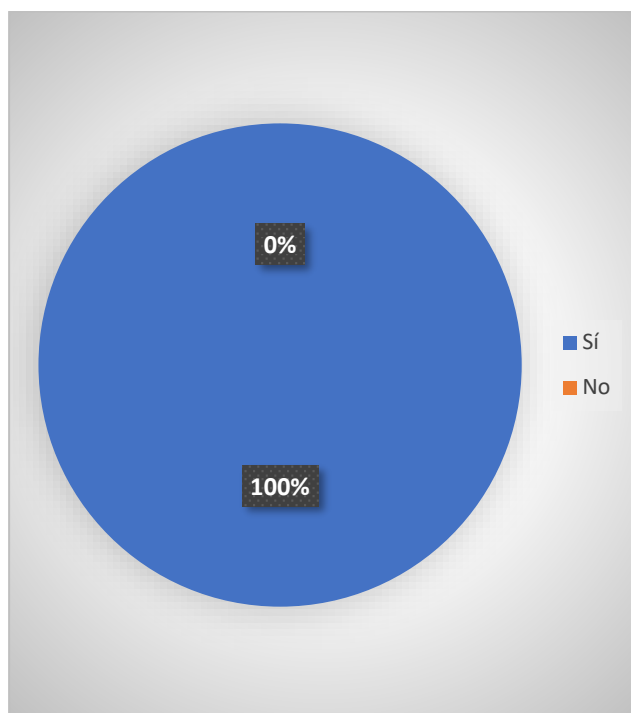
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 2.

Porcentaje de la segunda pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Como se puede observar el 100% de los encuestado determinaron que si consideran que la implementación del método six sigma puede mejorar los procesos de ensacado y estibado. Esto refleja que los trabajadores están conscientes del uso efectivo de esta herramienta.

3.- Según su opinión, ¿Qué tan efectivo considera usted que son los métodos actuales para reducir los defectos en el área de ensacado y estibado?

Tabla 3.

Resultado de la tercera pregunta.

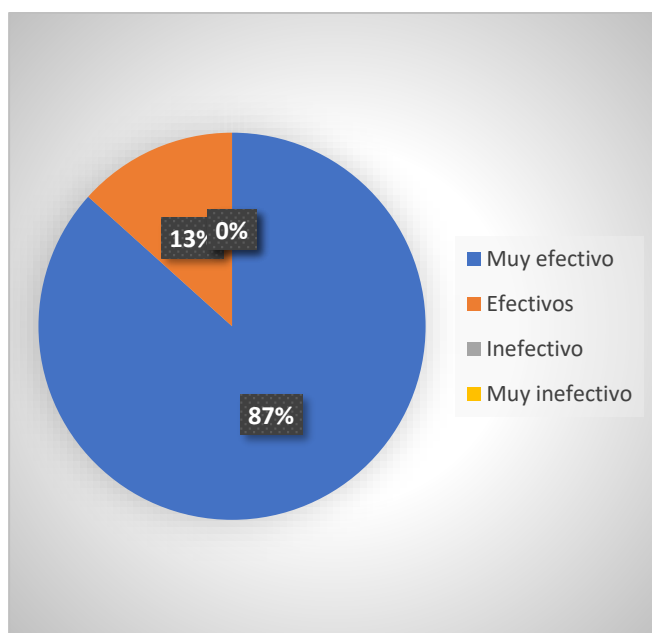
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy efectivo	13	87%
Efectivos	2	13%
Inefectivo	0	0%
Muy inefectivo	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 3.

Porcentaje de la tercera pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Mediante los resultados obtenidos se pudo determinar que el 87% de los encuestado establecieron que es muy efectivo los métodos actuales para reducir los defectos en el área de ensacado y estibado, mientras que solo un 13% determinó que estos métodos son efectivos.

4.- ¿En qué medida cree usted que la implementación del método six sigma podría mejorar los procesos del área de ensacado y estibado?

Tabla 4.

Resultado de la cuarta pregunta.

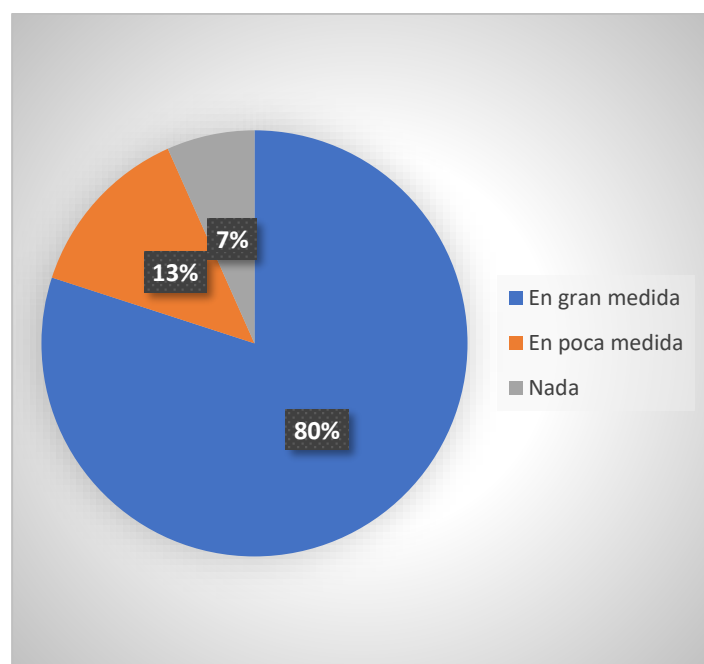
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
En gran medida	12	80%
En poca medida	2	13%
Nada	1	7%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 4.

Porcentaje de la cuarta pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Acorde a los resultados obtenidos a los resultados obtenidos se pudo identificar que el 80% de los encuestados expresaron que la implementación de la metodología six sigma podría mejorar en gran medida los procesos del área de ensacado y estibado, mientras que el 13% establecieron que este método puede mejorar en poca medida estos procesos y solo el 7% determino que no aportaría en nada.

5.- ¿Cuáles considera usted que son los factores causantes de los defectos presentados en los procesos de ensacado y estibado?

Tabla 5.

Resultado de la quinta pregunta.

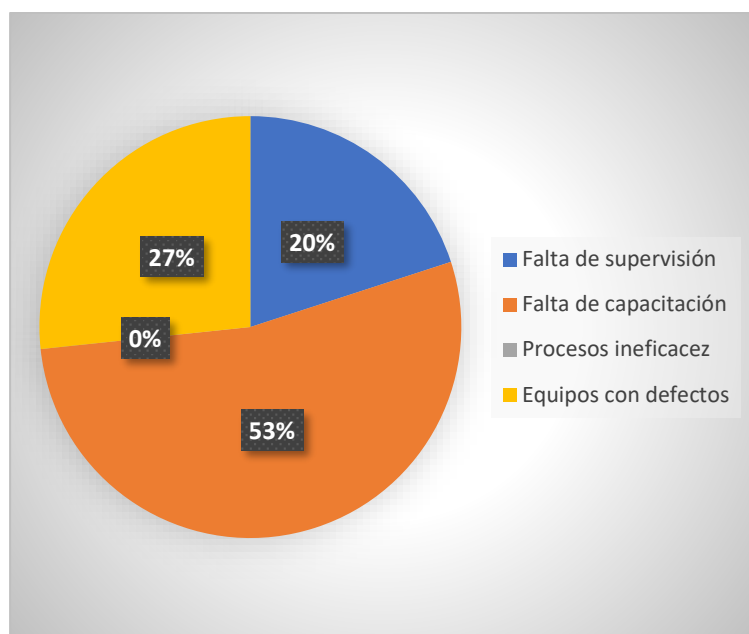
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Falta de supervisión	3	20%
Falta de capacitación	8	53%
Procesos ineficaces	0	0%
Equipos con defectos	4	27%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 5.

Porcentaje de la quinta pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: A través de los resultados obtenidos se pudo identificar que el 53% de los encuestados establecieron que la falta de capacitación es uno de los factores causantes de los defectos presentados en los procesos de ensacado y estibado, mientras que el 27% indicaron que son equipos y maquinarias con defectos. En cambio, un 20% expresaron que es la falta de supervisión que haya falencia en los procesos de ensacado y estibado.

6.- ¿De acuerdo con su criterio, que tan frecuente se elaboran capacitaciones acerca de las mejoras de los procesos del área de ensacado y estibado?

Tabla 6.

Resultado de la sexta pregunta.

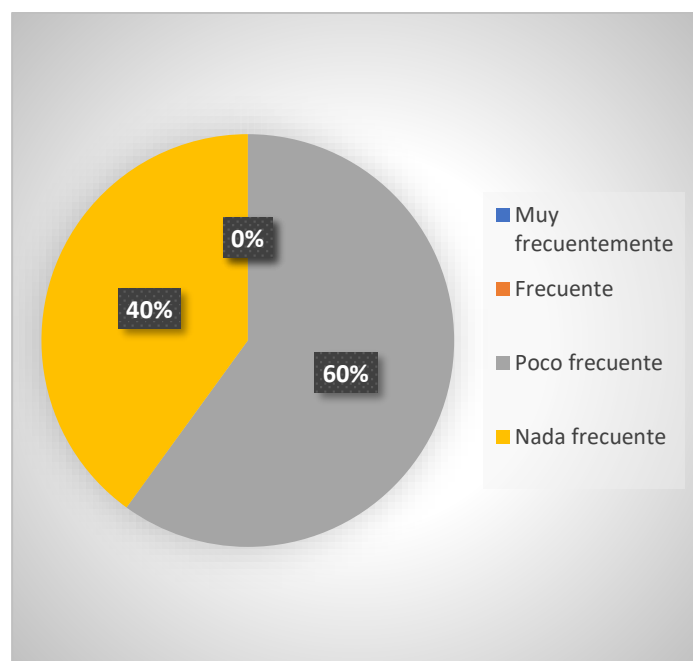
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuentemente	0	0%
Frecuente	0	0%
Poco frecuente	9	60%
Nada frecuente	6	40%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 6.

Porcentaje de la sexta pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Como se puede observar el 60% de los encuestado establecieron que este tipo de capacitaciones se dan poco frecuente, mientras que el 40% de los empleados determinaron que las capacitaciones acerca de las mejoras de los procesos del área de ensacado y estibado se dan poco frecuente.

7.- ¿De acuerdo con su criterio, qué tipo de soporte recibe del equipo directivo para optimizar los procesos en el área de ensacado y estibado?

Tabla 7.

Resultado de la séptima pregunta.

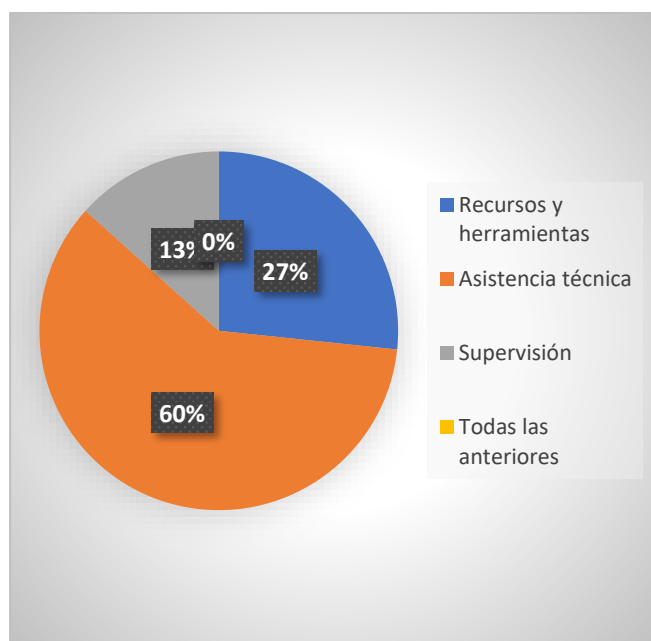
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Recursos y herramientas	4	27%
Asistencia técnica	9	60%
Supervisión	2	13%
Todas las anteriores	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 7.

Porcentaje de la séptima pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Se pudo determinar que el 60% de los encuestado determinaron que el tipo de soporte que reciben del equipo directivo para optimizar los procesos en el área de ensacado y estibado son la asistencia técnica, mientras que el 27% establecieron que son recursos y herramientas y solo el 13% expresaron que el soporte recibido es la supervisión.

8.- ¿Considera usted que los tiempos de respuesta a los problemas y falencia en los procedimientos de ensacado y estibado son adecuados?

Tabla 8.

Resultado de la quinta pregunta.

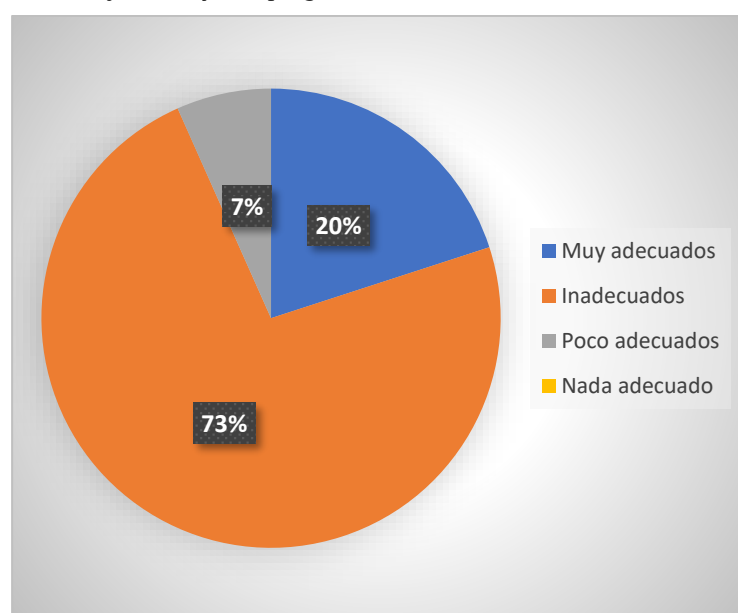
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy adecuados	3	20%
Inadecuados	11	73%
Poco adecuados	1	7%
Nada adecuado	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 8.

Porcentaje de la quinta pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: A través de los resultados obtenidos se pudo identificar que el 73% de los encuestados establecieron que los tiempos de respuesta a los problemas y falencia en los procedimientos de ensacado y estibado son adecuados son inadecuados, mientras que el 20% determinó que estos procesos son muy adecuados y solo el 7% plantearon que los tiempos de respuesta a los problemas son poco adecuados.

9.- ¿Cuál es la perspectiva que usted tiene acerca de la carga laboral vigente en el área de ensacado y estibado?

Tabla 9.

Resultado de la sexta pregunta.

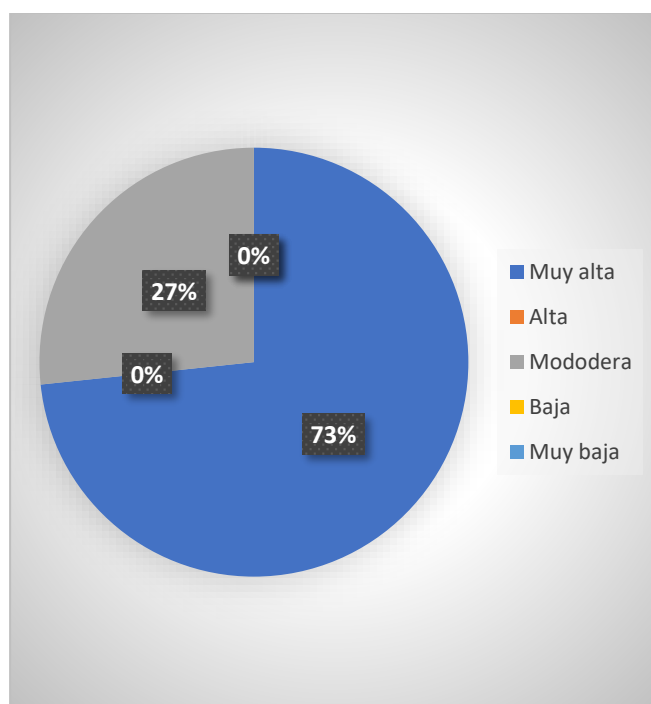
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy alta	11	73%
Alta	0	0%
Moderada	4	27%
Baja	0	0%
Muy baja	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 9.

Porcentaje de la sexta pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Como se puede observar el 73% de los encuestados determinaron tener una percepción muy alta sobre la carga laboral vigente en el área de ensacado y estibado, mientras que el 27% establecieron que la carga laboral en esta área es moderada.

10.- ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con las condiciones laborales en el área de ensacado y estibado?

Tabla 10.

Resultado de la séptima pregunta.

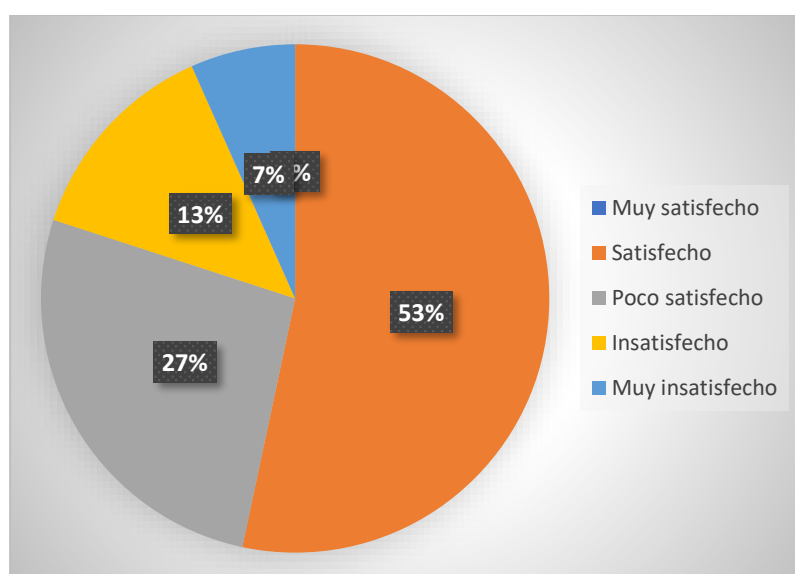
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Muy satisfecho	0	0%
Satisfecho	8	53%
Poco satisfecho	4	27%
Insatisfecho	2	13%
Muy insatisfecho	1	7%
Total	15	100%

Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Gráfico 10.

Porcentaje de la séptima pregunta.



Fuente: Encuestas aplicada.

Elaborado por: El autor.

Análisis: Se pudo determinar que el 53% de los trabajadores indicaron sentirse satisfecho con las condiciones laborales actuales en el área de ensacado y estibado, mientras que el 27% indicaron encontrarse poco satisfecho. En cambio, el 13% establecieron sentirse insatisfecho con las condiciones laborales actuales en el área de ensacado y estibado y solamente el 7% comentaron sentirse muy insatisfechos con las condiciones labores actuales.

3.2. Resultados DMAIC

Para la elaboración de esta propuesta de implementación de esta herramienta en la empresa Ecuasal, se desarrolló mediante las cinco etapas consecutivas del DMAIC. Cada elemento fue planificado y aplicada adecuadamente asegurando la recopilación de datos cruciales, analizando eficazmente los datos e implementando mejoras fundamentales. Bajo este enfoque, mediante los resultados obtenidos se pudo observar que:

A través, de la etapa “Definir” se identificó ciertos problemas donde los resultados demostraron que existen defectos en los productos de ensacado y al mismo tiempo se observó tiempos de retrasos en el estibado, esto indica problemas puntuales en esta área. Por ello, en la tabla 11 se reflejan las métricas las cuales permitieron medir a tasa de defectos y los tiempos de ciclos.

Tabla 11.

Resultado de la etapa definir.

	Métrica	Valor inicial
Ensacado	Porcentaje de defecto	7.4%
	Ciclo de tiempo	44
	Capacidad diaria	299
	Métrica	Valor inicial
Estibado	Porcentaje de defecto	5.1%
	Ciclo de tiempo	59
	Capacidad diaria	48

Fuente: Investigación aplicada.

Como se puede observar, los procedimientos de ensacados y estibados presentan una tasa de defecto notable y largos periodos de tiempo. En la tasa de defectos del proceso de

ensacado es de 7.4%, mientras que el procedimiento de estibado se presentó un 5.1%. Además, durante los tiempos ciclos se identificó 44 minutos en el proceso de ensacado y 59 minutos en el estibado.

Por otro lado, en la etapa “Medir” los resultados recolectados reflejaron las causas raíz de estos defectos donde se refleja que las falencias más recurrentes están relacionadas con mal funcionamientos de las maquinarias, la ineficiencia de capacitación de los trabajadores y los procedimientos inconsistentes.

Tabla 12.

Resultados de la etapa Medir.

	Causa inicial	Frecuencia	Porcentaje
Ensacado	Funcionamiento inadecuado de maquinaria	22	34%
	Poca capacitación	13	20%
	Procesos inconsistentes	30	46%
	Causa inicial	Frecuencia	Porcentaje
Estibado	Funcionamiento inadecuado de maquinaria	8	14%
	Poca capacitación	24	44%
	Procesos inconsistentes	24	43%

Fuente: Investigación aplicada.

Como se puede observar, en el procedimiento de ensacado, el 46% de los defectos se relacionan con los procesos inconsistentes, mientras que el mal funcionamiento de las maquinarias representa el 34% y solo el 20% la insuficiente capacitación. En cambio, en el proceso de estibado, se identificó la poca capacitación y los procesos inconsistentes son las

causas clave de estos defectos, reflejando así un porcentaje del 43%. Es importante mencionar que estos resultados demuestran que es necesario abordar estas falencias.

En la etapa “Analizar” se pudo identificar que las causas que vienen detrás de los defectos identificados en el proceso de ensacado incluían un desgastamiento de las máquinas y escasez de mantenimiento. En el proceso de estibado, se identificó que los principales problemas son el manejo incorrecto de los pallets y la poca estandarización de los procesos.

Tabla 13.

Resultados de la etapa analizar.

	Causa raíz	Frecuencia	Porcentaje
Ensacado	Equipos desgastados	13	23%
	Carencia de mantenimiento	20	35%
	Procesos inconsistentes	24	42%
	Causa raíz	Frecuencia	Porcentaje
Estibado	Manejo incorrecto	18	30%
	Poca estandarización	29	48%
	Poca capacitación	13	22%

Fuente: Investigación aplicada.

Como se puede observar en el análisis causas-raíz se refleja que en el proceso de ensacado el 42% de los problemas vienen de los procesos inconsistentes, seguido por la carencia de mantenimiento con un 35%. En cambio, en el estibado la causa principal de estos defectos es la poca estandarización la cual refleja un 48%, seguido del manejo incorrecto de los pallets con un 30%. Estos resultados indican que es fundamental mejorar el mantenimiento y la estandarización de estos procedimientos.

Por otro lado, en la fase “Mejorar” se implementó las soluciones que se identificaron en la etapa analizar. En este punto se elaboraron programas para capacitar al personal, se estandarizaron los procesos y se desarrolló mejoras continuas en las máquinas. Además, se introdujo controles eficaces para asegurar la consistencia de los procedimientos. Las mejoras establecidas incluyen actualizaciones de maquinarias, la introducción métodos preventivo y la capacitación de los trabajadores con el fin de mejorar el adecuado manejo y procesos de estandarizado.

Tabla 14.

Resultados de la etapa mejorar.

	Métrica	Valor inicial	Valor mejorado
Ensacado	Porcentaje de defecto	7.4%	3.2%
	Ciclo de tiempo	44	34
	Capacidad diaria	299	320
	Causa raíz	Frecuencia	Porcentaje
Estibado	Porcentaje de defecto	5.1%	2.6%
	Ciclo de tiempo	59	40
	Capacidad diaria	48	57

Fuente: Investigación aplicada.

Como se puede observar, en esta etapa en las mejoras implementadas tuvieron un impacto crucial en los procesos. En el procedimiento de ensacado, se refleja una reducción notoria del 7.4% al 3.2% en la tasa de defectos, mientras que el ciclo disminuyó considerablemente de 44 a 34 minutos, aumentando así la capacidad diaria de 320 sacos. En los procesos de estibado, la tasa de defecto se minimizó del 5.1% al 2.6% y el tiempo se redujo de 59 a 40 minutos, aumentando así la capacidad de 57 pallets.

Finalmente, en la etapa controlar se pudo determinar ciertos procedimientos que aportaron de forma correcta al feedback lo cual permitió identificar y solucionar los problemas encontrado de forma oportuna. Por ello, en la tabla 15 se observa cuáles han sido esas mejoras presentadas por medio de esta herramienta.

Tabla 15.

Resultados de la fase controlar.

	Métrica	Valor inicial	Valor mejorado
Ensacado	Porcentaje de defecto	3.2%	2.7 %
	Ciclo de tiempo	34	32
	Capacidad diaria	320	332
	Causa raíz	Frecuencia	Porcentaje
Estibado	Porcentaje de defecto	2.6%	2.2%
	Ciclo de tiempo	40	37
	Capacidad diaria	57	64

Fuente: Investigación aplicada.

Como se puede observar en los procesos de ensacados la tasa de defectos disminuyó un poco más al 2.7%, mientras que el ciclo de tiempo se redujo 32 minutos, logrando así una capacidad diaria a 332 sacos. En cambio, en los procesos de estibado, la tasa de defecto también disminuyó un 2.2%, el ciclo de tiempo a 37 minutos aumentando la capacidad diaria de 64 pallets. Es importante mencionar que estos hallazgos señalan la necesidad realizar controles constantes para mantener estos avances a largo plazo.

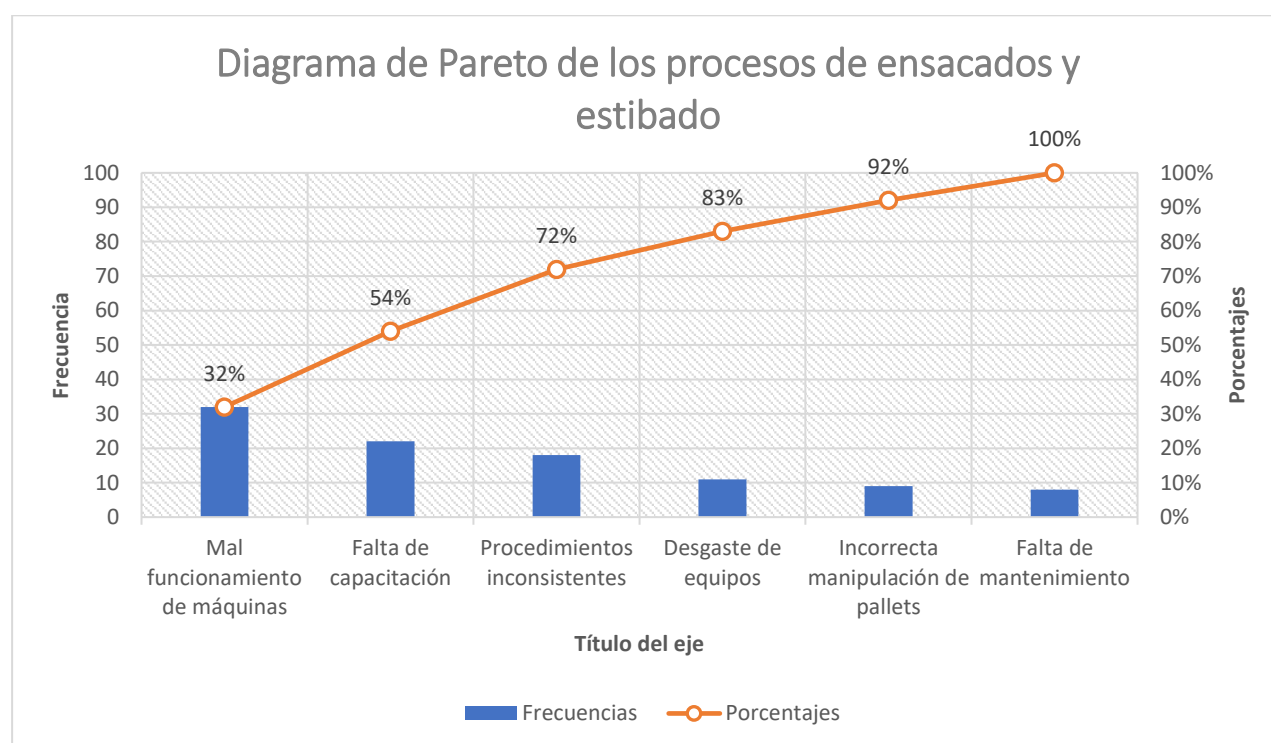
4.3. Diagrama de Pareto

Por medio de los resultados obtenidos del diagrama de Pareto, se pudo identificar que el funcionamiento inadecuado de las maquinarias es una de las causas principales más

recurrente de los defectos presentados, los cuales representan el 32% de estas falencias. Estos resultados señalan la necesidad de actualizar y conservar de forma adecuada los equipos garantizando así el funcionamiento eficaz. Sin embargo, la frecuencia alta de esta causa subraya que la gran parte de estos defectos podrían reducirse a través de programas estructurados de mantenimiento preventivo y al mismo tiempo actualizando las máquinas.

Gráfico 11.

Resultados del diagrama de Pareto.



Fuente: Investigación aplicada.

También se pudo identificar la falta de capacitación de los trabajadores en esta área es el segundo motivo clave con un 22% de los defectos presentados. Esto refleja que una proporción importante de los problemas presentados se solucionaría implementando programas de capacitación y desarrollo continuo. La capacitación de los empleados podrá minimizar notoriamente los errores, mejorando así la eficacia operativa.

Además, los procesos inconsistentes, los cuales representan el 18% de estos defectos, son otro elemento clave identificado en el diagrama. La variabilidad en estos procesos

conllevará a inconsistencia en la calidad de los productos, como a ineficiencias durante los procedimientos. Es importante mencionar que la estandarización de estos métodos es fundamental porque garantizan que los trabajadores puedan seguir los mismos lineamientos y prácticas, lo que al mismo tiempo reduciría los defectos mejorando la consistencia de los productos.

Otras causas detectadas, como los deterioros de equipos (11%), el inadecuado manejo de pallets en un (9%), y la falta de mantenimiento (8%), a pesar de que su frecuencia es menor, también influyen en los defectos totales. Es importante mencionar que la unión estas causas representan el 28% sobrante de los problemas los cuales deberán ser abordados para conseguir una mejora significativa en los procesos.

4.5. Diagrama Ishikawa

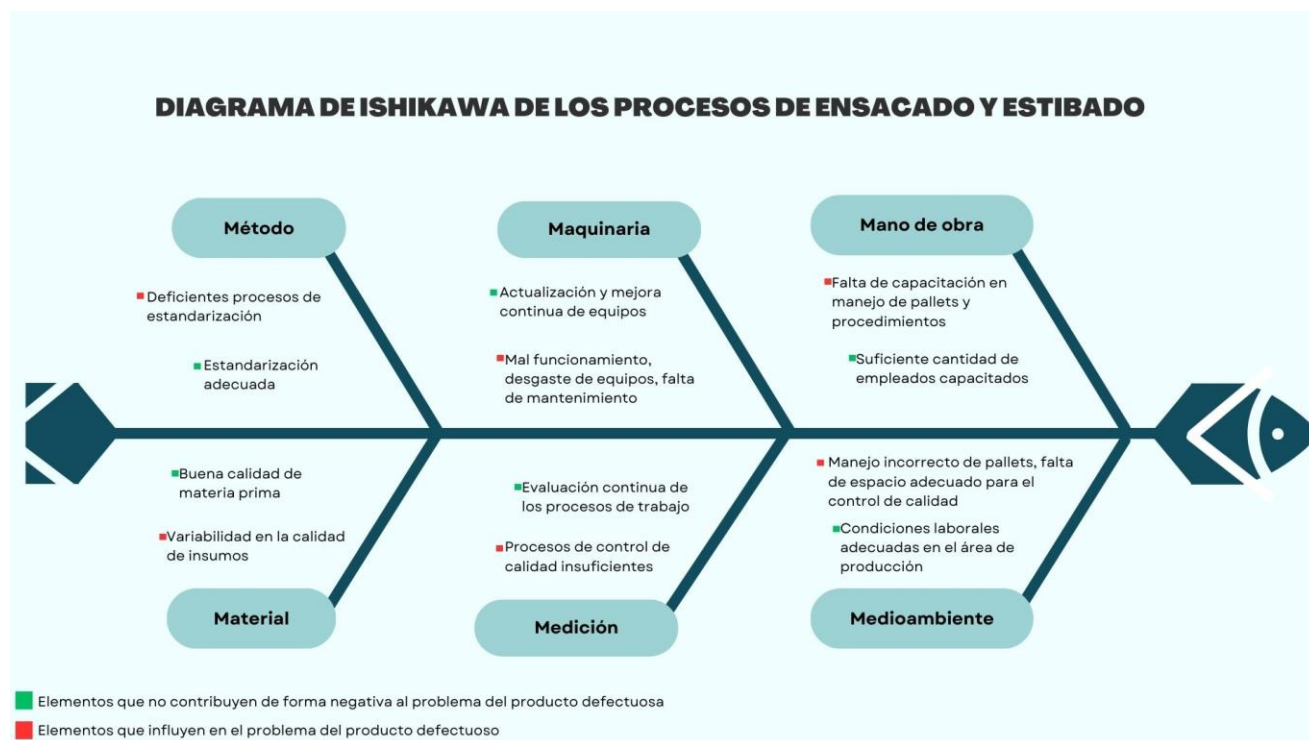
Como se observa en la figura 13, se pudo determinar que los métodos actuales en el área de ensacado y estibado presentan diferentes falencias en la estandarización, indicando una variabilidad al momento de ejecutar estos procedimientos. Sin embargo, la falta de consistencia es una causa frecuente de errores contantes, debido a que el personal no sigue un proceso homogéneo. Lo cual termina afecta la calidad de los productos finales. Además, la poca capacitación y la eficiencia de protocolos agravan estas situaciones, indicando la necesidad de establecer optimizaciones en este ámbito.

En cuanto a la maquinaria, se determinó que existe un inadecuado funcionamiento de los equipos y poco mantenimiento preventivo lo cual influye en los errores generados en los procesos de ensacado. No obstante, las maquinas desactualizadas y con muchos desgastes aumentan las posibilidades de errores operacionales, afectando así la eficacia como la calidad de los productos finales. Esto irá incrementando por la poca programación enfocado en los mantenimientos los cuales deberán estar diseñados para reducir los tiempos de inactividad,

asegurando el buen estado de las maquinarias. Por otro lado, la calidad de los insumos también es identificada como un elemento clave que contribuye de forma negativa en la producción, donde se requiere una mejor consistencia en los materiales usados.

Figura 13.

Resultados del diagrama de Ishikawa.



Fuente: Investigación aplicada.

Finalmente, por medio de este diagrama se pudo observar que es importante optimizar los métodos de capacitación de los trabajadores, porque el poco conocimiento en temas puntuales puede impactar de forma directa en la calidad de las labores realizadas, en especial en el manejo de pallets y la adecuada ejecución de procesos. Aunque la empresa cuenta con una cantidad considerable de empleados, la falta de capacitación es desafío que asegurará la calidad de los procesos de ensacado y estibado. No obstante, con la aplicación de un programa de capacitación y actualizando los equipos, se podrá mejorar gran parte de estos errores, optimizando así significativamente los resultados operativos del área de ensacado y estibado.

4.6. Propuesta

Bajo el criterio de los resultados obtenidos por cada herramienta se identificó diversos problemas críticos en los procedimientos de ensacado y estibado, los cuales si no se mejoran podrían afectar de forma significativa la calidad y eficacia de las operaciones de esta área. Para abordar estas falencias y mejorar los procesos, se propone implementar el método six sigma la cual permitirá establecer una mejora constante reduciendo así la variabilidad en los procesos. Para ello, se implementará lo siguiente:

- 1) Se reducirán los defectos de los procedimientos de ensacado y estibado, mejorando así la eficacia operacional y al mismo tiempo estandarizar los procesos. Posteriormente, se promoverá grupos multidisciplinario los cuales incluirá ingenieros de procedimientos, grupos de mantenimientos y operarios. Como metas específicas se tendrán como objetivo minimizar la tasa de defecto y disminuir los tiempos de ciclo en ambos procesos. El tiempo de aplicación de esta primera fase será de dos meses.
- 2) Se implementarán herramientas y métodos de recopilación de datos como gráficos de control o hojas de verificación con el objetivo de llevar a cabo mediciones de las tasas de defectos y tiempos, incluyendo otros factores claves. En este punto se realizará análisis de la variabilidad de los procesos vigentes para identificar elementos críticos y las causas de los problemas. Es importante mencionar que los datos obtenidos serán utilizados como una base sólida para realizar comparaciones de resultados posteriores en la implementación de mejoras. El tiempo de aplicación de esta segunda fase será durante tres meses.
- 3) Se analizará la causa raíz de los defectos usando el diagrama de Ishikawa donde se analizará las causas principales de los elementos que influyen a los problemas presentados en los procesos, como el funcionamiento inadecuado de las máquinas y la

falta de capacitación a los trabajadores. Además, se priorizarán las causas más relevantes en base al diagrama de Pareto. El tiempo de aplicación de esta segunda fase será durante tres semanas.

- 4) Se planteará un programa de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento adecuado de las maquinas reduciendo así los tiempos de inactividad. Posteriormente, se elaborará un mantenimiento correctivo para arreglar ciertos problemas existentes. Además, se implementarán programas de capacitación constantes los cual permitirá mejorar las habilidad y aptitudes de los trabajadores. El tiempo de aplicación de esta segunda fase será durante dos meses
- 5) Finalmente, se implementarán sistemas de monitoreo constante para la verificación de las mejoras implementadas con el objetivo que estas se sostengan a largo plazo. Para ello, se usarán indicadores KPI para la evaluación del desempeño de los procesos. El tiempo de aplicación de esta segunda fase será durante tres meses.

CRONOGRAMA

Actividades	Responsables	Semanas	Fecha
1. Formación del Equipo de Proyecto	Gerente	2 semana	1/5/2024
2. Definición de objetivos	Personal del proyecto	2 semana	8/5/2024
3. Recopilación de datos principales	Ingeniero del procedimiento	3 semanas	15/5/2024
4. Analizar la causa inicial	Analista	3 semanas	29/5/2024
5. Elaboración del plan de mejora	Personal del proyecto	1 semanas	13/6/2024
6. Aplicar las mejoras	Operarios	5 semanas	27/6/2024
7. Capacitar al personal	RRHH	3 semanas	24/7/2024
8. Planteamiento de controles	Personal del proyecto	1 semanas	8/8/2024
9. Evaluar y monitorear	Gerente	5 semanas	22/8/2024

PRESUPUESTO

Enfoque	Descripción	Valores
1. Formación del Equipo de Proyecto	Planificaciones	\$250
2. Recolección de Datos Iniciales	Herramientas de datos	\$320
3. Análisis de Causas Raíz	Programas de análisis	\$377
4. Desarrollo de Planes de Mejora	Materiales	\$280
5. Implementación de Mejoras	Actualización de equipos	\$200
6. Capacitación del Personal	Talleres	\$648
7. Establecimiento de Controles	Monitoreo	\$250
8. Monitoreo y Evaluación	Evaluaciones	\$110
Total		\$2,435

CONCLUSIONES

La propuesta de la metodología six sigma en los procedimientos de ensacado y estibado ayudó a identificar las causas principales de defectos encontradas en los productos. Mediante un análisis estructurado usando los diagramas de Ishikawa y Pareto, se logró plantear un plan de acción la cual aborda capacitación a los trabajadores, mantenimiento constante de los equipos y estandarización de procedimientos. Es importante mencionar que estas acciones han mostrado ser eficaces para mejorar estos procesos, reduciendo así la variación en el peso de los productos, consiguiendo una mejor eficacia en los productos finales.

La aplicación de los principios lean ayudó a la identificación y eliminación de las ineficiencias en los procedimientos de ensacado y estibado. Mediante diferentes métodos de eliminación de residuos, la optimización constante y la mejora de flujo de trabajo, se logró mejoras cruciales en la eficiencia operativa. Además, el análisis del diagrama de Pareto indicó que la inadecuada función de las máquinas y la ineficiencia de capacitaciones son las causas principales de este problema, y al abordar estos factores, se logró una disminución notable en los tiempos y un incremento en la capacidad productiva diaria.

Además, por medio del método DMAIC de six sigma se pudo elaborar sistemáticamente la variación del peso del producto. Por medio de la fase definir se identificó las causas críticas; en la etapa medir se recolectaron los datos adecuados acerca de los procesos; en la fase analizar se establecieron la causa raíz de los problemas; en la etapa mejorar se implementó las soluciones eficaces y en la etapa controlar se plantearon los mecanismos para monitorear los procesos aplicados a largo plazo. Es importante mencionar que este método garantizó la reducción de las variaciones del peso del producto, influyendo a una mejor calidad de los productos finales.

Finalmente, las medidas de control garantizaron la sostenibilidad de los niveles sigma logrados incluyen la introducción de métodos de monitoreos constante y el desarrollo de indicadores KPI. Es importante mencionar que estas medidas ayudaron a mantener las mejoras optimizadas. Además, la revisión de los procesos operativos permitió asegurar los niveles de eficiencia para mantenerse a largo plazo.

RECOMENDACIONES

- Es importante mantener y plantear un programa y método de mantenimiento preventivo que asegure al adecuado funcionamiento de las máquinas y herramientas usadas en los procesos de ensacado y estibado.
- Es fundamental la implementación de programas de capacitación constante para los trabajadores que trabajen en el área de ensacado y estibado. Es importante mencionar que la capacitación deberá enfocarse en el manejo de equipos y mejorar el manejo adecuado de las maquinarias.
- Se recomienda estandarizar todos los procesos operacionales con el fin de garantizar que continúen las prácticas uniformes en las diversas fases de los procesos. Esto permitirá a minimizar la variabilidad, asegurando consistencia adecuada en los productos finales.

Bibliografía

- Ávila, F., Matilla, M., & Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didáctica Y Educación*, 11(3), 62–79. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1503jkb.6>
- Benites, A. (2021). Lean Manufacturing Methodology to increase the production. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 2 (2), 02–05. <https://doi.org/10.47422/jstri.v2i2.14>
- Burgasí, D., Cobo, D., Pérez, K., Pilacuan, R., & Rocha, M. (2021). El Diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. *Revista Electrónica TAMBARA*, 14 (84), 1212–1230. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Camposano, E., Mañuico, R., Meneses, B., & Zarate, G. (2024). Proposal for the implementation of the DMAIC methodology as a tool to improve productivity in the manufacturing area of an organic chocolate company – 2022. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 3, 1–24. <https://doi.org/10.56294/sctconf2024646>
- Carrillo, M., Vargas, L., & Peralta, J. (2022). Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial - sector metalmecánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6 (2), 3148–3163. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2081
- Cruz, J., Meraz, L., Castiblanco, I., & Díaz, N. (2023). Diseño de una herramienta guía basada en metodologías de mejora continua aplicable a pymes del sector lácteo en países de América Latina y el Caribe. *Ingeniería y Desarrollo*, 39 (01), 86–104.

<https://doi.org/10.14482/inde.39.1.658.4>

Enciso, Z. (2020). Mejora del cumplimiento de fechas programadas en servicios de calibración aplicando Seis Sigma. *Industrial Data*, 23 (1), 143–164.

<https://doi.org/10.15381/idata.v23i1.16666>

Fontalvo, T., Díaz, L., & Segura, E. (2020). Valoración de la calidad del servicio Seis Sigma en el sector turístico. *Desarrollo Gerencial*, 12 (2), 1–18.

<https://doi.org/10.17081/dege.12.2.3686>

Gándara, F. (2020). Herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar. *Conciencia Tecnológica*, 48, 17–24.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94432996003>

García, R., Juárez, S., Guevara, I., & García, J. (2021). Dmaic – Six Sigma. *Revista Relayn - Micro y Pequeñas Empresas En Latinoamérica*, 5 (3), 164–190.

<https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>

Gil, A., Hinojosa, S., & Aranda, J. (2023). Lean Manufacturing. Su impacto en la productividad en una empresa de lácteos. *Religación Press*, 1–132.

<https://press.religacion.com/index.php/press/catalog/book/32>

Herrera, J., Duran, J., & Gaspar, H. (2022). Análisis Bibliométrico: Herramientas Lean Manufacturing. *Prospectiva*, 20 (2), 90–104. <https://doi.org/10.15665/rp.v20i2.2903>

Marín, A., Valenzuela, M., Cuamea, G., & Brau, A. (2023). Aplicación de la metodología Lean Six Sigma para disminuir desperdicios en una unidad de fabricación de paneles modulares de poliestireno. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24 (1), 1–12.

<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.007>

- Martínez, A. (2021). Implementation of Lean Manufacturing through the Reconstruction of its Trajectory: An Experience of an Auto Parts Company in Mexico Implementación de la Manufactura Esbelta a través de la reconstrucción de su trayectoria: la experiencia de una empresa aut. *Análisis Económico*, XXXVI (33), 99–118. <https://press.religacion.com/index.php/press/catalog/book/32>
- Mora, J., Caraguay, M., Romero, W., & Mora, N. (2023). Aplicación Lean Manufacturing en empresas Paletas de la Provincia de “El Oro.” *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4-1), 553–566. https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/1290
- Morales, N., Carrillo, M. S., & Castillo, B. (2020). Propuesta metodológica en la implementación del enfoque itls para la contribución a la calidad y a la mejora continua. *SIGNOS - Investigación En Sistemas de Gestión*, 12 (2), 111–123. <https://doi.org/10.15332/24631140.5940>
- Moreno, J., Espinoza, I., & López, M. (2022). Lo cuantitativo y cualitativo como sustento metodológico en la investigación educativa: un análisis epistemológico. *Revista Humanidades*, 12 (2), e51418. <https://doi.org/10.15517/h.v12i2.51418>
- Muñoz, J., Balón, I., Reyes, F., & Muyulema, J. (2022). Manufactura esbelta para eliminación de desperdicios en PyMEs: Una revisión sistemática de la literatura. *593 Digital Publisher CEIT*, 7 (4-2), 483–495. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1279>
- Ortiz, J., Salas, J., Huayanay, L., Manrique, R., & Sobrado, E. (2022). «Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antifiama de Lima - Perú». *Industrial Data*, 25 (1), 103–135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81672183005>
- Ortiz, M., Mero, E., Marcillo, K., & Sánchez, J. (2021). ANÁLISIS DE UNA

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE SOFTWARE DE LA ASOCIACIÓN 8 DE SEPTIEMBRE. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 5 (1), 145–154.

Pimienta, L., & Vargas, E. (2023). Lean Six Sigma como herramienta de apoyo en la logística empresarial. Una Revisión Sistemática de la Literatura. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 5 (2), 50–61. <https://doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.05>

Ramírez, F., López, V., Hernández, S., & Morejón, M. (2021). Lean Six Sigma E Industria 4.0, Una Revisión Desde La Administración De Operaciones Para La Mejora Continua De Las Organizaciones. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria.*, 5 (4), 151–168. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v5.n4.2021.584>

Rodriguez, B., Chávez, S., Ulloa, S., & Benites, R. (2022). Diagnóstico mediante la gestión por procesos del Consorcio Ferretero Cielo Azul SAC, 2020. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 23 (4), 1–18. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2022.23.4.030>

Ticona, H. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma para mejorar el subproceso de reparación de averías en enlaces de comunicaciones. *Industrial Data*, 25 (1), 205–228. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.22194>

Torres, F., & Hernández, S. (2022). Revisión sistemática de la aplicación de gestión del conocimiento y Six Sigma en instituciones de educación superior. *Vinculatégica EFAN*, 8 (2), 80–93. <https://doi.org/10.29105/vtga8.2-244>

Torres, R. (2023). Casos de éxito de Lean Manufacturing en PYMES: Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación Científica Huamachuco*, 1 (1), 47–59. <https://doi.org/10.61709/huamachuco.v1i1.6>

Varela, J., López, A., Franco, A., & García, B. (2023). Aplicación de la metodología DMAIC

para mejorar el proceso de fabricación de reguladores en la industria automotriz. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (1), 3885–3902.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4699

ANEXOS

Anexo 1. Preguntas de las encuestas.

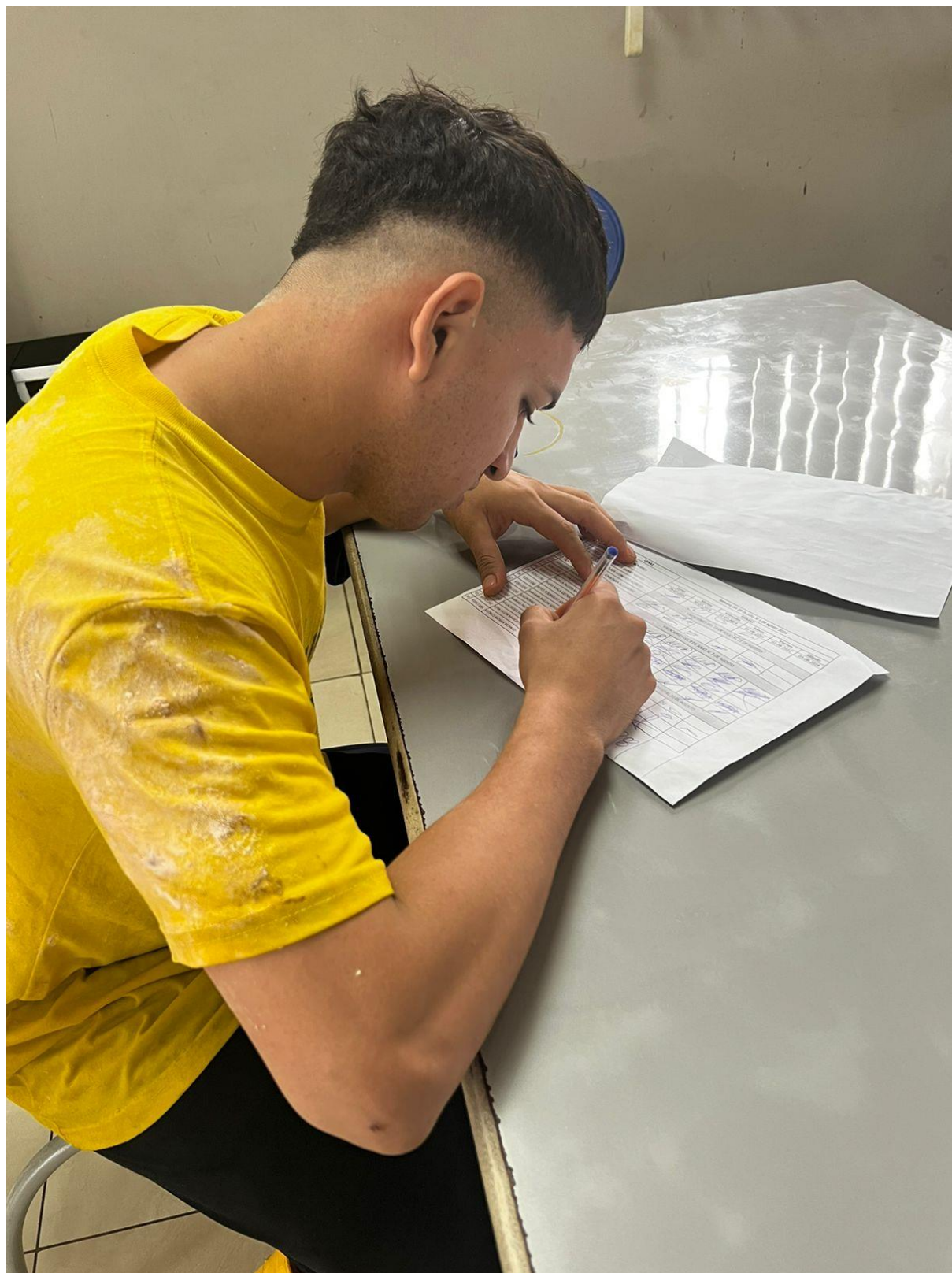
- 1.- ¿Usted tiene conocimiento sobre la metodología six sigma?
- 2.- ¿Considera usted que la implementación del método six sigma podrá mejorar los procesos de ensacado y estibado?
- 3.- Según su opinión, ¿Qué tan efectivo considera usted que son los métodos actuales para reducir los defectos en el área de ensacado y estibado?
- 4.- ¿En qué medida cree usted que la implementación del método six sigma podría mejorar los procesos del área de ensacado y estibado?
- 5.- ¿Cuáles considera usted que son los factores causantes de los defectos presentados en los procesos de ensacado y estibado?
- 6.- ¿De acuerdo con su criterio, que tan frecuente se elaboran capacitaciones acerca de las mejoras de los procesos del área de ensacado y estibado?
- 7.- ¿De acuerdo con su criterio, qué tipo de soporte recibe del equipo directivo para optimizar los procesos en el área de ensacado y estibado?
- 8.- ¿Considera usted que los tiempos de respuesta a los problemas y falencia en los procedimientos de ensacado y estibado son adecuado?
- 9.- ¿Cuál es la perspectiva que usted tiene acerca de la carga laboral vigente en el área de ensacado y estibado?
- 10.- ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con las condiciones laborales en el área de ensacado y estibado?

Anexo 2. Fotos de las encuestas realizadas.









Anexo 3. Tabulación del diagrama de Pareto

Causa Principal	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Mal funcionamiento de máquinas	32	32%	32%
Falta de capacitación	22	22%	54%
Procedimientos inconsistentes	18	18%	72%
Desgaste de equipos	11	11%	83%
Incorrecta manipulación de pallets	9	9%	92%
Falta de mantenimiento	8	8%	100%
Total	100	100%	