



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABÍ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y
ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA
PARA REDUCIR EL NUMERO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS
EN LA EMPRESA PUERTO MAR S.A. DE LA CIUDAD DE
MANTA”**

Autor:

Morales Carreño Humberto Alejandro

Tutor de Titulación:

Ing. Indacochea Vásquez Angélica María

Manta - Manabí - Ecuador

2025

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y

ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“Implementación de la metodología Six Sigma para reducir el número de productos defectuosos en la empresa Puerto Mar S.A. de la ciudad de Manta”

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Morales Carreño Humberto Alejandro**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"Implementación de la metodología Six Sigma para la reducción de números de productos defectuosos en la empresa Puerto Mar S.A. de la ciudad de Manta"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

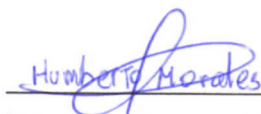


Ing. Angélica María Indacochea V, Mg.

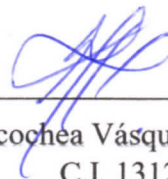
TUTOR DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Morales Carreño Humberto Alejandro, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **“Implementación de la metodología Six Sigma para la reducción de números de productos defectuosos en la empresa Puerto Mar S.A. de la ciudad de Manta.”** Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la tutora, Ing. Angélica María Indacochea Vásquez y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Morales Carreño Humberto Alejandro
C.I. 131566319-3



Ing. Indacochea Vásquez Angélica María Mg.
C.I. 131217664-5

Dedicatoria

Quiero dedicarle en primer lugar a Dios por darme las fuerzas de seguir adelante en mis objetivos propuestos que me ayuda a seguir adelante. A mi madre que me ha ayudado cuando siempre lo he necesitado que haya sido un motor en mi vida para seguir dándolo, todo a mi hermana y hermano que siempre han estado brindándome su apoyo en todo momento por la cual han sido inspiración para seguir. A mi novia por siempre estar en todo momento aconsejándome y dándome de su apoyo mutuo que no me a dejado caer en nada que siempre a sido el motivo de seguir con muchas fuerzas en todas mis metas

También a cada uno de mis familiares que se han preocupado por mi para seguir hacia delante con sus palabras de aliento y motivándome de una gran manera.

Y por último a mis amigos que en mis peores momentos me brindaron su apoyo cuando la necesité por brindarme cada una de sus sabidurías y sus alientos para seguir motivándome a seguir por buen camino de sabiduría.

Reconocimiento

Le agradezco a mi tutora la Ingeniera Angélica Indacochea quien siempre estuvo guiándome en mi proyecto para moldear cada una de mis ideas y datos recopilados en esta investigación por su tiempo y dedicación que me ha brindado a sus momentos para aclarar todas mis dudas y la gran atención que tuvo con cada una de sus sabidurías sin ella no hubiera llegado a estas instancias.

Agradezco a la empresa Puerto Mar S.A. por brindarme su apoyo al abrirme sus puertas y poder llevar a cabo este presente proyecto de investigación al tener acceso a datos y poder brindar las mejoras para la empresa.

Índice de contenido

Certificación del Tutor.....	iii
Declaración de Autoría de Tesis	iv
Dedicatoria	v
Reconocimiento.....	vi
Índice de contenido	vii
Índice De Figura	xi
Índice de Tabla.....	xii
Índice de Ecuación	xiii
Resumen Ejecutivo	xiv
Executive Summary.....	xv
Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	3
Formulación del problema	5
Preguntas directrices	5
Objetivos	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Justificación.....	7
1 Capítulo I.....	9
Fundamentación Teórica.....	9
1.1 Antecedentes Investigativos.....	9
1.2 Bases Teóricas	11
1.2.1 Metodología Six Sigma	12
1.2.2 Gestión de la Calidad.....	19
1.2.3 Procesos Productivos en el Área de Enlatado.	21

1.2.4	Identificación y Reducción de Defectos	24
1.2.5	Capacitación y Cultura Organizacional	29
1.3	Marco Legal y Ambiental.....	32
1.3.1	Constitución de la República del Ecuador (2008)	32
1.3.2	Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones (COPCI)	32
1.3.3	Ley Orgánica de Defensas del Consumidor (2000)	32
1.3.4	Reglamento Sanitario de Alimentos (ARCSA Acuerdo Ministerial 067 - 2020).....	32
1.3.5	Normas Técnicas INEN.....	33
1.3.6	Codex Alimentarius.....	33
1.3.7	Norma ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestión de la Calidad	33
1.4	Operacionalización de las variables.....	34
1.5	Marco Metodológico.....	36
1.5.1	Modalidad básica de la investigación.....	36
1.5.2	Enfoque de la investigación	37
1.5.3	Nivel de la investigación.....	37
1.5.4	Población de Estudios.....	38
1.5.5	Tamaño de la muestra	38
1.5.6	Técnicas de recolección de datos	40
2.	Capítulo II.....	42
2.1	Descripción de la empresa.....	42
2.2	Tipos de productos.....	43
2.3	Misión.....	43
2.4	Visión	43
2.5	Cadena de valor.....	43

2.6	Política	44
2.7	Diagrama de flujo de proceso	45
2.8	Descripción del proceso	45
2.8.1	Recepción de la materia prima (pescado fresco).....	45
2.8.2	Inspección y control de calidad inicial	46
2.8.3	Limpieza y eviscerado del pescado	46
2.8.4	Corte y selección según el tipo de producto	46
2.8.5	Cocción del pescado.....	46
2.8.6	Enfriamiento del producto cocido	46
2.8.7	Enlatado (colocación del pescado en las latas)	46
2.8.8	Adición de líquidos de cobertura (aceite salmuera o salsas) 47	
2.8.9	Sellado hermético de las latas	47
2.8.10	Esterilización en autoclaves.....	47
2.8.11	Enfriamiento Post-Esterilización	47
2.8.12	Inspección de control de calidad final	47
2.8.13	Empaque y embalaje	48
2.8.14	Almacenamiento en bodega de producto terminado.....	48
2.8.15	Despacho y distribución	48
2.9	Identificador del área y sus variables	48
3.	Capítulo III.....	51
	Resultados y propuesta de mejora	51
3.1	Análisis de los resultados de la encuesta	51
3.2	Análisis de los resultados.....	72
3.3	Propuesta de mejora.....	74
3.3.1	Fase I: DEFINIR.....	74
3.3.2	Diagrama SIPOC (Mapa de Alto Nivel)	75

3.3.3 Fase II: Medir	76
3.3.4 Fase III ANÁLIZAR.....	79
3.3.5 Fase IV: MEJORAR	82
3.3.6 Fase V: CONTROLAR	85
3.4 Análisis de las propuestas.....	87
4. Capítulo IV	88
Conclusión y Recomendación	88
4.1 Conclusiones.....	88
4.2 Recomendaciones	90
5. Bibliografía	92
Anexos	100

Índice De Figura

Ilustración 1 <i>Implementación de la metodología Six Sigma</i>	12
Ilustración 2 <i>Ciclo DMAIC</i>	15
Ilustración 3 <i>Las 7 herramientas de la calidad</i>	18
Ilustración 4 <i>Norma ISO</i>	21
Ilustración 5 <i>Procesos Productivos</i>	24
Ilustración 6 <i>Identificación de producto defectuoso</i>	28
Ilustración 7 <i>Capacitación y Cultura Organizacional</i>	31
Ilustración 8 <i>Logo Tipo de la Empresa</i>	42
Ilustración 9 <i>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE PUERTOMAR S.A.</i>	45
Ilustración 10 <i>Identificación de las causas de los productos defectuosos</i>	51
Ilustración 11 <i>Forma Estructurada al iniciar mejoras</i>	53
Ilustración 12 <i>Herramientas adecuadas al diagnosticar problemas en el proceso</i>	54
Ilustración 13 <i>Indicadores al medir el rendimiento del proceso</i>	56
Ilustración 14 <i>Recopilación de datos al evaluar la calidad</i>	57
Ilustración 15 <i>Herramientas estadísticas básicas al evaluar desempeño del operario</i>	59
Ilustración 16 <i>Identificación a raíz de los defectos</i>	60
Ilustración 17 <i>Análisis del problema con el personal</i>	62
Ilustración 18 <i>Aplicación de técnicas adecuadas</i>	63
Ilustración 19 <i>Análisis previo al proceso</i>	65
Ilustración 20 <i>Acción al implementar mejoras a la calidad</i>	66
Ilustración 21 <i>Condiciones operativa del proceso</i>	67
Ilustración 22 <i>Proceso de monitoreo al prevenir defectos</i>	69
Ilustración 23 <i>Controles operativos para mantener la calidad</i>	70
Ilustración 24 <i>Personal de Capacitación para mejoras</i>	71
Ilustración 25 <i>Coeficiente de Correlación de Pearson Velocidad de Cerradora vs Defectos</i>	81
Ilustración 26 <i>Latas mal selladas</i>	100

Ilustración 27 <i>Latas en mal estado de sellado</i>	100
Ilustración 28 <i>Latas en mal estado</i>	101
Ilustración 29 <i>Latas no sellada bien</i>	101
Ilustración 30 <i>Lata con fuga de cierre</i>	102
Ilustración 31 <i>Lata hinchada (Abolladura)</i>	102
Ilustración 32 <i>Inspección Manual de Productos No Conforme</i>	103

Índice de Tabla

Tabla 1 <i>Operacionalización de las variables</i>	34
Tabla 2 <i>Ficha Técnica de Indicador</i>	49
Tabla 3 <i>Identificación de las causas de los productos defectuosos</i>	51
Tabla 4 <i>Forma Estructurada al iniciar mejoras</i>	52
Tabla 5 <i>Herramientas adecuadas al diagnosticar problemas en el proceso</i>	54
Tabla 6 <i>Indicadores al medir el rendimiento del proceso</i>	55
Tabla 7 <i>Recopilación de datos al evaluar la calidad</i>	57
Tabla 8 <i>Herramientas estadísticas básicas al evaluar desempeño del operario</i>	58
Tabla 9 <i>Identificación a raíz de los defectos</i>	60
Tabla 10 <i>Análisis del problema con el personal</i>	61
Tabla 11 <i>Aplicación de técnicas adecuadas</i>	63
Tabla 12 <i>Análisis previo al proceso</i>	64
Tabla 13 <i>Acción al implementar mejoras a la calidad</i>	66
Tabla 14 <i>Condiciones operativa del proceso</i>	67
Tabla 15 <i>Proceso de monitoreo al prevenir defectos</i>	68
Tabla 16 <i>Controles operativos para mantener la calidad</i>	70
Tabla 17 <i>Personal de Capacitación para mejoras</i>	71
Tabla 18 <i>Mejora del Proceso de Sellado en la Línea de Enlatado para Reducción de Defectos</i>	74

Tabla 19 <i>Diagrama SIPOC del Proceso de Enlatado en la Empresa Puerto Mar S.A.</i>	75
Tabla 20 <i>Frecuencia de Defectos en la línea de enlatado</i>	76
Tabla 21 <i>Resumen de Datos para ANOVA (Defectos por Turno)</i>	80
Tabla 22 <i>Análisis de Varianza (Resultados)</i>	80
Tabla 23 <i>Proyecto de Mejora Simulación</i>	85
Tabla 24 <i>Plan del Control para el Proceso de Doble Cierre</i>	85

Índice de Ecuación

Ecuación 1 <i>Tamaño de la muestra</i>	39
Ecuación 2 <i>Tamaño de la muestra sustituida</i>	39
Ecuación 3 <i>Tamaño de la muestra con resultados de cada uno de los valores</i>	39
Ecuación 4 <i>Número de Operarios del tamaño de la muestra</i>	39
Ecuación 5 <i>Capacidad Potencia</i>	77
Ecuación 6 <i>Resultado de la Capacidad Potencial (Cp)</i>	78
Ecuación 7 <i>Capacidad Real Cpk</i>	78
Ecuación 8 <i>Límite Superior (Cpu)</i>	78
Ecuación 9 <i>Límite Inferior (Cpl)</i>	78
Ecuación 10 <i>Resultado Final de Capacidad Real (Cpk)</i>	78
Ecuación 11 <i>Ecuación de Regresión</i>	82
Ecuación 12 <i>Ecuación de Regresión Cálculo del Punto Óptimo</i>	83
Ecuación 13 <i>Despeje Matemático de la Ecuación</i>	83
Ecuación 14 <i>Resultado de la Ecuación de Regresión</i>	83

Resumen Ejecutivo

La presente investigación tiene como objetivo reducir el número de productos defectuosos en la empresa Puerto Mar S.A. ubicada en la ciudad de Manta, mediante la implementación de la metodología Six Sigma en el área de enlatado. La problemática indicada fue una gestión de calidad empírica y reactiva con una tasa de defectos inicial del 4.8% concentrada principalmente en las fallas de doble cierre lo que generaba pérdidas económicas y reproceso. Para este estudio se empleó una metodología cuantitativa la cual es basada en el ciclo de mejora continua DMAIC la cual como sus siglas nos dice (Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar). Donde el diagnóstico inicial reveló que el proceso era críticamente deficiente de cumplir con las especificaciones lo que se confirmó con un índice Cpk de apenas un 0.21. Tras ser analizado estadísticamente la cual esta incluyó pruebas por el ANOVA y una fuerte correlación de Pearson donde tenemos ($r=0.88$) también se identificó que el origen del problema consistía en dos factores principales: la velocidad excesiva de la cerradora y la falta de un procedimiento estandarizado para los ajustes mecánicos. Para corregir esto se definió y a la vez se estableció una velocidad operativa óptima de 235 CPM (ciclos por minutos). Además, se introdujeron dispositivos a prueba de error como (Poka – Yoke) para así de esta manera garantizar el ajuste correcto de los rodillos donde también se implementó un sistema de monitoreo continuo mediante Gráficos de Control $\bar{X} - R$. Como resultado de estas intervenciones se proyecta una reducción significativa de los defectos hasta un 1.2% donde también una mejora del desempeño del proceso a un Nivel Sigma de 3.75. El estudio concluye que la aplicación sistemática del control estadístico de procesos es fundamental para asegurar la eficiencia operativa y de esta manera mantener la calidad de forma sostenible.

Palabras clave: Six Sigma, DMAIC, Productos defectuosos, Control de Calidad, Eficiencia operativa.

Executive Summary

This research aims to reduce the number of defective products at Puerto Mar S.A. located in the city of Manta by implementing the Six Sigma methodology in the canning area. The identified problem was an empirical and reactive quality management system with an initial defect rate of 4.8% concentrated mainly on double seam faults which generated economic losses and rework. The methodology applied was quantitative utilizing the continuous improvement tool DMAIC (Define Measure Analyze Improve and Control). During the diagnostic phase the process capability was calculated obtaining a critical Cpk index of 0.21 evidencing that the machinery did not meet technical specifications. Through statistical analyses such as ANOVA and Pearson Correlation ($r=0.88$) it was determined that excess speed in the seamer machine and lack of mechanical standardization were the root causes of variability. As a solution an optimal operating speed of 235 CPM was established Poka – Yoke devices for roller adjustment were implemented and a monitoring system using X – R Control Charts was designed. The results of the proposal project a decrease in defects to 1.2% and an increase in the Sigma Level to 3.75 concluding that statistical process control is indispensable to guarantee operational efficiency and the sustainability of quality.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Defective products, Quality Control, Operational efficiency.

Introducción

En el competitivo escenario global del sector alimentario la calidad ha trascendido de ser un valor agregado a convertirse en un requisito indispensable para garantizar la sostenibilidad y posicionamiento de las organizaciones en el mercado. Este imperativo resulta especialmente crítico para la industria procesadora de productos del mar donde la eficiencia operativa y la rigurosa minimización de defectos son mandatorios no solo para asegurar la rentabilidad sino para garantizar la inocuidad alimentaria. Bajo este contexto la empresa Puerto Mar S.A. ubicada en la ciudad de Manta y dedicada al procesamiento de atún en conserva enfrenta desafíos significativos relacionados con la variabilidad en su línea de enlatado detectándose una frecuencia de productos no conformes que impacta directamente en sus costos de no calidad.

Para resolver esta situación se optó por emplear la metodología Six Sigma. Este enfoque de gestión se centra en reducir considerablemente los errores y la variabilidad en los procesos utilizando herramientas de control estadísticos. Su ciclo estructurado conocido como DMAIC (por sus siglas en inglés: Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar) ha demostrado ser altamente efectivo en industrias de todo el mundo incluyendo la de los alimentos envasados como lo señalan estudios recientes (Antony Kumar y Madu 2023). De igual forma expertos como Chiarini (2020) destacan que la metodología Six Sigma permite a las empresas mejorar su rendimiento operativo mediante la estandarización de procedimientos y decisiones fundamentadas en datos.

Sin embargo a pesar de su éxito global la implementación de esta metodología en el sector industrial ecuatoriano sigue siendo reducida. Este desfase en su aplicación refuerza la pertinencia y el valor de la presente investigación la cual busca implementar y aplicar estos principios a la realidad específica de la empresa **Puerto Mar S.A.** con el fin de mejorar sus procesos operativos.

En virtud de lo expuesto el objetivo fundamental de este estudio es determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma contribuye a la

reducción de los productos defectuosos en el área de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y correlacional con un diseño no experimental. Para el levantamiento de información se utilizó técnica de la encuesta aplicada a una muestra representativa de **80 operarios** en la empresa una vez completada el análisis estadístico de datos de producción lo que permitió identificar las causas raíz de las fallas y fundamentar las acciones correctivas.

El presente trabajo de titulación se organiza en cuatro capítulos fundamentales estructurados de la siguiente manera:

Tenemos el **Capítulo I** establece las bases de la investigación. Aquí se presenta la fundamentación teórica los antecedentes más relevantes de la presente tesis las bases conceptuales sobre Six Sigma el marco legal aplicable y por último el marco metodológico la cual incluye el diseño del estudio la definición de la población y las técnicas de recolección de datos que han sido empleadas.

Sobre el **Capítulo II** esta se describe en estudio como es la empresa **Puerto Mar S.A.** detallando su misión visión portafolio de productos y el contexto operativo en el que se desarrolla cada una de sus actividades para comprender su entorno y sus necesidades específicas.

En el **Capítulo III** la cual constituye como la parte principal del trabajo. En él se exponen los resultados del diagnóstico de la situación actual y se desarrolla la propuesta de mejora mediante la aplicación concreta de la metodología DMAIC detallando cada una de sus fases.

Y por último tenemos el **Capítulo IV** donde reúne las conclusiones derivadas del análisis y la implementación así como las recomendaciones finales dirigidas a la empresa con el propósito de guiar la sostenibilidad de las mejoras y futuras líneas de acción.

Planteamiento del problema

Nivel Macro

En la actualidad la industria alimentaria global opera bajo un esquema de competitividad extrema donde la calidad no es una opción sino un requisito imperativo para la supervivencia comercial. Las organizaciones enfrentan la presión constante de cumplir con normativas internacionales de inocuidad (como ISO 22000 o IFS) y satisfacer a consumidores cada vez más exigentes. En este contexto el principal enemigo de la rentabilidad es la variabilidad en los procesos productivos lo cual deriva en productos defectuosos que comprometen la seguridad alimentaria y elevan exponencialmente los costos por desperdicios y reprocesos.

Ante este escenario metodologías de mejora continua como la de Six Sigma han demostrado ser un modelo para alcanzar la excelencia operativa. Autores como Antony Kumar y Madu (2023) destacan que el uso de herramientas estadísticas en la manufactura es clave para reducir la variabilidad no deseada y asegurar una calidad consistente en los productos. No obstante aunque sus ventajas están ampliamente documentadas numerosas empresas del sector todavía enfrentan dificultades para evolucionar desde un enfoque tradicional de control de calidad basado en la inspección final hacia un sistema preventivo que anticipe los problemas. Esta resistencia limita significativamente su agilidad y capacidad de ajuste ante los cambios y demandas del mercado.

Nivel Meso

La ciudad de Manta es el corazón de la industria atunera ecuatoriana un motor clave para el desarrollo económico local y nacional. En este dinámico puerto la empresa Puerto Mar S.A. se ha posicionado como un actor fundamental en el procesamiento de productos del mar.

Sin embargo esta empresa se encuentra ante un reto operativo interno que limita su potencial. A pesar de operar con tecnología moderna sus líneas de producción enfrentan ineficiencias. La gestión en planta donde aún se basa en gran medida en métodos empíricos y carece de procedimientos estandarizados

y rigurosos. Esta situación ha tenido un impacto directo y negativo traduciéndose en un aumento constante del desperdicio de materiales y en mayores costos asociados a la falta de calidad.

La problemática en la empresa Puerto Mar S.A. no radica en la capacidad de producción sino en la **incapacidad de controlar la variabilidad** de sus procesos. La ausencia de una cultura de mejora continua basada en datos como lo señala Cabrera (2024) al referirse a la industria local impide que la organización ataque las causas raíz de sus problemas limitándose a aplicar correcciones temporales (apaga – fuegos) que no garantizan la sostenibilidad operativa ni la competitividad financiera a largo plazo.

Nivel Micro

Al nivel operativo la situación crítica se focaliza en el área de enlatado específicamente en la etapa de cierre y sellado de los envases. Se han detectado fallas recurrentes relacionadas con efectos de doble cierre abolladuras y variaciones de peso las cuales son síntomas directos de un proceso que se encuentra fuera de control estadístico. Las causas subyacentes identificadas preliminarmente influyen la falta de calibración precisa de la maquinaria (rodillos y mandriles) la operación a velocidades no estandarizadas y la carencia de un mantenimiento preventivo riguroso.

Esta situación se agrava debido a que el personal operativo carece de herramientas técnicas para el monitoreo en tiempo real lo que provoca que los defectos se detecten únicamente al final de la línea cuando el costo del error ya es irreversible. La persistencia de esta “gestión a ciegas” sin el soporte de indicadores estadísticos ni procedimientos estandarizados justifica la necesidad imperiosa de implementar la metodología Six Sigma y su herramienta DMAIC. Si la situación actual mantiene sin una intervención técnica especializada es previsible que la línea de enlatado siga generando pérdidas económicas considerables para la empresa. Más allá del costo financiero esta ineficiencia representa un riesgo latente para la inocuidad del producto final comprometiendo la seguridad del consumidor y la reputación de la marca.

Formulación del problema

¿Cómo puede la implementación de la metodología SIX SIGMA contribuir a la reducción del número de productos defectuosos en el área de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. mejorando la calidad de los procesos productivos y favoreciendo la eficiencia operativa?

Preguntas directrices

- ¿Cuál es el estado actual de proceso de producción del área de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. y cuáles son las principales causas que generan productos defectuosos?
- ¿Cómo puede aplicarse la metodología SIX SIGMA a través de la herramienta DMAIC para analizar críticamente el proceso productivo del área de enlatado en la empresa Puerto Mar S.A.?
- ¿Cómo poder establecer una herramienta de control y monitoreo de calidad con indicadores específicos para poder evaluar de manera objetiva y continua de los cambios en el área de enlatado en la empresa Puerto Mar S.A.?

Objetivos

Objetivo General

Reducir el número de productos defectuosos en la empresa Puerto Mar S.A. con la metodología SIX SIGMA para el mejoramiento de la calidad de los procesos productivos en el área de enlatado contribuyendo así a la eficiencia operativa.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso actual de producción del área enlatado en la empresa Puerto Mar S.A. para la identificación de las principales causas de productos defectuosos.
- Aplicar la metodología SIX SIGMA utilizando la herramienta DMAIC (Definición Medir Analizar Mejorar y Controlar) para el planteamiento crítico del área de proceso productivo de enlatado.
- Establecer una herramienta de control y monitoreo de calidad con indicadores específicos para poder evaluar de manera objetiva y continua el impacto de los cambios en el área de enlatado en la empresa Puerto Mar S.A.

Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad imperiosa de invertir técnicamente en el proceso productivo de la empresa de Puerto Mar S.A. ubicada en la ciudad de Manta donde se ha detectado una problemática crítica relacionada con el elevado del índice de productos defectuosos en el área de enlatado. Esta situación trasciende lo meramente operativo pues genera un impacto económico directo a través de los costos de no calidad tales como el desperdicio de materia prima (hojalatas y atún) el incremento de horas – hombre por reprocesos y el riesgo latente de devoluciones. Por tanto el estudio busca subsanar estas ineficiencias para optimizar la cadena de valor y asegurar la conformidad del producto final.

La importancia de este proyecto se entiende mejor al mirar el entorno real en la que opera la empresa: un mercado global muy competitivo y con regulaciones de seguridad alimentaria cada vez más exigentes. En este escenario el problema persiste con el sellado de las latas va más allá de una simple pérdida económica; la cual representa un riesgo directo para la seguridad del producto final por ende para la confianza que los consumidores tienen en la marca.

Por esta razón al implementar un enfoque como la metodología Six Sigma deja de ser una alternativa más y se convierte en un paso necesario. Se trata de dejar atrás la costumbre de solo apagar incendios (gestión reactiva) para empezar a prevenirlos (gestión preventiva). El objetivo es claro: usar datos y análisis estadísticos para identificar y atacar la verdadera causa de los fallos reemplazando la dependencia de la intuición por decisiones fundamentadas y sostenibles.

Desde una perspectiva práctica este proyecto es totalmente viable. La gerencia de la empresa Puerto Mar S.A. ha demostrado un compromiso claro abriendo las puertas de la planta y facilitando el acceso a los datos históricos y al conocimiento de su equipo. Esto es un pilar fundamental para el éxito. Donde la metodología que se empleará es el ciclo DMAIC (Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar) encaja de forma natural con la dinámica de una planta

industrial. Su estructura paso a paso permitirá llevar a cabo un diagnóstico profundo y aplicar mejoras de manera ordenada y segura sin necesidad de detener la producción diaria.

En el ámbito social los beneficiarios directos son los colaboradores del área operativa quienes al trabajar bajo procesos estandarizados y controlados experimentarán una reducción en la carga laboral derivada de corregir errores mejorando así el clima organizacional y su seguridad industrial. Externamente el beneficio se traslada al consumidor final garantizándole un producto inocuo y de calidad superior; así mismo se contribuye al desarrollo socioeconómico de Manta al fortalecer la competitividad de una empresa que es fuente clave de empleo en la región.

Por su enfoque metodológico este trabajo busca hacer un aporte concreto al demostrar que herramientas estadísticas avanzadas pueden aplicarse con éxito en la agroindustria local. Más allá de la teoría el estudio muestra con datos reales como técnicas como el control estadístico de procesos y el diseño de experimentos pueden resolver problemas específicos en la industria atunera como los que enfrentan en la empresa Puerto Mar S.A.

A nivel personal el desarrollo de esta tesis representa para el autor una oportunidad valiosa para aplicar y consolidar su formación en sistemas de mejora continua y gestión de calidad. El reto de diagnosticar un problema real en la industria y traducir ese análisis en una propuesta técnica viable no solo fortalece competencias profesionales muy apreciadas en el ámbito laboral sino que también otorga una profunda satisfacción práctica.

1 Capítulo I

Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

La revisión del estado del arte permite identificar estudios previos que fundamentan la aplicación de metodologías de mejora continua en la industria conservera. A continuación se detallan las investigaciones más relevantes que sirven de base para el presente estudio.

Dentro del panorama internacional un caso de estudio relevante tuvo lugar en la industria pesquera de Chimbote Perú. Ayala y Jara (2021) trabajaron con la empresa Don Fernando S.A.C. para aplicar los principios de Lean Manufacturing en su línea de conservas con el objetivo principal de optimizar la operación y aumentar la productividad. Su enfoque metodológico fue práctico y de observación directa. Mediante un análisis detallado de procesos críticos como el fileteado y el sellado identificaron ineficiencias. Tras implementar mejoras específicas de manufactura esbelta los resultados fueron significativos: lograron elevar la productividad general de la planta desde un 79.9% hasta un 90.4% acortando los tiempos de ciclo de producción. Los autores destacaron además que la clave para mantener estos logros en el tiempo fue el compromiso de institucionalizar prácticas continuas como el programa 5S y los círculos de calidad dentro de la cultura organizacional de la empresa.

En una investigación que tiene un enfoque muy afín al de esta tesis Gómez y Alva (2022) estudiaron el proceso de envasado en la empresa KARSOL S.A.C. para evaluar cómo la metodología Six Sigma podía incrementar la productividad. Su trabajo se centró específicamente en validar el impacto del control estadístico en la etapa de llenado de conservas. Aplicando un enfoque práctico y analizando datos del proceso los investigadores lograron demostrar una mejora tangible: la productividad aumentó un 9% y de manera aún más significativa la capacidad del proceso dio un salto considerable reflejado en que su Nivel Sigma mejoró de 1.4 a 2.4. Estos resultados llevaron a los autores a una conclusión clara: el enfoque estructurado de la metodología Six Sigma se revela

como una herramienta más efectiva para controlar la variabilidad propia a los procesos industriales superando a los métodos tradicionales.

En una línea similar **Del Castillo y Sagastegui (2022)** abordaron la problemática del rendimiento laboral en su tesis *“Aplicación de la metodología DMAIC para incrementar la productividad de las conservas de pescado en la Corporación Pesquera ICEF S.A.C.”*. Centrándose en la línea de cocido utilizaron herramientas avanzadas como el Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) y el software Minitab para el tratamiento estadístico. El diseño preexperimental con mediciones pre y post prueba reveló un incremento de productividad del 8.72%. La conclusión principal reafirmó la efectividad de las fases del ciclo DMAIC para la optimización de recursos sugiriendo estabilidad a otras áreas operativas.

Así mismo **Julca y Pantoja (2023)** aportaron evidencia significativa con su trabajo en la empresa San Lucas titulado *“Análisis y mejora en la producción de conserva de grated aplicando herramientas Lean Manufacturing”*. Su meta fue maximizar la eficiencia en la línea de anchoveta mediante como técnicas como el Mapa de Flujo de Valor (VSM) y listas de verificación. Los resultados obtenidos marcaron un diferencial importante logrando que la productividad se disparará de un 45% inicial a un 89% alcanzando estándares de eficacia cercanos al 95%. Donde el estudio concluye que la eliminación sistemática de desperdicios es primordial para la reducción de pérdidas operativas.

Para aportar un dato reciente y local la investigación de Ruiz Córdoba (2024) analizó una empresa procesadora de alimentos en Trujillo con el objetivo de aumentar su productividad mediante la filosofía Lean Manufacturing y el enfoque Kaizen de mejora continua. El estudio de corte cuantitativo comparó la situación antes y después de implementar mejoras prácticas. Los resultados confirmados mediante análisis estadísticos como la prueba de Wilcoxon fueron contundentes: la productividad de la planta logró un incremento significativo del 32.37%. Por la cual basándose en estos resultados el autor concluyó su trabajo con una recomendación primordial: para que estos logros se mantengan y amplíen las empresas deben adoptar e institucionalizar los ciclos iterativos de

mejora como una política corporativa permanente transformándolos en parte de su cultura operativa.

El análisis conjunto de estas investigaciones permite establecer un marco de referencia sólido para la intervención en la empresa Puerto Mar S.A. La literatura revisada coincide en la implementación de metodologías como Six Sigma y el ciclo DMAIC en plantas procesadoras de alimentos genera impactos cuantificables en la reducción de defectos y el aumento de la productividad. Además este estudio confirma la utilidad práctica de un enfoque metódico. El uso de un diseño preexperimental respaldado por herramientas estadísticas como el Minitab y los Gráficos de Control demuestra ser una vía sumamente efectiva no solo para diagnosticar sino también para resolver los problemas de variabilidad que afectan a los procesos de enlatado. En otras palabras valida que esta combinación de método y tecnología es la más adecuada para abordar este tipo de desafíos industriales de manera rigurosa y con resultados concretos.

1.2 Bases Teóricas

En este capítulo la estructura conceptual de la presente investigación se hace una revisión crítica de la literatura especializada con el fin de otorgar validez científica a la intervención propuesta en la empresa Puerto Mar S.A. En este apartado se analizan teorías y modelos que fundamentan la gestión moderna de la calidad estableciendo la conexión lógica entre la metodología Six Sigma y la optimización de procesos industriales.

En primera instancia se profundiza en la **Metodología Six Sigma** desglosando sus principios estadísticos y las fases operativas del ciclo DMAIC herramientas esenciales para el control de la variabilidad. Este enfoque contextualiza dentro del marco más amplio de la **Gestión de la Calidad** analizando como los estándares internacionales y la competitividad empresarial dicta las normas que rigen al sector pesquero actual.

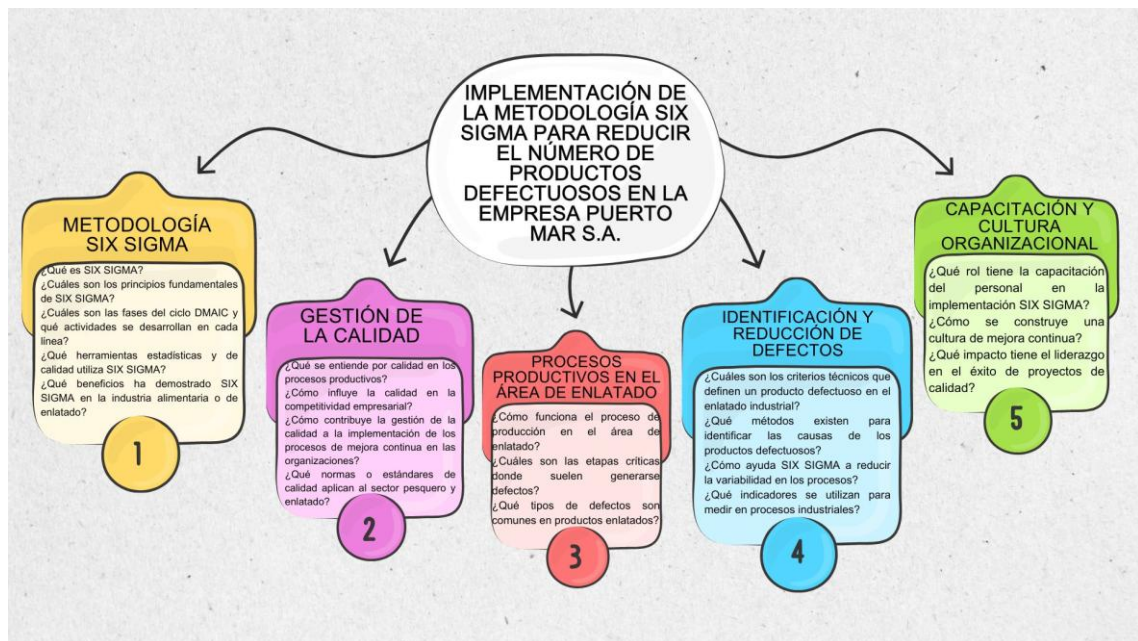
A continuación el análisis se enfoca en los detalles operativos del área de enlatado. Se revisan paso a paso las etapas del proceso donde se transforma la materia prima identificando que aquellos puntos críticos donde suelen generarse problemas. Este examen permite establecer un vínculo directo con el

objetivo de **identificar y reducir defectos** definiendo al mismo tiempo los criterios técnicos y los indicadores primordiales que se necesitan para diagnosticar fallas de manera precisa en la línea de producción.

Con el entendimiento de que la tecnología es solo una parte de la solución el análisis culmina abordando la dimensión más importante: las personas. A través del eje de **Capacitación y Cultura Organizacional** se examina cómo el liderazgo comprometido y la formación constante del personal son los pilares fundamentales para construir y sostener una cultura autentica de mejora continua en la empresa. Este enfoque reconoce que última instancia la sostenibilidad de cualquier cambio depende del equipo humano que lo adopta y lo lleva a la práctica día a día.

Ilustración 1

Implementación de la metodología Six Sigma



1.2.1 Metodología Six Sigma

Este segmento profundiza en la conceptualización de Six Sigma entendiéndola no solo como una métrica estadística sino como una filosofía de gestión integral orientada a la excelencia operativa y la reducción drástica de la variabilidad. El análisis desglosa sus principios rectores y la estructura funcional

del ciclo DMAIC (Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar) detallando el conjunto de herramientas cuantitativas que soportan cada fase. Así mismo se examina la evidencia empírica sobre su aplicación en el sector manufacturero destacando específicamente cómo su implementación en la industria alimentaria y de enlatados genera beneficios tangibles en términos de eficiencia inocuidad y rentabilidad.

1.2.1.1 ¿Qué es Six Sigma?

Six Sigma es ante todo una filosofía de gestión que busca la excelencia en las operaciones. Su propósito central es la mitigación sistemática de la variabilidad en los procesos para alcanzar niveles de calidad cercanos a la perfección estableciendo un límite técnico de **3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO)**. Según **Rosales (2024)** esta metodología se fundamenta en la toma de decisiones basada en datos estadísticos lo que permite optimizar simultáneamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Six sigma parte de una idea fundamentada: si logramos comprender cómo funcionan realmente nuestros procesos podemos controlarlos. Como bien señala Laoyan (2025) este enfoque organiza la mejora a través de un ciclo la cual es práctico el DMAIC que nos guía paso a paso: Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar. En el corazón de esta metodología está un principio de causa y efecto. Los resultados que obtenemos (las Y como la calidad final del producto) no son aleatorios; son consecuencia directa de las condiciones con las que trabajamos (las X o variables del proceso). De esta manera la verdadera gestión efectiva no solo consiste en estar siempre corrigiendo lo que sale mal de la línea. En su lugar se trata de enfocarse en el origen: **controlar y mejorar esas condiciones iniciales o variables del proceso (las X)** para así asegurar de manera proactiva que el resultado final (las Y) sea siempre el esperado predecible y así sea libre de defectos.

1.2.1.2 ¿Cuáles son los principios fundamentales de Six Sigma?

El éxito de la metodología Six Sigma en la práctica no solo se basa en usar fórmulas o gráficos estadísticos. Su verdadera efectividad proviene de adoptar cinco principios fundamentales que como lo señala Loayan (2025)

sirven para construir y mantener una cultura de mejora continua en una organización. Donde estos principios actúan como pilares que guían cada acción y decisión dentro del enfoque.

1. **Poner al cliente en el centro:** Este es el principio fundamental. Six Sigma parte de una convicción clara: la **calidad** y el **valor** los define únicamente quien recibe y usa el producto o servicio: el cliente. Por lo tanto cada esfuerzo de mejora debe comenzar por entender y alinearse rigurosamente con lo que realmente importa para el cliente (sus CTQ o “requisitos críticos para la calidad”). Se dejan de lado las actividades que aunque puedan parecer útiles internamente no contribuyen directamente a satisfacer sus expectativas o a influir en su decisión de compra.
2. **Tomar decisiones con datos no con suposiciones:** Six Sigma reemplaza la toma de decisiones por “intuición” o “corazonadas” por un enfoque basado en evidencias concretas. Este principio obliga a recopilar y analizar datos de manera sistemática para comprender a fondo cómo funciona el proceso y dónde se generan los problemas. El objetivo es claro: usar esa información para identificar con precisión el origen real de la variabilidad y los cuellos de botella que afectan la eficiencia.
3. **Enfoque en Procesos y Mejora Continua:** Alineando la filosofía *Kaizen* este principio dicta que los resultados son consecuencia directa de los procesos. La metodología no busca soluciones mágicas instantáneas sino la revolución constante mediante ajustes incrementales y sostenidos. Se busca transformar la gestión reactiva en una proactiva optimizando el flujo de trabajo para prevenir defectos antes de que ocurran.
4. **Colaboración Multidisciplinaria (Sin Barreras):** La implementación efectiva requiere la ruptura de los “silos” departamentales. Six Sigma promueve la participación activa de todo el personal siempre que cuenten con la capacitación adecuada. La integración de equipos interdisciplinarios es vital pues

permite analizar los problemas desde perspectivas diversas y evaluar holísticamente cómo una modificación en una línea afecta a las demás áreas de la organización.

5. **Ser una organización ágil y adaptable:** Por último Six Sigma reconoce que para mejorar continuamente una empresa no puede ser rígida. Una organización estática no evoluciona. Por eso este principio enfatiza la importancia de desarrollar la capacidad de responder de forma rápida y flexible a las desviaciones en los procesos o a los cambios del mercado. Esta agilidad permite ajustar los procedimientos y adoptar nuevas mejoras de manera fluida sin necesidad de pasar por grandes reestructuraciones traumáticas o lentos trámites reglamentarios.

Ilustración 2

Ciclo DMAIC



1.2.1.3 ¿Cuáles son las fases del ciclo DMAIC y qué actividades se desarrollan en cada una?

El motor práctico de Six Sigma es la metodología DMAIC. Estas siglas representan un camino estructurado a cinco pasos (Definir Medir Analizar Mejorar y Controlar) que nos guía de manera lógica para resolver problemas. Como señala Del Castillo Pérez (2022) este enfoque nos permite pasar de simplemente percibir un problema a solucionarlo con bases sólidas. Comenzamos definiendo bien la situación luego medimos con datos analizamos las causas implementamos mejoras y finalmente establecemos controles para

mantener los resultados. De esta manera se lograron avances tangibles y sostenibles optimizando tanto el diseño como la ejecución de los procesos.

1. **Definir:** Esta es la fase de partida y estructuración. En ella el equipo acota el alcance del proyecto identificando con claridad cuál es el problema principal que se va a abordar. Se definen los objetivos concretos de mejora y lo más importante se precisan los requisitos y expectativas del cliente.
2. **Medir:** En esta etapa el equipo se enfoca en recopilar datos reales y objetivos sobre el proceso tal como funciona hoy. El propósito es crear una “fotografía” o línea base del desempeño actual que nos permita entender y cuantificar con exactitud la magnitud del problema.
3. **Analizar:** En esta fase el equipo utiliza herramientas estadísticas para investigar a fondo y descubrir las **verdaderas causas** del problema y la variabilidad en el proceso. El objetivo es ir más allá de las suposiciones obvias o superficiales descartando las explicaciones triviales para concentrar todos los esfuerzos únicamente en aquellos factores críticos que realmente están afectando los resultados.
4. **Mejorar:** Con las causas identificadas se diseñan e implementan soluciones específicas (correcciones técnicas rediseño de proceso) destinadas a eliminar los defectos y optimizar el rendimiento.
5. **Controlar:** En esta etapa final el objetivo es asegurar que los avances logrados perduren. Por ello se implementan mecanismos de seguimiento estandarizados como gráficos de control o planes de acción de calidad. Estas herramientas actúan como un “sistema de alerta” que permite monitorear el proceso de manera continua asegurando que las mejoras se mantengan en el tiempo evitando que por inercia o descuido el proceso retroceda a su estado anterior que es menos eficiente.

1.2.1.4 ¿Qué herramientas estadísticas y de calidad utiliza Six Sigma?

El éxito de Six Sigma se basa en aplicar de manera rigurosa un conjunto práctico de herramientas tanto numéricas como conceptuales que permiten fundamentar las decisiones en hechos concretos y no en suposiciones. Como señala Helmond (2021) la fortaleza de estas técnicas reside en su uso combinado e integrado lo que proporciona un diagnóstico más completo y un control más sostenible de los procesos.

Entre las herramientas más importantes y utilizadas destacan:

- **Herramientas para priorizar y diagnosticar:** Se utilizan para enfocar los esfuerzos donde más importa. Por ejemplo: el **Diagrama de Pareto** ayuda a encontrar ese “poco vitales” es decir el pequeño porcentaje de causas (alrededor del 20%) que suelen generar la mayor parte de los problemas (el 80%). Nos dice: “Concéntrate aquí primero”. El **Diagrama de Causa y Efecto** (o espina de pescado de Ishikawa) es como un mapa mental para lluvia de ideas. Permite organizar visualmente todas las posibles causas raíz de un problema agrupándose en categorías (como métodos mano de obra maquinaria etc.) para analizarlas de manera estructurada.
- **Herramientas de Análisis Estadístico:** Estas nos ayudan a descifrar la historia que cuentan los datos. Por ejemplo: los **Histogramas** son como una fotografía que muestra cómo se distribuyen y comportan los datos en un proceso revelando patrones tendencias o desviaciones a simple vista. El **análisis de regresión** es primordial para ir más allá de la simple observación. Permite determinar con base matemática la fuerza y el tipo de relación entre diferentes variables ayudando a confirmar relaciones de causa y efecto de manera objetiva.
- **Herramientas de monitoreo:** Su función principal es vigilar que el proceso se mantenga estable y bajo control una vez implementadas las mejoras. La más representativa es: **El Control Estadístico de Procesos (SPC** por sus siglas en inglés) que

utilizan gráficos de control. Estos gráficos actúan como un “panel de instrumentos” que nos alerta.

Ilustración 3

Las 7 herramientas de la calidad



1.2.1.5 ¿Qué beneficios ha demostrado Six Sigma en la industria alimentaria o de enlatado?

La evidencia empírica dentro del ecosistema agroindustrial confirma que la adopción de Six Sigma trasciende la simple mejora procedimental. Según **J. (2022)** aplicar esta metodología en las líneas de enlatado produce un impacto medible y positivo en la rentabilidad del negocio. Permite reducir de forma significativa el desperdicio de materia prima y disminuye drásticamente la cantidad de productos que no cumplen con los estándares. Esta mejora operativa tiene un doble beneficio tangible: reduce los costos asociados a la falta de calidad y eleva de manera consistente la calidad del producto final.

Para el caso específico de la empresa Puerto Mar S.A. estos estudios previos demuestran que el modelo es técnicamente sólido y aplicable. La fortaleza del ciclo DMAIC para identificar las verdaderas causas de los

problemas usando datos y análisis estadísticos representa una ventaja primordial para la empresa.

1.2.2 Gestión de la Calidad

En este bloque temático se profundiza en la concepción multidimensional de la calidad abordándola no solo con el cumplimiento de especificaciones técnicas sino como el eje transversal que garantiza la viabilidad comercial y operativa de la organización. El análisis explora la relación directa entre la gestión eficiente de los procesos productivos y la competitividad empresarial en mercados globales. Así mismo se delimita el marco regulatorio específico que gobierna el sector pesquero y conservero estableciendo los estándares de inocuidad y normativa técnica que son de obligatorio cumplimiento para asegurar la excelencia en el producto final.

1.2.2.1 ¿Qué se entiende por calidad en los procesos productivos?

En el campo actual de la ingeniería industrial el concepto de calidad va mucho más allá de “que no esté roto” o “que no falle”. De acuerdo con la norma ISO (2019) la calidad se define de manera técnica como el grado en que un producto con todas sus características propias satisface de forma completa los requisitos preestablecidos. Donde estos requisitos no son arbitrarios; por lo que están diseñados para alinearse estrictamente con lo que el cliente final necesita y espera.

Sin embargo esta forma de entender la calidad no siempre ha sido así. Como lo explica Gabriel Díaz (2021) que a mediados del siglo XX el enfoque sobre la calidad dio un giro radical impulsado por teóricos que buscaban optimizar la eficiencia en las fábricas. El concepto central cambió: la cual esta dejó de basarse en **inspeccionar el producto final de la línea** para pasar a **gestionar y estandarizar todo el proceso** desde su origen.

1.2.2.2 ¿Cómo influye la calidad en la competitividad empresarial?

En la dinámica actual de los mercados globalizados la calidad ha dejado de ser un atributo opcional para convertirse en la determinante estratégico de la posición competitiva de una organización. Según **María Pérez (2021)** existe una correlación directa entre la excelencia operativa y la rentabilidad: una gestión

rigurosa de los estándares no solo fideliza al cliente mediante la satisfacción sino que optimiza la estructura de los costos interna. Al eliminar los gastos asociados errores y reprocesos (costo de no calidad) la empresa libera recursos y mejora su eficiencia logrando una diferenciación sostenible frente a sus rivales.

De manera paralela el hecho de formalizar estos procesos a través de sistemas internacionales como la norma ISO 9001 se convierte en un poderoso motor comercial. Como lo señala Dayana (2023) estas certificaciones actúan como un **sello de confianza** que valida la solidez técnica y la seriedad de una empresa ante clientes y socios.

1.2.2.3 ¿De qué manera sirve una buena gestión de la calidad para ayudar a una empresa a mejorar continuamente?

La gestión de la calidad es esencial lo que hace posible que la mejora continua pase de ser una buena idea a convertirse en una realidad constante en el día a día de una empresa. Como lo explica Estrada (2019) esta conexión se logra mediante herramientas prácticas como el ciclo PHVA (Planificar Hacer Verificar Actuar) que ayudan a estandarizar los procesos y de esta manera hacerlo más eficientes.

Desde esta misma línea Rolando (2020) este profundiza en la idea de que es fundamental comprender y gestionar los procesos de manera integral. Su estudio señala que **documentar rigurosamente los flujos de trabajo y analizarlos a fondo** es un paso esencial para evolucionar: dejar de limitarse a corregir fallas cuando aparecen para anticiparlas y prevenirlas de manera estratégica.

Al final la conclusión es clara: una gestión de calidad integral va mucho más allá de obtener un certificado o cumplir una norma como ISO 9001. Su valor más profundo está en **instalar en la empresa el hábito de evaluarse de manera constante**. Este hábito es lo que permite a la organización aprender de su propio desempeño usando los datos que genera a una toma de decisiones más inteligentes.

1.2.2.4 ¿Qué normas o estándares de calidad aplican al sector pesquero y enlatado?

La industria que procesa productos del mar opera bajo de un marco de regulaciones muy estricto diseñado ante todo para proteger la salud de los consumidores. Como lo señala la FAO (2021) el estándar más reconocido en el sector combina dos sistemas primordiales: la norma intencionalmente **ISO 22000** y el sistema **HACCP** (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control).

Cumplir con estas normas va mucho más allá de un simple trámite legal; esta se convierte en una ventaja estratégica para la empresa. Tener la certificación de estos estándares funciona como una especie de “**sello de garantía**” o “**pasaporte comercial**” que demuestra ante clientes y mercados internacionales más exigentes que sus procesos son confiables y sus productos seguros.

Ilustración 4

Norma ISO



1.2.3 Procesos Productivos en el Área de Enlatado.

Este eje temático disecciona la arquitectura operativa de la línea de enlatado detallando la secuencia lógica de transformación de la materia prima hasta convertirse en un producto terminado. El análisis se centra en identificar y

caracterizar las etapas críticas con especial énfasis en el cierre y la esterilización donde la variabilidad del proceso tiende a materializarse. Así mismo se establece una taxonomía técnicas de los defectos más recurrentes proporcionando la base conceptual necesaria para entender la magnitud de los fallos de calidad que esta investigación busca mitigar mediante la metodología Six Sigma.

1.2.3.1 ¿Cómo funciona el proceso de producción en el área de enlatado?

El proceso en la línea de enlatado sigue una secuencia cuidadosamente diseñada para garantizar que el alimento sea seguro para el consumo. Como señala Concha (2023) este flujo comienza con la **recepción y una selección rigurosa de la materia prima** para asegurar que solo el pescado en óptimas condiciones ingrese a la planta. A partir de ahí el producto avanza por etapas primordiales como lo es la **limpieza precocción y llenado** de las latas.

Desde una perspectiva complementaria López (2024) resalta un aspecto primordial: la modernización del **control en tiempo real** de estas etapas. Su investigación señala que la eficiencia del ciclo de producción no depende únicamente de contar con maquinaria moderna sino de **integrar sistemas de monitoreo avanzado** como la visión artificial (o visión por computadora). Esta tecnología permite por ejemplo **auditar de forma automática y continua la calidad del sellado de cada lata** mientras la línea está en marcha.

1.2.3.2 ¿Cuáles son las etapas críticas donde suelen generarse defectos?

Dentro del mapa de procesos la gestión de riesgos no es uniforme; se localiza en nodos operativos donde la probabilidad del error compromete irreversiblemente la inocuidad. Según **López – Santiago (2022)** las fases de **llenado y sellado** constituyen el “cuello de botella” de calidad. Una desviación en estas etapas no genera un simple defecto estético sino que vulnera la barrera de protección de alimento exponiéndolo a contaminaciones cruzadas fugas y reducción drástica de su vida útil.

Para entender cómo se produce el fallo Itamar (2020) identifica al **Doble Cierre Hermético** como la etapa más delicada y crítica de todo el proceso de enlatado. Su estudio detalla que pequeños detalles que a simple vista pasan

desapercibidos como la presión de vacío dentro de la lata o el ajuste preciso de los rodillos de sellado son en realidad fundamentales. Un error en estos puntos puede abrir la puerta a dos graves problemas: la oxidación del producto y el crecimiento de microorganismos que comprometen la seguridad. Además el autor señala otro punto la cual es clave: el **Control de Peso Escurrido** (el peso neto del producto dentro de la lata).

1.2.3.3 ¿Qué tipos de defectos son comunes en productos enlatados?

Los problemas o fallas en la industria de conservas pueden surgir por muchas razones y afectan diferentes aspectos de la calidad. Para entenderlos mejor Castillo Rodríguez (2020) los agrupa en tres categorías principales según el tipo de impacto que generan:

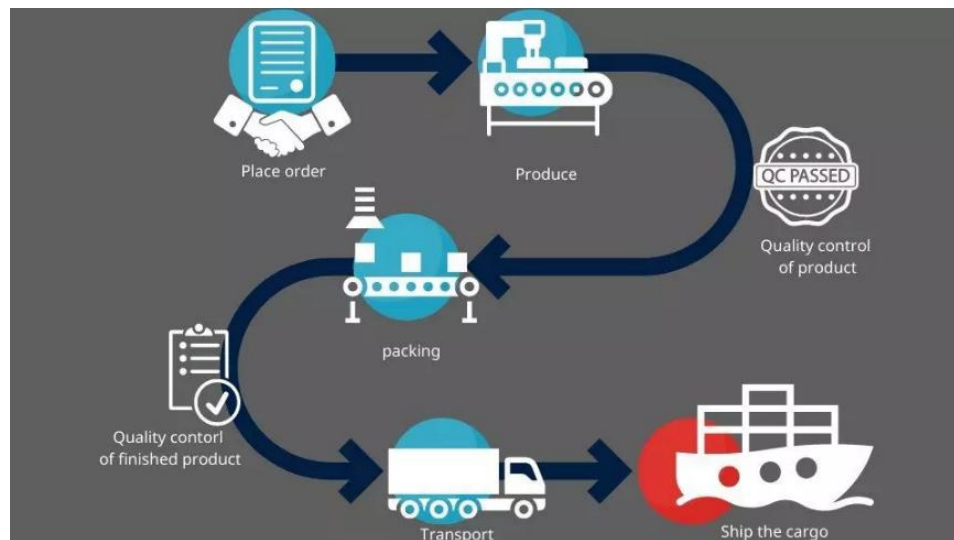
- **Defecto de Integridad Física de la lata:** Se refiere a daños visibles que comprometen la seguridad del envase. Los más comunes son **abolladuras profundas** en el cuerpo de la lata o **deformaciones en la costura del cierre**. Estos defectos son graves porque pueden romper el sello hermético dejando el producto expuesto al aire y a posibles contaminaciones.
- **Defectos de Proceso:** Se trata de fallas que ocurren durante la operación de enlatado como la **variabilidad en el peso** (cuando se pone menos a más producto del debido) o los **errores en la etiqueta**.
- **Defectos que afectan la inocuidad:** Estos son los más críticos ya que ponen en riesgo la salud del consumidor. Se trata principalmente de **fugas microscópicas o imperceptibles** en el envase que permitan la entrada de aire y microorganismos contaminando el producto y de esta manera ser anulado por completo la esterilidad que garantiza su conservación segura.

En resumen conocer a fondo cómo funciona el proceso de enlatado y saber exactamente dónde están sus puntos débiles es mucho más teoría; es la **base fundamental** para aplicar una estrategia como lo es la metodología Six Sigma con éxito. Cuando una empresa logra identificar y clasificar con claridad

los tipos de defectos que se presentan puede dejar de estar siempre “apagando incendios” y empezar a **invertir sus esfuerzos y recursos en prevenir los problemas antes de que ocurran**. Entender qué falla por qué momento del proceso permite diseñar soluciones específicas y barreras de control efectivas.

Ilustración 5

Procesos Productivos



1.2.4 Identificación y Reducción de Defectos

Este apartado constituye el núcleo analítico de la investigación enfocándose en la transición crítica desde la detección sintomática de fallo hasta su erradicación técnica. El desarrollo teórico examina las metodologías de diagnóstico causal fundamentando como el enfoque estadístico de Six Sigma permite no solo corregir sino prevenir la variabilidad inherente a los procesos de manufactura. Así mismo se definen los indicadores de gestión (KPIs) y métricas de calidad que servirán como instrumentos de validación para objetivar el éxito de las figuras implementadas en la línea de producción.

1.2.4.1 ¿Cuáles son los criterios técnicos que definen un producto defectuoso en los procesos de enlatado industrial?

En el ámbito de la ingeniería de alimentos la definición de un producto de defectuoso trasciende de la percepción subjetiva; se establece técnicamente como una “**No Conformidad**” es decir la trasgresión de los límites de la

tolerancia (Límites de Especificación Superior e Inferior) en variables críticas. La integridad del producto de enlatado se audita bajo un enfoque multidimensional que abarca desde la hermeticidad física del envase hasta la estabilidad bioquímica del contenido. Una desviación en cualquiera de estos vectores especialmente en el tratamiento térmico o el sellado clasifica automáticamente a la unidad como un producto no apto dado que compromete la seguridad alimentaria.

Para poner en práctica estos criterios de manera concreta Itamar (2020) sugiere utilizar un sistema de evaluación riguroso basado en normas técnicas reconocidas (como la NTP 209.038 y la NTP 204.007). Su estudio confirma que un control de calidad efectivo debe concentrarse en hacer un seguimiento constante de ciertos parámetros medibles primordiales:

- **Parámetros físicos:** Se refiere a mediciones básicas pero esenciales del producto enlatado. Estas incluyen el **peso bruto** (el total con envase) el **peso neto** (solo el contenido) y el **peso escurrido** (el producto después de escurrir el líquido para detectar mermas).
- **Parámetros del sellado: Nivel de vacío interno.** Se mide con instrumentos de precisión (vacuómetros) para verificar que se haya extraído correctamente el oxígeno del interior de la lata. Este control es primordial para **asegurar que el cierre es hermético**.
- **Control de composición y frescura:** Se refiere a dos aspectos vitales de histamina para detectar degradación o falta de frescura en la materia prima.

En conclusión cualquier unidad no cumpla con estos estándares métricos representan un riesgo latente para la salud pública y la reputación de la marca.

1.2.4.2 ¿Qué métodos existen para identificar las causas de los productos defectuosos?

La identificación de la causa raíz de un defecto no es un evento aislado sino un proceso de investigación sistemática. Según **Kumar (2019)** la industria moderna se apoya en un arsenal metodológico que incluye el Diagrama de

Ishikawa los “5 porqués” y el flujo del ciclo DMAIC para trascender la corrección superficial de síntoma y erradicar el origen latente del fallo. Sin embargo en la actualidad este diagnóstico se aborda desde una perspectiva híbrida que integra en el análisis estadístico con la detección tecnológica automatizada.

Enfoque Analítico – Preventivo Desde la vertiente metodológica **Román Moncagatta (2021)** valida la eficacia de las herramientas tradicionales de la ingeniería de calidad en el sector conservero (trucha). Su investigación demostró que la aplicación rigurosa del **Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMEF)** y el Principio de Pareto permite diseccionar etapas críticas como la esterilización y sellado. Este enfoque analítico reveló que la mayoría de los defectos no eran aleatorios sino el resultado de variables controlables como errores de calibración en la maquinaria y deficiencias en los protocolos térmicos permitiendo diseñar contramedidas específicas antes de que el defecto se masifique.

Complementando el enfoque tradicional la industria está dando un paso hacia la inspección digital. López (2024) describe un verdadero cambio de paradigma con la aplicación de la **visión artificial (o visión por computadora)** en las líneas de enlatado de atún. Su investigación explica cómo se diseñan sistemas que usando **cámaras y algoritmos de procesamiento de imágenes** pueden detectar en tiempo real **defecto como abolladuras sellado irregular o etiquetas mal colocadas**.

En conclusión para la empresa Puerto Mar S.A. la gestión de la calidad no se trata de optar por un solo enfoque sino de **combinar lo mejor de ambos mundos**: la profundidad analítica de las herramientas de Six Sigma y la rapidez de respuesta de los sistemas autorizados. Esta integración garantiza algo fundamental: no solo detectamos los errores cuando ocurren sino que **comprendemos su origen** para poder evitar que vuelvan a suceder.

1.2.4.3 ¿Cómo ayuda Six Sigma a reducir la variabilidad en los procesos?

El principio central de Six Sigma es claro: **la variabilidad es mayor obstáculo para lograr una calidad consistente**. Desde un punto de vista práctico el objetivo va más allá de encontrar productos defectuosos; se trata de

reducir al mínimo las fluctuaciones en el proceso (representadas estadísticamente por la desviación estándar σ) para que todos los resultados se acerquen lo más posible al valor ideal. Como lo explica Montenegro Vásconez (2021) el uso de herramientas estadísticas permite transformar procesos inestables en procesos “**capaces**”.

Para operacionalizar este control **Quevedo Montero (2021)** destaca el rol del ciclo **DMAIC** como el mecanismo rector. Este enfoque estructurado impide las correcciones intuitivas (“prueba y error”); en su lugar obliga a la organización a medir la magnitud de la variación actual identificar matemáticamente sus causas raíz y establecer “candados” operativos. Al eliminar las fuentes de oscilación se minimizan los reprocesos y se garantiza que el producto final ya sea en peso sellado o vacío se mantenga estrictamente dentro de los límites de especificación técnica.

1.2.4.4 ¿Qué indicadores se utilizan para medir la calidad en procesos industriales?

La gestión de los procesos en la industria no puede depender de suposiciones; necesita basarse en **datos medibles que nos permitan evaluar la salud real de la línea de producción**. Como lo señala Rafael da Silva (2021) un sistema de monitoreo eficaz debe combinar distintos tipos de indicadores: desde aquellos que reflejan el **costo** como el porcentaje de productos defectuosos y la tasa de desperdicio hasta los que miden el **servicio** como el tiempo de ciclo o el nivel de satisfacción del cliente.

Sin embargo desde el punto de vista del análisis estadístico aplicado Benjamín (2022) propone ir más allá e incorporar métricas más avanzadas y reveladoras. En el análisis destaca dos herramientas fundamentales para una evaluación más profunda:

1. **Partes por Millón (PPM):** Esta métrica permite medir con mucha precisión cuántas unidades de cada millón producidas no cumplen con los estándares. En términos prácticos **cuantifica exactamente el volumen de desperdicio o productos**

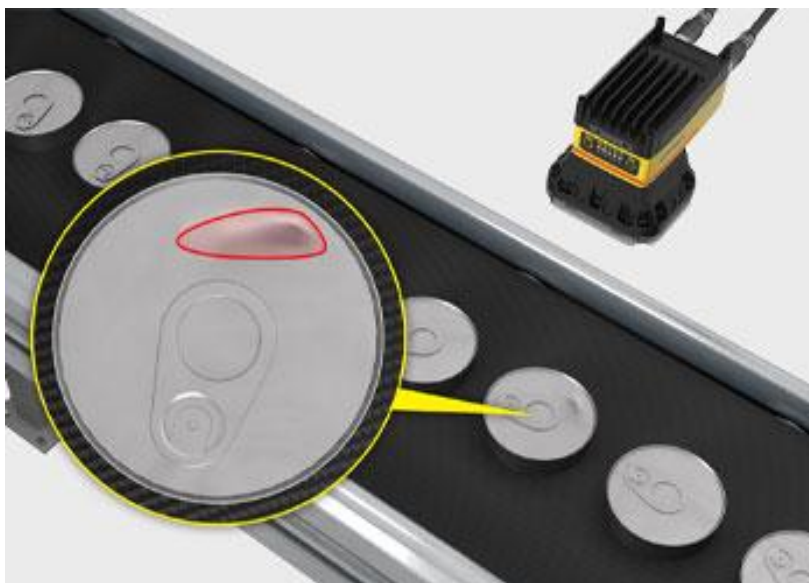
defectuosos que se generan dando una visión clara y tangible de la magnitud del problema de calidad.

2. **Índices de Capacidades (Cp y Cpk):** Son indicadores primordiales que evalúan con base matemática **si el proceso es realmente capaz de operar de manera consistente dentro de los límites dentro de los límites de calidad que exige el cliente.** Un valor alto de Cpk es una señal de confianza: garantiza que la variación normal del proceso no provocará defectos asegurando que los resultados se mantengan dentro de lo aceptable de forma predecible y sostenida.

En resumen el verdadero éxito de Sig Sigma surge de combinar dos aspectos primordiales: **los métodos que nos ayudan a encontrar la causa de los problemas y los indicadores que nos permiten medir el progreso.** Mientras que las primeras herramientas nos responden “¿por qué falló?” los indicadores primordiales (KPIs) como el **Cpk** y el **Nivel Sigma** nos muestran “**cuánto hemos mejorado**” después de aplicar una solución.

Ilustración 6

Identificación de producto defectuoso



1.2.5 Capacitación y Cultura Organizacional

Finalmente en este bloque temático integra el factor humano como el componente transversal que valida y sostiene cualquier intervención técnica. El desarrollo teórico trasciende la estadística para enfocarse en la **Gestión del Cambio** analizando cómo la capacitación especializada dota al personal de las competencias necesarias para ejecutar la metodología Six Sigma.

Al mismo tiempo se explora cómo construir una **Cultura de Mejora Continua** dentro de la empresa en la que la calidad deje de verse como una obligación o un requisito externo para transformarse en **un principio que la organización asume como propio y valioso**. Por último se reflexiona sobre el **papel fundamental del Liderazgo**. Se comprende que el compromiso de la gerencia no es solo apoyo sino el **motor principal** que impulsa respalda y da legitimidad a los proyectos de calidad frente a todo el equipo.

1.2.5.1 ¿Qué rol tiene la capacitación del personal en la implementación de Six Sigma?

La implementación de Six Sigma demanda una transformación profunda en la capital intelectual de la organización. **George (2020)** postula que la capacitación no debe entenderse como un evento pedagógico aislado sino como el mecanismo fundamental para dotar al personal de las competencias analíticas necesarias para operar bajo un esquema de “cero defectos” fomentando simultáneamente un compromiso psicológico con la mejora continua.

La experiencia práctica confirma este enfoque. Enrique (2024) en un estudio realizado en un centro de servicios técnicos comprobó que **capacitar al equipo en el uso de herramientas estadísticas y en plataformas de visualización de datos** (como Power BI) tuvo un impacto directo en la estandarización de los procesos operativos. La investigación concluyó que **el hecho de que el personal aprendiera a manejar y entender datos** fue lo que permitió reducir la variabilidad en los tiempos de atención al cliente.

De igual manera la implementación de un **sistema de certificación por niveles** (como el Yellow Green y Black Belt) ayuda a construir una cultura en la que la mejora de la calidad es una **responsabilidad compartida** por todo el

equipo. A medida que los colaboradores dominan la metodología DMAIC dejan de limitarse a seguir instrucciones para convertirse en **agentes proactivos que identifican y resuelven problemas** por iniciativa propia.

1.2.5.2 ¿Cómo se construye una cultura de mejora continua?

Lograr que una empresa tenga una verdadera **cultura de mejora continua** no ocurre por casualidad; es el resultado de un **diseño organizacional intencionado**. Senge (2019) lo describe como la construcción de un “**ecosistema de aprendizaje**” que se sostiene sobre cuatro pilares fundamentales:

1. Un liderazgo que se involucre y del ejemplo.
2. Canales de comunicaciones abiertos en ambos sentidos.
3. Una formación técnica constante y accesible.
4. Un sistema que reconozca y premie las ideas innovadoras y los logros.

En el contexto específico de la industria conservera **Callalli Chacón (2021)** valida esta premisa al analizar plantas pesqueras en Perú. Su estudio concluye que el éxito no radica en la simple adopción de modelos internacionales sino en la “tropicalización” de estas metodologías. La cultura se consolida cuando la gestión operativa diaria se alinea con el compromiso colectivo de reducir desperdicios integrando la eficiencia productiva como un valor compartido y no como una imposición gerencial.

Desde una perspectiva complementaria Espinoza Rafael (2024) destaca cómo la estandarización influye directamente en la forma de trabajar de las personas. Su investigación muestra que documentar rigurosamente los procedimientos sobre todo en áreas primordiales como el almacenamiento y el manejo de las conservas cumple una función formativa importante.

1.2.5.3 ¿Cómo influye un buen liderazgo en el éxito de los proyectos de calidad dentro de una empresa?

En proyectos complejos de mejora el liderazgo va mucho más allá de solo supervisar tareas; es el **elemento central que define si el proyecto tendrá éxito o no**. Como explica Yusnita Yusof (2020) que el papel de la gerencia es

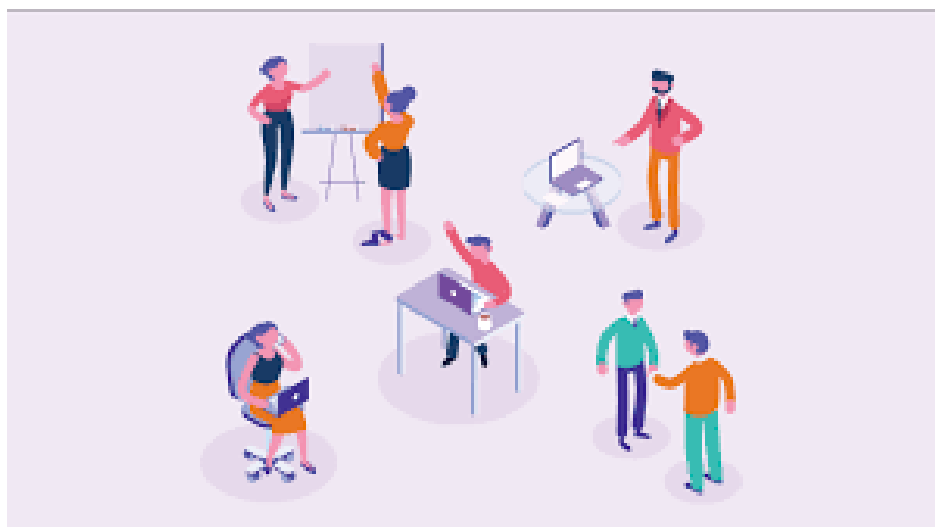
crucial no solo para asegurar los recursos (como el presupuesto o la tecnología) sino también para mantener el ánimo y la motivación del equipo durante todo el proceso de cambio.

Esta idea se ve respaldada por los hallazgos de Enrique (2024) quien destaca la figura del “**Líder con Conocimiento Técnico**”. Su estudio demuestra que el éxito en la aplicación del ciclo DMAIC depende en buena medida de cuanto entiendan y manejan los directivos las herramientas estadísticas básicas. Cuando los líderes comprenden los conceptos detrás de los gráficos de control y los análisis de datos la toma de decisiones deja de ser un trámite administrativo y pasa a fundamentarse en un análisis riguroso de la información.

En el plano aplicativo **Elizabeth (2024)** validó en el sector industrial que el compromiso gerencial es la clave para desbloquear problemas crónicos. Su tesis evidenció que el uso de herramientas diagnósticas (Pareto e Ishikawa) solo fue efectivo cuando existió un liderazgo que priorizó y focalizó los refuerzos en los puntos críticos como la variabilidad del peso. Este direccionamiento estratégico permitió erradicar las causas raíz y estabilizar estándares de calidad en el tiempo.

Ilustración 7

Capacitación y Cultura Organizacional



1.3 Marco Legal y Ambiental

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

La constitución ecuatoriana reconoce en su Artículo 52 que toda persona tiene derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad así como a recibir información veraz sobre su contenido. Además el Artículo 66 numeral 27 establece el derecho a la protección frente a productos defectuosos o engañosos y a recibir bienes en condiciones óptimas. Estos principios se alinean con los objetivos de la metodología Six Sigma la cual se orienta a eliminar errores en los procesos productivos y a entregar productos que satisfagan las expectativas del consumidor.

1.3.2 Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones (COPCI)

El Artículo 11 de COPCI promueve la innovación la productividad y la mejora continua como pilares del desarrollo económico sostenible. Establece que los procesos productivos deben orientarse hacia la eficiencia y el cumplimiento de estándares de calidad. En este contexto la implementación de Six Sigma representa una herramienta efectiva para alcanzar estos fines al permitir a las organizaciones identificar analizar y reducir variaciones en sus procesos.

1.3.3 Ley Orgánica de Defensas del Consumidor (2000)

La ley de Defensa del consumidor ecuatoriano establece que en su artículo 3 que las personas tienen derecho a recibir productos que sean **seguros de buena calidad y aptos** para lo que fueron diseñados. Además en el artículo 20 señala que es obligación de las empresas (**proveedores**) garantizar que sus productos cumplan con todas las normativas técnicas y de salud aplicables.

1.3.4 Reglamento Sanitario de Alimentos (ARCSA Acuerdo Ministerial 067 - 2020)

Este reglamento sanitario de alimentos procesados gestionado por la ARCSA (Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria) establece claramente en su artículo 5 que las empresas del sector deben garantizar que los alimentos que producen sean seguros para el consumo y cumplan con los estándares de calidad sanitaria. Además el artículo 6 exige que

estas compañías cuentan con sistemas de control de calidad formalmente documentados y aplicados.

1.3.5 Normas Técnicas INEN

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el encargado de establecer las normas técnicas de cumplimiento obligatorio para la producción y venta de alimentos en Ecuador. El cumplimiento de estas normas un control riguroso de los procesos productivos lo cual es posible mediante la aplicación de herramientas como Six Sigma. Las dos normas más relevantes: son la **NTE INEN 1334 -1** (2020) la cual especifica todos los requisitos que debe tener el etiquetado de los alimentos procesados y envasados. Y la **NTE INEN 1529** la cual define los parámetros específicos de calidad que deben cumplir los alimentos de conserva como las conservas de pescados.

1.3.6 Codex Alimentarius

El Codex Alimentarius elaborado por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) constituye una referencia internacional en cuanto a normas y directrices alimentarias. En particular el Código de Prácticas de Higiene para Alimentos en Conservas (CAC/RCP 23-1979) establece los principios básicos para garantizar la inocuidad y calidad de estos productos. La aplicación de Six Sigma permite implementar prácticas alineadas con estos estándares internacionales promoviendo la calidad total en la industria alimentaria.

1.3.7 Norma ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestión de la Calidad

Si bien su implementación es voluntaria la **norma ISO 9001:2015** ofrece un marco de trabajo muy sólido para organizar y mejorar la gestión de la calidad en cualquier empresa. Su enfoque promueve la visión por procesos la mejora constante y sobre todo la satisfacción del cliente. Un punto primordial de esta norma se encuentra en su **cláusula 10** donde exige implementar acciones sistemáticas para mejorar los procesos de manera continua. Aquí es donde la metodología Six Sigma encaja de forma natural.

1.4 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Implementación de la metodología Six Sigma	Definición del problema	Determinar las razones por las que salen productos defectuosos.	Ordinal
		Emplear métodos para analizar y entender a fondo la situación.	Ordinal
		Delimitación estructuras del problema de calidad.	Ordinal
	Medición del desempeño	Establecimiento de indicadores de rendimiento como DPMO y nivel sigma.	Ordinal
		Reunir datos del funcionamiento actual.	Ordinal
		Emplear herramientas simples de estadísticas.	Ordinal
	Análisis de causa raíz	Descubrir las causas raíz con técnicas de estadísticas.	Ordinal
		Contar con la participación del personal durante el análisis.	Ordinal
	Mejora del proceso	Aplicar medidas específicas basadas en los hallazgos del estudio.	Ordinal
		Ajustar y optimizar la	Ordinal

Reducción del número de productos defectuosos		forma en que funciona el proceso.	
	Control de calidad	Dar seguimiento continuo a la operación de los procesos.	Ordinal
		Implementación de controles visuales y operativos.	Ordinal
	Frecuencia de datos	Número de productos defectuosos por lote.	Escala
		Tasa de defectos de la producción.	Escala
	Tipo de defectos	Tipos de defectos encontrados: latas abolladas sellados defectuosos contaminación etc.	Nominal
		Identificación del proceso de enlatado donde se origina el defecto.	Nominal
	Costo por defecto	Costo generado por tener que corregir o reprocesar las unidades con defectos.	Escala
		Costo de recibir y gestionar productos que fueron devueltos por no cumplir con la calidad.	Escala
	Reclamaciones del cliente	Número de reclamos por calidad en productos enlatados.	Escala
		Cómo califican los clientes la	Escala

Aspecto Socio-demográficos		calidad final del producto.	
	Edad.	Edad en años.	Escala
	Sexo.	Masculino – Femenino.	Nominal
	Formación adámica	Primaria Secundaria Tercer Nivel Cuarto Nivel.	Ordinal
	Cargo en la empresa.	Operario Supervisor Técnico Gerente entre otros.	Nominal
	Años de experiencia.	Menos de 1 1 a 3 4 a 6 Más de 6.	Ordinal

1.5 Marco Metodológico

1.5.1 Modalidad básica de la investigación

La investigación se enmarca estrictamente en una **modalidad de campo y documental** orientada a la obtención de datos numéricos objetivos.

Modalidad de campo: La recolección de datos se ejecutará in situ en el área de enlatado de la empresa **Puerto Mar S.A.** (Manta). Esta modalidad es indispensable para realizar mediciones directas sobre las variables operativas (defectos tiempo y mermas) en el momento exacto en que ocurren garantizando la fidelidad del dato estadístico.

Modalidad documental: Se completará con la revisión de registros históricos de producción e informes de calidad anteriores. Esto no busca interpretar subjetividades sino recopilar series de datos preexistentes para alimentar el análisis estadístico y comparativo de la evolución del proceso.

En cuanto al diseño el estudio es **No Experimental y Transversal**.

No Experimental: No se manipularán deliberadamente las variables independientes. Se observará el fenómeno (el proceso de enlatado) en su estado natural para cuantificar su variabilidad inherente.

Transversal: La recolección de datos se realizará en un período de tiempo único y delimitado proporcionando una “fotografía” estadística del estado actual de la calidad de la empresa.

Finalmente se operacionaliza como un **Estudio de Caso** centrado en el análisis métrico exclusivamente en la unidad productiva de la empresa **Puerto Mar S.A.** lo que permite una profundidad estadística ajustada a la realidad técnica de la planta.

1.5.2 Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un **Enfoque Cuantitativo**. Esta elección se debe a la misma esencia de la metodología Six Sigma que se fundamenta en **analizar los procesos mediante herramientas estadísticas**. Por ello el estudio está diseñado para centrarse en recopilar procesar y analizar datos numéricos concretos como la frecuencia de defectos el porcentaje de productos rechazados y los índices de capacidades del proceso (C_p y C_{pk}).

Según **Paredes y Estrella (2022)** el paradigma cuantitativo es el idóneo para investigaciones industriales donde el objetivo es medir magnitudes con precisión y probar hipótesis mediante el análisis de variables objetivas. No se busca comprender percepciones subjetivas sino establecer métricas exactas sobre el desempeño de la calidad.

El enfoque para analizar la información será el **método deductivo**. Esto significa que partiremos de principios y conocimientos ya establecidos (como la teoría estadística y las normas de calidad) para luego aplicarlos y evaluar la situación específica que enfrenta la empresa. Como lo explica Ramos (2023) este método nos permite realizar un diagnóstico objetivo y basado en hechos.

1.5.3 Nivel de la investigación

El alcance de este estudio se enmarca como descriptivo. Su objetivo principal es caracterizar mediante datos y análisis estadísticos cómo se comporta realmente el proceso de enlatado. Como señalan Salazar y Méndez (2022) la investigación descriptiva en ingeniería es primordial para medir con precisión la magnitud de un problema.

Este nivel es el cimiento necesario para cualquier intervención de calidad ya que proporciona la “Línea Base” numérica. Tal como indican **Torres y Herrera (2023)** describir con precisión los datos operativos es el paso previo indispensable para calcular el Nivel Sigma actual de la organización y proyectar las mejoras necesarias.

1.5.4 Población de Estudios

La población se define como el conjunto finito y delimitado de individuos que poseen las características comunes objeto de estudio. Para la presente investigación la población (universo) está constituida por la totalidad del personal operativo y técnico que labora en las áreas de **Producción y Control de Calidad** de la empresa **Puerto Mar S.A.** (Manta).

Según los registros proporcionados por el departamento de Talento Humano este universo asciende a **100 colaboradores** (N=100). Esta población se caracteriza por su homogeneidad técnica ya que todos los integrantes interactúan directamente con la línea de enlatado poseen conocimiento de los procedimientos operativos y son responsables de la ejecución o verificación de los estándares de calidad. Por tanto representan la fuente de información primaria idónea para cuantificar la ocurrencia de defectos y analizar la variabilidad del proceso.

1.5.5 Tamaño de la muestra

Dado que el estudio tiene un enfoque cuantitativo se utilizará un **muestreo aleatorio simple**. Esta técnica consiste en seleccionar las unidades de análisis (por ejemplo lotes o muestras de productos) al azar de manera que cada elemento de la población tenga las mismas posibilidades de ser elegido.

Para calcular el tamaño ideal de la muestra (n) que nos permita obtener resultados confiables sobre el total de la producción se aplica una fórmula estadística estándar. Por la cual formula considera los siguiente que es el nivel de confianza del 95% y un margen de error máximo del 5%.

La fórmula utilizada es la siguiente:

Ecuación 1

Tamaño de la muestra

$$n = \frac{z^2 pq N}{z^2 pq + (n - 1)e^2}$$

Donde:

- n= tamaño de la muestra
- N= tamaño de la población (en este caso se estima que hay 100 operarios en el área de enlatado)
- Z= nivel de confianza (1.96 para un 95%)
- p= probabilidad de éxito (0.5)
- q= probabilidad de fracaso (0.5)
- e= margen de error permitido (0.05)

Sustituyendo los valores en la fórmula:

Ecuación 2

Tamaño de la muestra sustituida

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 100}{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 + (100 - 1)(0.05)^2}$$

Ecuación 3

Tamaño de la muestra con resultados de cada uno de los valores

$$n = \frac{96.04}{0.9604 + 0.2475}$$

Ecuación 4

Número de Operarios del tamaño de la muestra

$$n = 80 \text{ operarios}$$

Por lo tanto el tamaño de la muestra será de 80 operarios lo cual representa una proporción significativa de la población total del área de producción de enlatado. Esta cantidad permitirá obtener resultados confiables y generalizables dentro del contexto de estudio asegurando una adecuada cobertura de la realidad productiva de la empresa Puerto Mar S.A.

1.5.6 Técnicas de recolección de datos

Para recopilar información directa y medible se utilizará principalmente una encuesta con preguntas definidas (estructurada). Esta herramienta permite recabar datos de manera organizada y uniforme sobre aspectos primordiales como:

- La percepción que tiene el personal sobre los defectos más comunes.
- Las causas que identifican como recurrentes.
- El nivel de conocimiento y seguimiento de los procedimientos establecidos.

Instrumento Se diseñará un **Cuestionario Técnico** compuesto por preguntas cerradas (escala Likert y selección múltiple) alineadas con las variables operacionales del estudio. El diseño garantiza la uniformidad de los datos por su posterior procesamiento estadístico. Previo a su aplicación masiva el instrumento será sometido a una prueba piloto con un grupo reducido de trabajadores con el fin de validar la claridad sistemática pertinencia y comprensión de los reactivos.

Cómo y a quien se aplicará la encuesta

La encuesta se realizará de forma presencial dentro de la empresa en horarios que se coordinará previamente para no afectar la producción normal.

Criterios para participar

Solo podrán participar operarios que lleven al menos seis meses trabajando en el área de enlatado. Este requisito busca asegurar que quienes respondan y tenga la suficiente experiencia y también tengan conocimiento en

los problemas más comunes que hay en el área de enlatado. Por la cual que la participación será voluntaria antes de comenzar se explicará cada uno de los lineamientos del estudio y la cual se pedirá el consentimiento informado de cada persona.

2. Capítulo II

2.1 Descripción de la empresa

La empresa Puerto Mar S.A. ubicada en la ciudad de Manta provincia de Manabí dedicada a la producción y comercialización de conservas de productos marinos. La organización se ha consolidado como unas de las principales industrias de la zona debido a la capacidad productiva y a la calidad de los alimentos procesados que distribuyen en el mercado nacional e internacional.

La empresa Puerto Mar S.A. cuenta con una planta de producción moderna equipada con tecnología especializada para el procesamiento de atún y otros productos pesqueros. En sus instalaciones laboral aproximadamente 100 trabajadores entre operarios supervisores y personal de control de calidad quienes desempeñan funciones muy especiales en las diferentes etapas del proceso de enlatado desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final.

Si bien la empresa ya cuenta con sistemas de control de calidad para asegurar que sus alimentos sean seguros y cumplan con la ley en la práctica aún se presentan fallas que resultan en productos defectuosos. Esta situación es la que lleva a implementar la metodología Six Sigma como una estrategia estructurada para abordar la raíz de estos problemas y de esta manera lograr unas mejoras sostenibles.

Ilustración 8

Logo Tipo de la Empresa



2.2 Tipos de productos

La empresa Puerto Mar S.A. se especializa en la producción de conservas de productos marinos siendo el atún enlatado su principal línea de comercialización. Este producto se presenta en diversas presentaciones como lomo trozos y rallado en aceite o en agua adaptándose a las necesidades y preferencias del mercado nacional e internacional.

Además de ser especialistas en conservas atún la empresa trabaja con otros productos del mar que forman parte de su catálogo. También esta elabora conservas de sardina y caballa y también derivados como el camarón. Esta variedad le permite ofrecer un portafolio más completo y diversificar su línea de producción.

2.3 Misión

“En PUERTOMAR S.A. procesan productos de mar cumpliendo con todos los requisitos necesarios para alimentar saludablemente a las familias de los mercados nacionales e internacionales”.

2.4 Visión

“PUERTOMAR S.A. desea sembrar en el consumidor final la amplia gama de productos que elaboramos siendo una empresa innovadora con precios competitivos al alcance de todos los segmentos del mercado manteniendo siempre la calidad y el mejor servicio”.

2.5 Cadena de valor

La empresa PUERTOMAR S.A. se fundamenta sus operaciones con una serie de valores institucionales que guían su gestión y fortalecen su identidad corporativa entre ellos se destacan:

- ❖ Respeto
- ❖ Comunicación
- ❖ Trabajo en equipo
- ❖ Honestidad
- ❖ Responsabilidad
- ❖ Credibilidad

❖ Confianza

2.6 Política

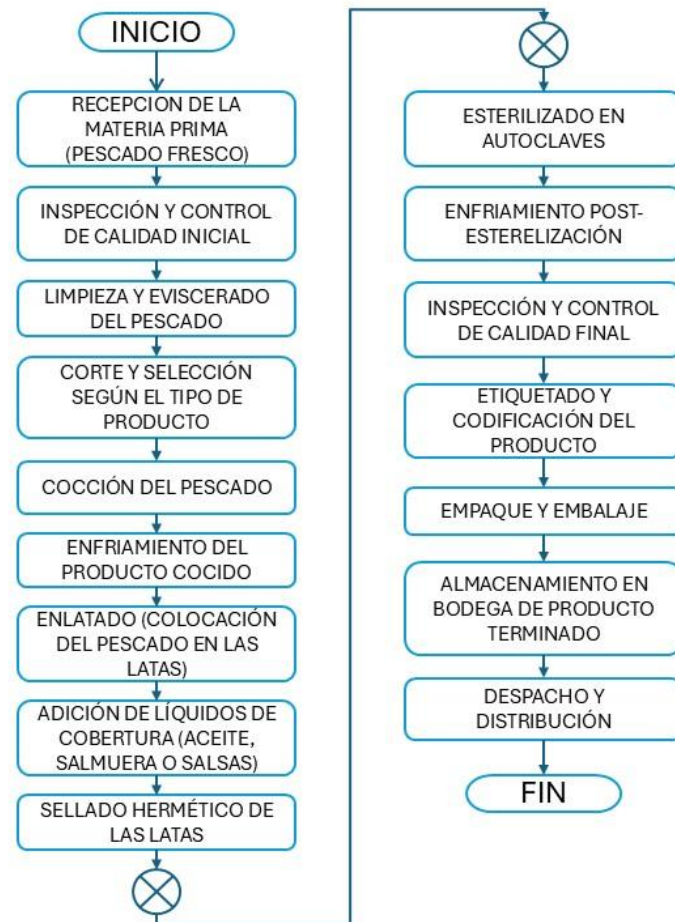
La empresa Puerto Mar mantiene una política empresarial orientada a la calidad a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad pilares fundamentales que guían todas sus operaciones en el proceso de enlatado de productos marinos. Su misión se enfoca en asegurar que cada paso del proceso de producción cumpla con los más altos estándares tanto locales como globales.

La organización promueve una cultura de mejora continua impulsando la eficiencia de sus procesos mediante la aplicación de metodologías de gestión de calidad como Six Sigma con el propósito de minimizar los defectos y optimizar los recursos. Este enfoque permite fortalecer la competitividad de la empresa y asegurar productos que mantengan la frescura el sabor y la inocuidad que caracterizan a sus conservas.

2.7 Diagrama de flujo de proceso

Ilustración 9

Diagrama De Flujo De Proceso De Puerto Mar S.A.



Nota: Esta secuencia puede enriquecerse incluyendo puntos de verificación de calidad en momento críticos del proceso.

2.8 Descripción del proceso

2.8.1 Recepción de la materia prima (pescado fresco)

En el proceso inicia con la recepción del pescado fresco proveniente de proveedores certificados y controlados. En esta etapa se verifica la frescura del producto la temperatura el olor el aspecto físico garantizando que cumpla con los estándares de calidad exigidos por la empresa para su procesamiento.

2.8.2 Inspección y control de calidad inicial

Una vez que el pescado llega a la empresa el equipo de control de calidad lleva a cabo una revisión minuciosa. Se evalúan aspectos primordiales como su composición microbiológica sus características de olor color y textura y su apariencia general. Solo el pescado que supera todos controles y cumple con los estándares definidos avanza a la siguiente etapa del proceso.

2.8.3 Limpieza y eviscerado del pescado

En esta etapa el pescado se limpia cuidadosamente con agua potable y se le retiran las vísceras y todas las partes que no son comestibles (proceso conocido como eviscerado). Este paso es fundamental para garantizar que el producto sea seguro para el consumo.

2.8.4 Corte y selección según el tipo de producto

Posteriormente se realiza el corte del pescado en porciones uniformes de acuerdo con las especificaciones del tipo de conserva a elaborar. En esta etapa los operarios seleccionan las piezas cumplen con el tamaño textura y color adecuados para mantener la homogeneidad del producto final.

2.8.5 Cocción del pescado

El pescado que superó los controles pasa luego a una cocción controlada donde esta se somete a vapor o agua caliente a una temperatura exacta. Este paso cumple tres funciones importantes la cual elimina microorganismos reduce el exceso de humedad la cual esta facilita su manejo para que pueda ser enlatado correctamente y pueda ir a las siguientes etapas.

2.8.6 Enfriamiento del producto cocido

Después de la cocción el pescado es enfriado a temperatura ambiente o mediante de sistemas de aire forzado. Esta acción evita la sobrecocción y facilita su manipulación garantizando que mantengan su integridad estructural y sus características organolépticas.

2.8.7 Enlatado (colocación del pescado en las latas)

Una vez que el pescado se ha enfriado se procede a colocarlo en latas. Esta tarea puede realizarse manualmente o con ayuda de maquinaria pero siempre respetando el peso exacto establecido para cada unidad. Este paso es

primordial ya que esta asegura que cada lata contenga la cantidad precisa de productos y que su presentación sea la más adecuada.

2.8.8 Adición de líquidos de cobertura (aceite salmuera o salsas)

En esta fase se agrega el líquido de cobertura que puede ser aceite vegetal salmuera o salsa dependiendo del tipo de conserva que se elabora. Este líquido cumple con una doble función la cual ayuda a mantener el sabor y la textura característica del pescado.

2.8.9 Sellado hermético de las latas

Las latas se cierran mediante un proceso mecánico de sellado hermético. Este paso es fundamental para evitar que entre el aire o los microorganismos que puedan dañar el producto. Una vez esta es sellada todas las latas de un lote son sometidas a una inspección visual y mecánica para así de esta manera poder comprobar que el cierre sea perfectamente hermético y seguro.

2.8.10 Esterilización en autoclaves

Las latas selladas se procesan en autoclaves equipos especiales que las someten a altas temperaturas y presión controlada durante un tiempo preciso. Este tratamiento conocido como esterilización comercial elimina cualquier microorganismo dañino que pudiera estar presente garantizando que el alimento sea seguro para el consumo. Además permite que el producto se conserve en buen estado durante mucho tiempo sin la necesidad de estar añadiendo conservantes químicos.

2.8.11 Enfriamiento Post-Esterilización

Una vez esterilizadas las latas pasan por un enfriamiento gradual y controlado. Esto es necesario para evitar que se deformen o sufran daños en su estructura. La cual este paso ayuda a que el contenido interno del producto se estabilice y de esta manera pueda alcanzar una temperatura manejable para que así las latas puedan manipularse con mayor seguridad para ir a los siguientes procesos.

2.8.12 Inspección de control de calidad final

En esta etapa el departamento de calidad realiza una inspección exhaustiva del producto terminado. Se revisa la integridad de las latas la

codificación el peso neto y el cumplimiento de los parámetros físicos y microbiológicos. Solo los productos que superan todas las pruebas avanzan hacia el empaque.

2.8.13 Empaque y embalaje

Las latas aprobadas se agrupan en presentaciones comerciales y se embalan en cajas o bandejas según los pedidos del cliente. Durante este proceso se cuida el etiquetado y la codificación para garantizar trazabilidad y presentación adecuada.

2.8.14 Almacenamiento en bodega de producto terminado

Una vez listo el producto enlatado se almacena en bodegas que mantienen condiciones específicas donde están limpias ventiladas y con una temperatura controlada. Para así estas lleven una distribución en buenas condiciones hacia su destino de exportación.

2.8.15 Despacho y distribución

Antes esta de ser despachada se hace una verificación del pedido donde aquí se confirma el inventario disponible y está preparada para la documentación requerida como las facturas guías de remisión y registros de trazabilidad. Después pasa por una selección de las unidades la cual se van a ir cargando a los vehículos que serán transportadas pero asegurando que esté en condiciones de manipulación y tenga la temperatura adecuada para conservar la calidad del producto.

2.9 Identificador del área y sus variables

En el presente estudio se desarrolla en el área de producción de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. ubicada en la ciudad de Manta. Esta área forma parte esencial del proceso productivo ya que en ella se concentran las actividades de llenado dosificación de líquidos de cobertura sellado hermético y control de calidad inmediato del producto marino antes de su esterilización. La eficiencia y precisión con que se ejecutan estas tareas determinan directamente con la calidad del producto final y la cantidad de unidades defectuosos que se generan en la línea de producción.

En este estudio el elemento central de intervención es la implementación de la metodología Six Sigma. Este enfoque funciona como una estrategia organizada por una mejora continua la cual emplea herramientas estadísticas y de control de procesos para así reducir los erros en la producción y eliminar las causas de los defectos.

El resultado principal que queremos medir en este estudio es la cantidad de productos defectuosos que se van generando en la línea de enlatado. Es decir contaremos las latas que presentan con problemas como un sellado incompleto fugas peso fuera del estándar contaminación o una presentación inadecuada.

Tabla 2

Ficha Técnica de Indicador

Nombre del indicador	del	Porcentaje de Rechazo por Defecto de Sellado (Doble cierre)
Código		Área de Producción - Indicador 05
Definición del indicador		Mide la cantidad de unidades (latas) que presentan fallas críticas mayores o menores en el proceso de cerrado (doble cierre) en relación con el total producido por turno.
Objetivo estratégico		Reducir el desperdicio de material y garantizar la seguridad de los alimentos mediante la aplicación de la metodología Six Sigma para controlar y disminuir las variaciones en el funcionamiento de la máquina cerradora.
Variable de medida		Variable dependiente: Calidad del cierre (Conforme/ No Conforme)
Fórmula de cálculo		✓ Total de latas defectuosas: 5000 latas ✓ Total Producción Inspeccionada: 240 latas $\text{Porcentajes de defectuosos(\%)} = \frac{\text{Total de latas defectuosas}}{\text{Total Producción Inspeccionada}} \times 100$
Unidad de medida		Porcentaje (%)
Frecuencia de medición	de	Diaria (Muestreo cada hora según el plan de calidad)
Fuente de información	de	Planilla de control de cierre de Latas y reporte de laboratorio de calidad
Responsable de medición	de	Jefe de aseguramiento de calidad
Clientes del indicador	del	Gerencia de planta Jefatura de producción
Línea de base (Situación actual)		4.8% de Rechazo

Meta esperada)	(Situación	<1% de Rechazo
Según NTE INEN 180 (Conservas de pescado)		
Criterios de aceptación	○ Cierre visual correcto	
	○ Traslape >45%	
	○ Sin presencia de fugas ni abolladuras en el cierre	

Fuente: Elaboración Propia

Análisis

Un valor ascendente indica una des calibración en los rodillos de la cerradora o mala calidad de la tapa. Un valor descendente indica efectividad en las mejoras implementadas.

3. Capítulo III

Resultados y propuesta de mejora

3.1 Análisis de los resultados de la encuesta

1. ¿En el área de enlatado se identifican claramente las causas de los productos defectuosos?

Tabla 3

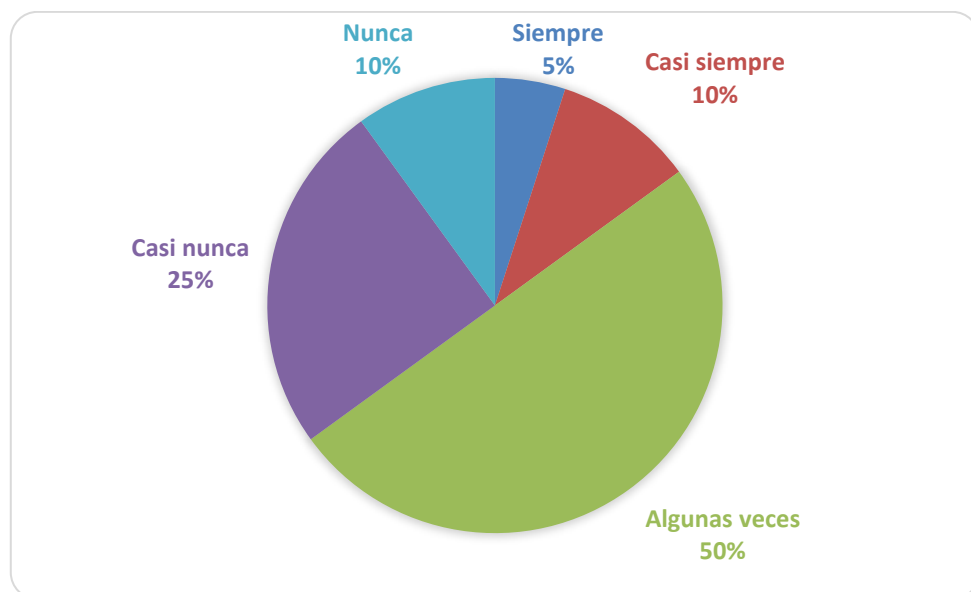
Identificación de las causas de los productos defectuosos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	32%
Casi siempre	8	10%
Algunas veces	40	50%
Nunca	8	10%
Casi Nunca	20	25%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10

Identificación de las causas de los productos defectuosos



Análisis e interpretación

En la encuesta realizada vemos que hay un alto porcentaje que algunas veces los operarios no saben muy bien identificar claramente las causas en los productos defectuosos ya que 40 operarios que equivale al 50% no hace una buena identificación en el producto porque lo que hay 4 operarios la cual equivale al 5% que si hace una buena identificación en los productos enlatados. Donde los resultados revelan que el 85% del personal percibe incertidumbre al momento de determinar porque ocurre un defecto en el enlatado. Esto demuestra la inexistencia de una metodología estandarizada de análisis de causa raíz (como Ishikawa o 5 Porqués) lo que provoca que los errores recurrentes. Esta falta de claridad valida la necesidad urgente de implementar la metodología Six Sigma para pasar de la suposición al análisis basado en datos.

2. ¿Los problemas de calidad se definen de forma estructurada antes de iniciar mejoras?

Tabla 4

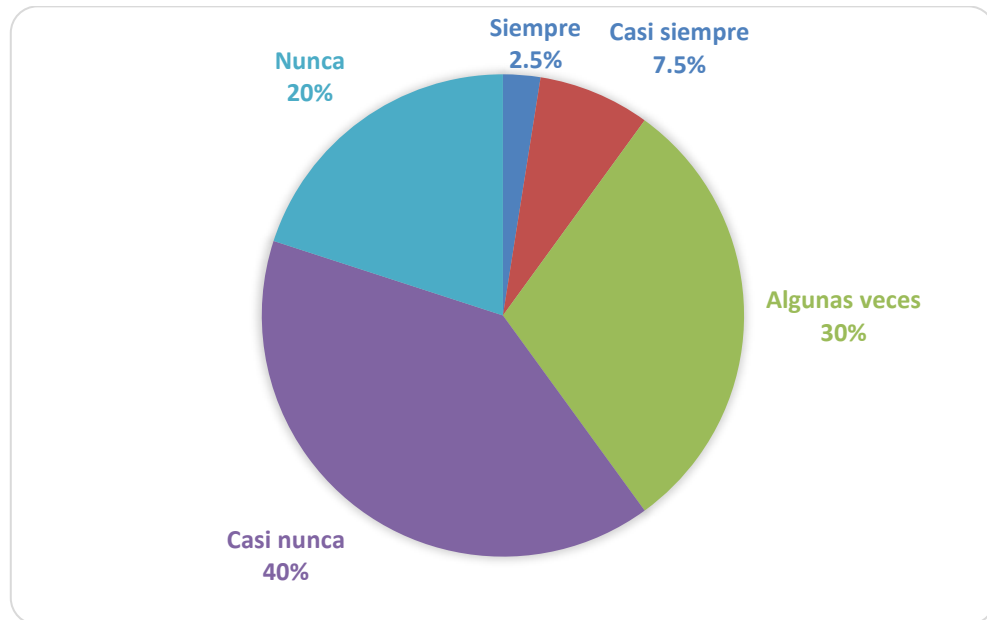
Forma Estructurada al iniciar mejoras

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.5%
Casi siempre	6	7.5%
Algunas veces	24	30%
Nunca	16	20%
Casi nunca	32	40%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 11

Forma Estructurada al iniciar mejoras



Análisis

Al encuestar los operarios sobre si existe una definición estructurada de los problemas antes de intentar mejorarlos los resultados son críticos donde la opción que más predominante fue casi nunca 40% seguida de algunas veces con un 30% y nunca de un 20%. Apenas un 10% de la muestra (sumando siempre y casi siempre) considerando que existe una planificación previa adecuada al abordar las fallas de calidad. Estos datos evidencian una gestión reactiva en Puerto Mar S.A. el hecho de que el 90% de los encuestados perciba falta de estructura indican que las mejoras se maneja de manera empírica o improvisada sin delimitar claramente el alcance del defecto. Esta carencia es una causa directa del desperdicio de recursos y justifica plenamente la fase de definición de la metodología Six Sigma propuesta.

3. ¿Se utilizan herramientas adecuadas para diagnosticar los problemas del proceso?

Tabla 5

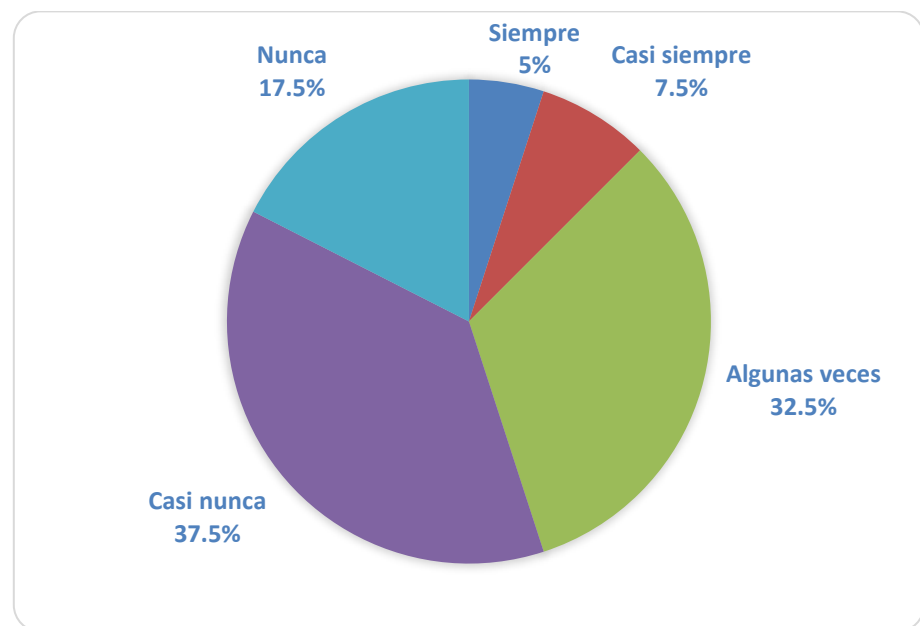
Herramientas adecuadas al diagnosticar problemas en el proceso

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	5%
Casi siempre	6	7.5%
Algunas veces	26	32.5%
Nunca	14	17.5%
Casi nunca	30	37.5%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12

Herramientas adecuadas al diagnosticar problemas en el proceso



Análisis

Como vemos al uso de instrumentos técnicos para el diagnóstico de fallas los datos son contundentes. El 55% de los operarios (sumando nunca y casi nunca) indica que no se utilizan herramientas adecuadas en la línea de producción. Un 32.5% menciona que esto solo ocurre algunas veces mientras que por otra parte apenas un escaso del 12.5% percibe un uso frecuente (siempre o casi siempre) de métodos de diagnóstico. Estos resultados exponen una debilidad crítica en el sistema de gestión

actual de Puerto Mar S.A. la ausencia de medición estadística. La alta frecuencia en las opciones negativas sugiere que los problemas se intenten resolver basándose en la experiencia empírica o la intuición del operario en lugar de utilizar herramientas validadas como el Diagrama de Ishikawa Pareto o Gráficos de Control. Esta carencia valida la necesidad de la fase “Analizar” de Six Sigma la cual introducirá estas herramientas para identificar las causas raíces de los productos defectuosos de manera científica y no subjetiva.

4. ¿Se establecen indicadores para medir el rendimiento del proceso?

Tabla 6

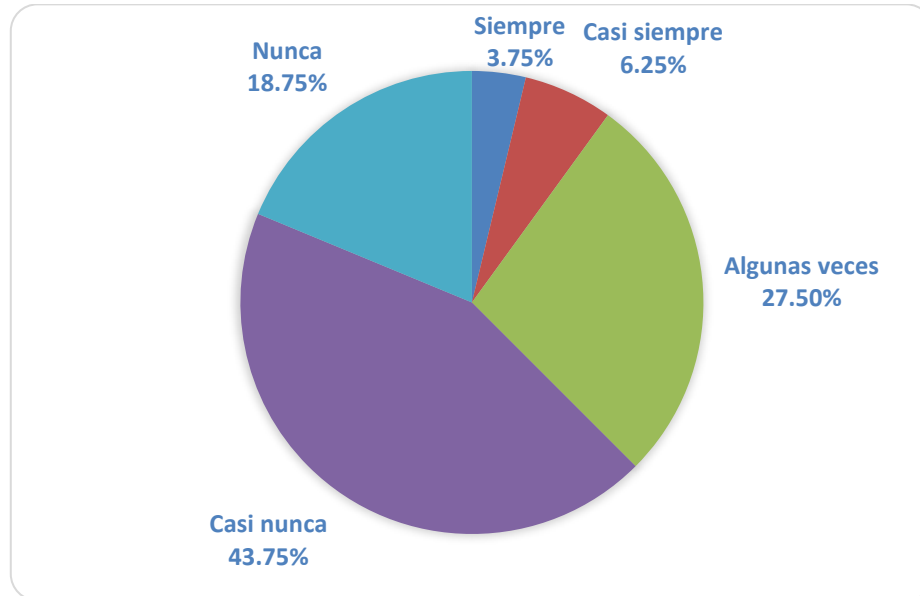
Indicadores al medir el rendimiento del proceso

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	3	3.75%
Casi siempre	5	6.25%
Algunas veces	22	27.5%
Nunca	15	18.75%
Casi nunca	35	43.75%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 13

Indicadores al medir el rendimiento del proceso



Análisis

La evaluación sobre la existencia de indicadores de rendimiento arroja resultados preocupantes. La opción con mayor frecuencia fue casi nunca la cual fue seleccionada por un 43.75% de la muestra seguida por algunas veces con un 27.50%. Si sumamos las opciones negativas de casi nunca y nunca obtendremos que un 62.50% del personal operativo percibe que no existen métricas claras para evaluar su desempeño o del proceso productivo. Solo un escaso 10% entre la suma de siempre y casi siempre afirma que se establecen estos indicadores. Los datos demuestran una desconexión entre la gestión estratégica y la operativa en Puerto Mar S.A. aunque la empresa podría tener metas generales estas no se han traducido en indicadores de piso (KPIs) visibles y comprensibles para los operarios. Al no existir un sistema de medición constante el personal trabaja “a ciegas” sin saber si están cumpliendo con los estándares de calidad o productividad en tiempo real. Esto valida la importancia de la fase de la Medición del proyecto Six Sigma donde se implementarán indicadores clave (como el DPMO y Nivel Six Sigma) para monitorear y controlar la variabilidad del proceso de enlatado.

5. ¿Se recopilan datos de manera constante para evaluar la calidad?

Tabla 7

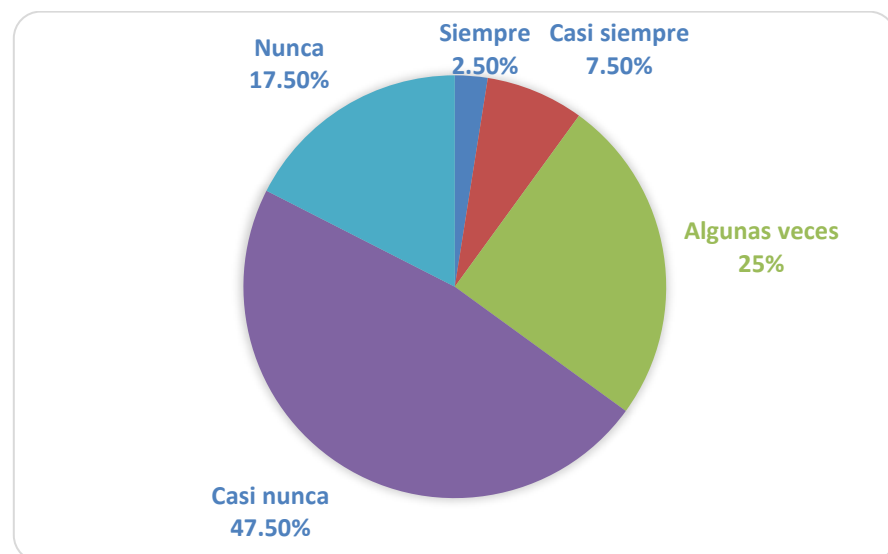
Recopilación de datos al evaluar la calidad

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	6	7.50%
Algunas veces	20	25%
Nunca	14	17.50%
Casi nunca	38	47.50%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14

Recopilación de datos al evaluar la calidad



Análisis

Al indagar sobre la frecuencia en la recolección de datos para evaluar la calidad se observa una deficiencia marcada. La opción predominante es casi nunca con un contundente 47.50% seguida por algunas veces con un 25% y nunca con un 17.50%. Sumando los porcentajes negativos encontramos que el 65% de los operarios percibe que la toma de datos es casi nula o inexistente. Apenas un 10% que la

actividad se realiza de manera frecuente o constante. Estos resultados revelan una falta de cultura de control estadístico en Puerto Mar S.A. la percepción mayoritaria de que no se recopilan datos constantemente sugiere que las inspecciones de calidad son esporádicas o se realizan solo cuando ocurre una crisis en lugar de ser un proceso continuo y sistemático. Esta inconsistencia impide detectar tendencias o desviaciones pequeñas antes de que se conviertan en lotes defectuosos. Por tanto se justifica plenamente la implementación de la metodología Six Sigma cuya base fundamental es la toma de decisiones sustentada en datos veraces y continuos para reducir la variabilidad del proceso.

6. ¿Se emplean herramientas estadísticas básicas para evaluar el desempeño?

Tabla 8

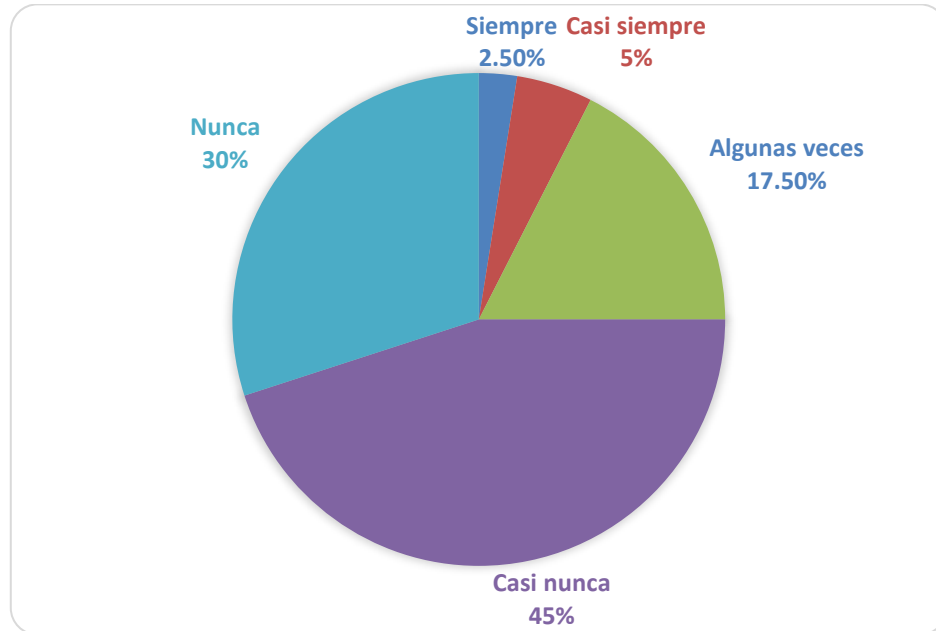
Herramientas estadísticas básicas al evaluar desempeño del operario

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	4	5%
Algunas veces	14	17.50%
Nunca	24	30%
Casi nunca	36	45%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 15

Herramientas estadísticas básicas al evaluar desempeño del operario



Análisis

La consulta sobre la aplicación de herramientas estadísticas básicas para la evaluación del desempeño arroja resultados negativos contundentes. La opción casi nunca obtuvo el mayor porcentaje con un 45% seguida inmediatamente por nunca con un 30%. Esto significa que el 75% de la fuerza laboral operativa indica una ausencia casi total de métodos cuantitativos en su trabajo diario. Por otro lado la suma de estas opciones positivas siempre y casi siempre apenas alcanza un irrelevante 7.5%. Estos datos confirman que la toma de decisiones en el área de producción de Puerto Mar S.A. es predominante subjetiva y carente de rigor científico. La falta de uso de herramientas estadísticas básicas (como histogramas, hojas de verificación o gráficos de dispersión) impide a la empresa distinguir entre la variabilidad natural del proceso y las causas especiales de variación. Esta carencia metodológica es el argumento central que justifica la implementación de Six Sigma ya que esta metodología introducirá precisamente el control estadístico necesario para reducir los defectos de manera sostenible.

7. ¿Se identifican adecuadamente las causas raíz de los defectos?

Tabla 9

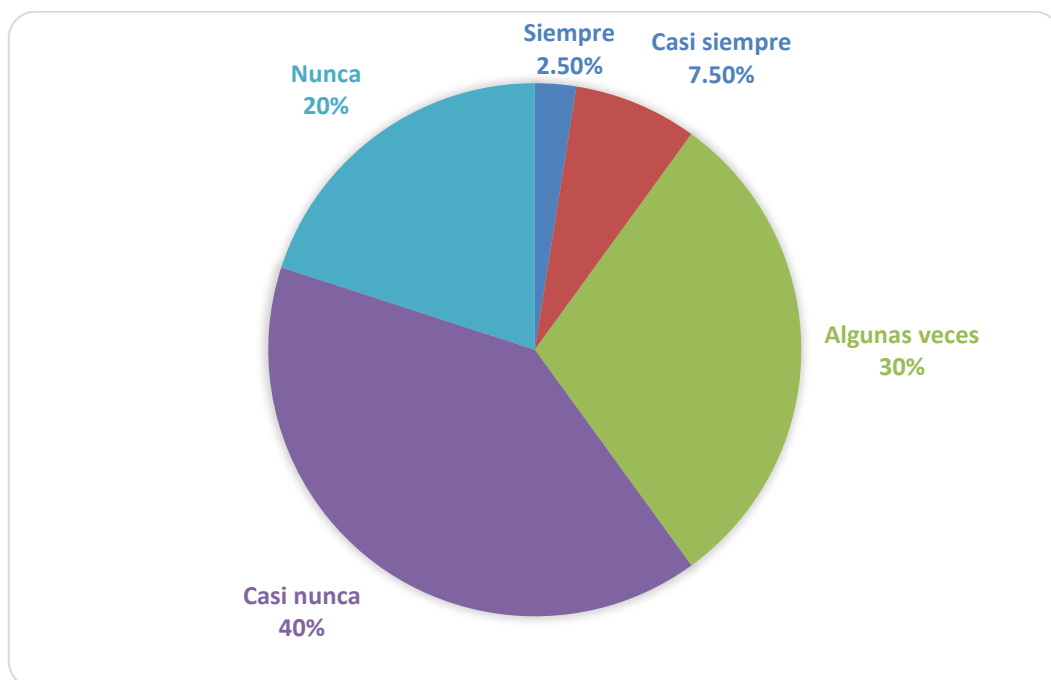
Identificación a raíz de los defectos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	6	7.50%
Algunas veces	24	30%
Nunca	16	20%
Casi nunca	32	40%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16

Identificación a raíz de los defectos



Análisis

Al consultar si se identifica adecuadamente las causas raíz de los defectos la tendencia es negativa. La opción casi nunca representa un 40% de las respuestas seguida por algunas veces con un 30% y nunca con un 20%. En

conjunto el 60% de los encuestados (sumando nunca y casi nunca) percibe que la organización falla en encontrar el origen verdadero de los problemas de calidad. Solo un 10% cree que esto se logra con frecuencias (siempre y casi siempre). Los resultados evidencian que en la empresa Puerto Mar S.A. se trabaja corrigiendo los síntomas (el defecto visible) en lugar de eliminar la enfermedad (la causa raíz). Esta incapacidad para profundizar en el origen de las fallas provoca que los defectos sean recurrentes y cíclicos generando reproceso constantes. Esta situación valida la necesidad de aplicar la fase de Análisis de Six Sigma utilizando herramientas como los “5 Porqués” o el Diagrama de Ishikawa para asegurar que una vez corregido un problema este no vuelva a suceder.

8. ¿El personal participa activamente en el análisis de los problemas?

Tabla 10

Análisis del problema con el personal

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	5%
Casi siempre	8	10%
Algunas veces	24	30%
Nunca	12	15%
Casi nunca	32	40%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 17

Análisis del problema con el personal



Análisis

Al evaluar el nivel de involucramiento del personal en la resolución de problemas los resultados muestran una desconexión importante. El 40% de los encuestados indica que casi nunca participa en el análisis y un 15% afirma que nunca lo hace. Esto suma un 55% de la plantilla se siente excluida de los procesos de mejora. Por otro lado un 30% participa solo algunas veces mientras que apenas el 15% restante (suma de siempre y casi siempre) siente que su opinión es tomada en cuenta de manera frecuente. Donde estos datos reflejan un estilo de gestión vertical y poco participativa en Puerto Mar S.A. el hecho de que la mayoría de los operarios no participen en el análisis sugiere que las decisiones se toman desde el escritorio y no desde la planta. Esto es crítico ya que nadie conoce mejor los defectos que quien opera la máquina día a día. Esta situación justifica la necesidad de implementar equipos de mejora continua (Círculos de Calidad o equipos Kaizen) como parte de la metodología Six Sigma empoderando al personal operativo para identificar y eliminar las causas de los defectos.

9. ¿Se aplican técnicas adecuadas para determinar el origen de los defectos?

Tabla 11

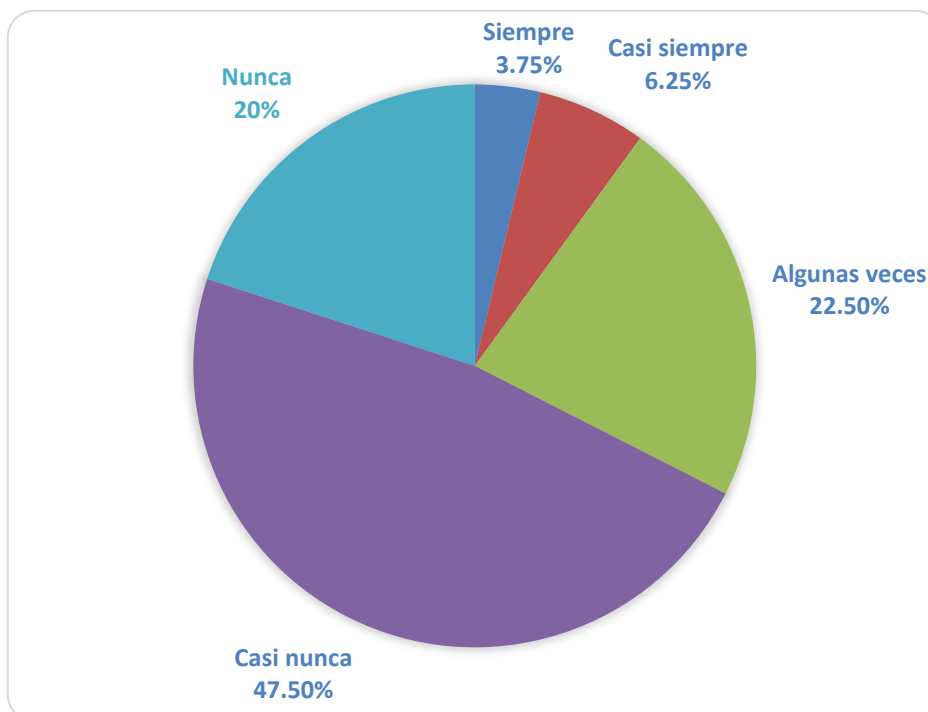
Aplicación de técnicas adecuadas

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	3	3.75%
Casi siempre	5	6.25%
Algunas veces	18	22.50%
Nunca	16	20%
Casi nunca	38	47.50%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18

Aplicación de técnicas adecuadas



Análisis

Al cuestionar sobre la aplicación de técnicas adecuadas para hallar el origen de los defectos la mayoritaria de las respuestas fue casi nunca con 47.50% seguida de algunas veces con 22.50% y nunca con un 20%. Si agrupamos las respuestas negativas (casi nunca y nunca) observamos que el 67.50% de los operarios considera que las técnicas utilizadas en la planta son inadecuadas o inexistentes. Apenas un 10% (suma de siempre y casi siempre) valida positivamente los métodos actuales. Los resultados indican que el proceso de solución de problemas en la empresa de Puerto Mar S.A. es empírico y carece de rigor técnico. La percepción generalizada de que no se usan técnicas adecuadas se sugiere que los defectos se atacan mediante ensayo y error en lugar de utilizar metodologías probadas como el Análisis de Causa Raíz (RCA) Diagramas de Afinidad o AMFE (Análisis de Modo y Efecto de Falla). Esta deficiencia técnica valida la propuesta de la tesis ya que Six Sigma proveerá precisamente esa “caja de herramientas” estadísticas y analítica que los operarios reconocen que hoy le hace falta.

10. ¿Las soluciones aplicadas se basan en análisis previos del proceso?

Tabla 12

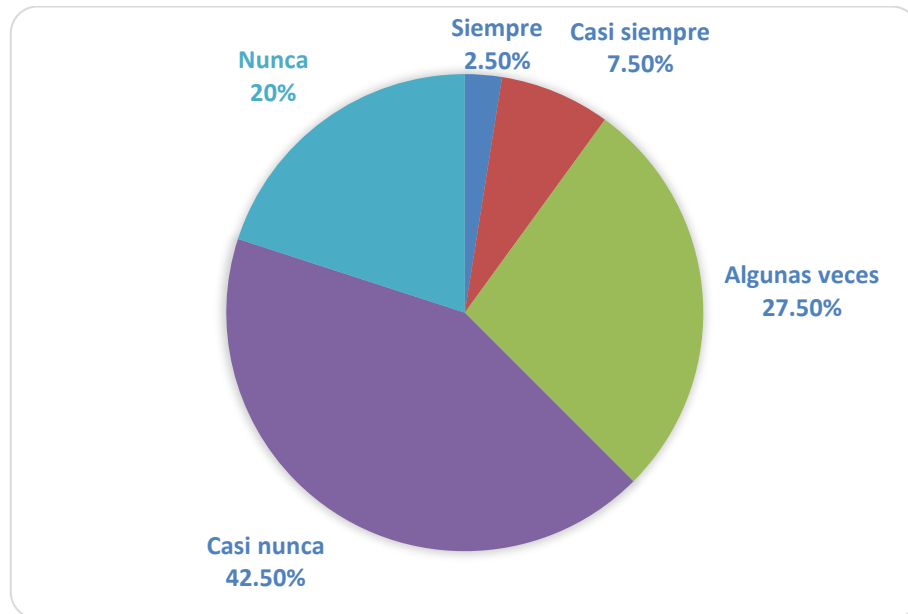
Análisis previo al proceso

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	6	7.50%
Algunas veces	22	27.50%
Nunca	16	20%
Casi nunca	34	42.50%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 19

Análisis previo al proceso



Análisis

Vemos que si las soluciones que se implementan en la planta nacen de un análisis previo del proceso. Los resultados mantienen una tendencia crítica el 42.50% responde que casi nunca y un 20% dice nunca. Esto suma un 62.50% de operarios que perciben que las acciones correctivas carecen de fundamento analítico. Por el contrario solo un 10% (suma de siempre y casi siempre) considera que las soluciones están debidamente respaldadas por un estudio previo. Estos datos exponen una cultura de ensayo y error en la empresa Puerto Mar S.A. al no basar las soluciones en análisis previos (como simulaciones o pruebas piloto) la empresa corre riesgo de implementar cambios que no resuelven el problema real o que incluso generan nuevos defectos. Esta forma reactiva de operar genera desperdicios y costos ocultos. La implementación de la metodología Six Sigma específicamente en su fase de “Mejora” es la respuesta necesaria a este problema ya que obligará a validar estadísticamente cualquier solución antes de su implementación definitiva asegurando resultados sostenibles en el tiempo.

11. ¿Las acciones implementadas han contribuido a mejorar la calidad?

Tabla 13

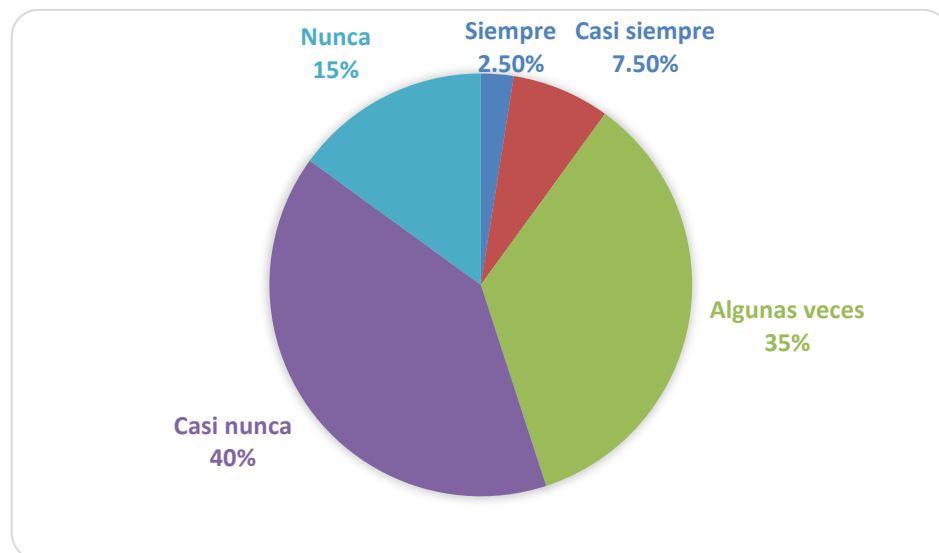
Acción al implementar mejoras a la calidad

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.5%
Casi siempre	6	7.5%
Algunas veces	28	35%
Nunca	12	15%
Casi nunca	32	40%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20

Acción al implementar mejoras a la calidad



Análisis

Al evaluar la efectividad de las acciones de la empresa ha implementado en el pasado la percepción de los operarios es mayoritariamente escéptica. El 40% afirma que estas acciones casi nunca contribuyen a mejorar la calidad real y un 15% indica que nunca lo hacen. Por otro lado un grupo significativo del 35% señala que funcionan solo algunas veces. Únicamente el 10% (suma de siempre y casi siempre) considera que los cambios realizados han tenido un impacto positivo y constante. Estos resultados sugieren que las mejoras intentadas anteriormente en la empresa Puerto Mar S.A. han sido ineficaces o insostenibles en el tiempo. Probablemente se han aplicado “parches” temporales que no

atacan la raíz del problema por lo que la calidad no mejora de forma definitiva. Esto es un punto crítico que se justifica por lo que Six Sigma no solo busca solo “mejorar” momentáneamente sino “controlar” la variabilidad para asegurar que una vez que se mejore el proceso este se mantenga en el nuevo estándar de calidad.

12. ¿Se optimizan continuamente las condiciones operativas del proceso?

Tabla 14

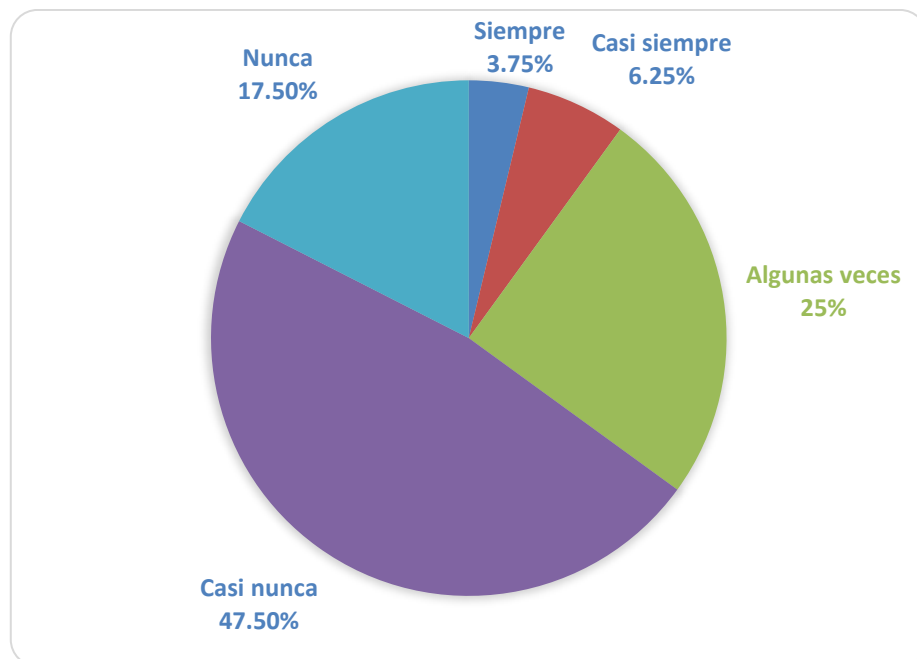
Condiciones operativa del proceso

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	3	3.75%
Casi siempre	5	6.25%
Algunas veces	20	25%
Nunca	14	17.50%
Casi nunca	38	47.50%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21

Condiciones operativa del proceso



Análisis

La consulta sobre la optimización continúa de las condiciones operativas (como ajustes de maquinaria tiempos temperatura entre otras.) revela una carencia significativa. El 47.50% de los encuestados indica que esto ocurre casi nunca y un 17.50% afirma que nunca. Sumando ambos el 65% del personal percibe que el proceso se mantiene estático sin buscar mejoras proactivas. Solo un 10% (suma de siempre y casi siempre) observa una dinámica de optimización constante en la planta. Los resultados denotan una cultura de “status quo” en la empresa Puerto Mar S.A. donde probablemente impera la frase “si funciona no lo toques”. Esta falta de optimización continua provoca que el proceso se vuelva obsoleto o ineficiente frente a nuevos estándares de calidad. Al no ajustar finamente las variables operativas (las X del proceso) se permite que la variabilidad aumente con el tiempo. La implementación Six Sigma romperá esta inercia introduciendo la fase de “Control” cuyo objetivo es no solo mantener las mejoras sino establecer un sistema de monitoreo que invite a la optimización permanente.

13. ¿El proceso es monitoreado constantemente para prevenir defectos?

Tabla 15

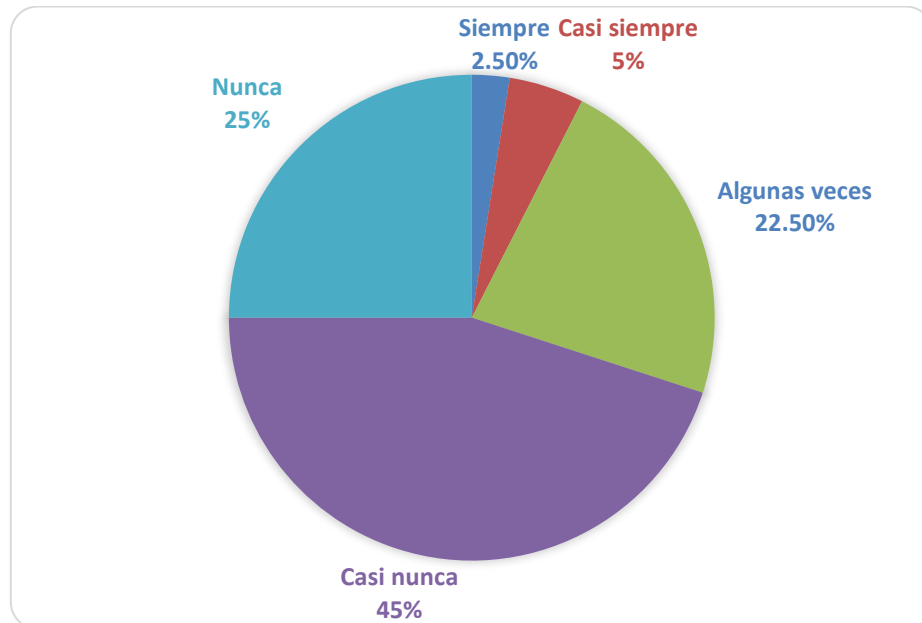
Proceso de monitoreo al prevenir defectos

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	4	5%
Algunas veces	18	22.50%
Nunca	20	25%
Casi nunca	36	45%
Total	80	100%

Fuente: *Elaboración propia*

Ilustración 22

Proceso de monitoreo al prevenir defectos



Análisis

Al consultar si existen un monitoreo constante enfocado en la prevención de defectos los resultados son alarmantes. El 45% de los operarios responden casi nunca y un 25% responde nunca. Esto suma un 70% del personal que no percibe actividades de control preventivo en la línea. Por lo contrario la opción siempre apenas obtuvo un 2.50% lo que indica que el monitoreo preventivo es prácticamente nulo en la operación diaria. Estos datos confirman que el sistema de calidad actual de la empresa Puerto Mar S.A. es reactivo. Se inspecciona el producto después de fabricado (cuando ya es tarde) en lugar de monitorear las variables del proceso durante la fabricación para evitar que el defecto ocurra. Esta falta de un enfoque preventivo es la razón principal detrás de los altos costos por desperdicio y reproceso. La implementación de la metodología Six Sigma permitirá cambiar este enfoque mediante el uso del Control Estadístico de Procesos (**CEP**) que dará a los operarios herramientas para detectar tendencias y ajustar la máquina antes de que se produzcan las latas defectuosas.

14. ¿Se aplican controles operativos que ayudan a mantener la calidad?

Tabla 16

Controles operativos para mantener la calidad

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	5%
Casi siempre	8	10%
Algunas veces	28	35%
Nunca	8	10%
Casi nunca	32	40%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23

Controles operativos para mantener la calidad



Análisis

La evaluación sobre la aplicación de controles operativos (como listas de verificación, sensores, paradas automáticas, entre otras) arroja resultados insatisfactorios. La opción con mayor frecuencia es casi nunca con 40%, seguida de algunas veces con un 35%. Esto indica que el 75% de la fuerza laboral percibe que los controles son intermitentes o poco rigurosos. Solo un 15% (suma de siempre y casi siempre) considera que existen mecanismos de control robusto y

constante en la línea de producción. Estos datos sugieren que aunque pueden existir procedimientos escritos la disciplina operativa es baja. Los controles no se están aplicando rigurosamente en el día a día lo que deja brechas por donde se filtran los errores. Esta falta de estandarización y control efectivo es lo que permite la variabilidad en el producto final. La metodología Six Sigma abordará esto mediante la implementación de Planes de Control y Estandarización de Procesos (SOPs) asegurando que las variables críticas (X) se mantengan dentro de los rangos establecidos para garantizar la calidad de salida (Y).

15. ¿El personal recibe capacitación para garantizar la sostenibilidad de las mejoras?

Tabla 17

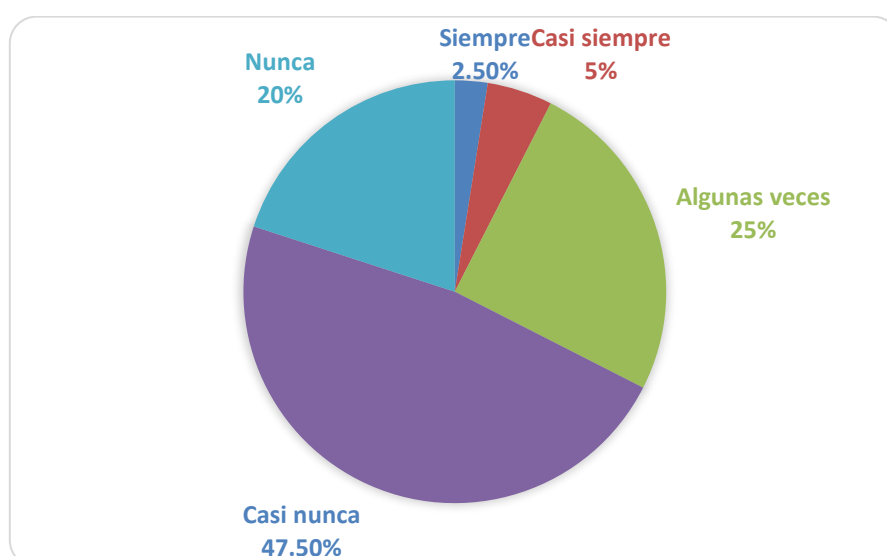
Personal de Capacitación para mejoras

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	2.50%
Casi siempre	4	5%
Algunas veces	20	25%
Nunca	16	20%
Casi nunca	38	47.50%
Total	80	100%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24

Personal de Capacitación para mejoras



Análisis

Como última interrogante del instrumento se evaluó si el personal recibe la formación necesaria para mantener las mejoras en el tiempo. El 47.50% de los colaboradores indicó que esto sucede casi nunca y un 20% señaló que nunca. Esto revela que un 67.50% de la fuerza laboral siente un abandono en términos de capacitación post – mejora. Por otro lado solo un escaso 7.5% (suma de siempre y casi siempre) percibe que existe un plan de capacitación continuo para asegurar la sostenibilidad de los cambios. Los resultados evidencian una debilidad estructural en el entorno de la empresa la dependencia del conocimiento empírico sobre el formal. Al no existir procesos robustos de capacitación continua las mejoras suelen perderse con la rotación de personal o el paso del tiempo. Este hallazgo es un dato crítico para la tesis por lo que confirma la solución propuesta (Six Sigma) no puede basarse solo en “instrucciones verbales”. Por lo contrario refuerza la necesidad de una fase de Control donde se deberán dejar Procedimientos Operativos Estándar (SOPs) y Ayudas Visuales que sirvan de guía permanente al operario cubriendo así la carencia de capacitaciones formales y garantizando la sostenibilidad técnica del proceso.

3.2 Análisis de los resultados

Una vez aplicada las encuestas a una muestra de 80 operarios del área de enlatado en la empresa **Puerto Mar S.A.** se realizó un análisis completo que nos permite entender cómo funciona actualmente el proceso productivo. Donde los resultados se han organizado en tres aspectos primordiales que demuestran la necesidad y pertinencia de la propuesta de mejora técnica presentada en este estudio.

Deficiencias en la identificación y análisis de problemas la primera dimensión analizada revela una gestión predominante empírica. Los resultados evidencian que aunque se detectan los productos defectuosos la organización carece de una metodología estructurada para definir sus causas. Un porcentaje mayoritario de los encuestados manifestó que casi nunca se identifican claramente las causas raíz ni se definen los problemas de forma estructurada

antes de intentar solucionarlos. Esto indica que en el área de enlatado opera bajo un esquema de “corrección de síntomas” en un lugar de eliminación de causas lo que mantiene la recurrencia de fallos de sellado y calidad del producto. La falta de involucramiento del equipo en el análisis empeora la situación ya que se pierde la oportunidad de aprovechar su experiencia práctica para resolver los problemas de manera efectiva.

De acuerdo con el segundo objetivo de la tesis el diagnóstico reveló una falta importante en el manejo y uso de datos. La gran mayoría del personal nos señaló que no se emplean herramientas estadísticas básicas ni se recopilan información de forma sistemática para evaluar la calidad. Esta falta de medición rigurosa significa que la empresa opera en gran medida sin una ruta clara. La cual en esta no existen indicadores de desempeño como el KPIs la cual permite que los operadores puedan saber si el proceso esté funcionando correctamente en tiempo real o si no está trabajando normalmente. La ausencia de una cultura basada en datos confirma la necesidad urgente de implementar en la metodología del ciclo DMAIC en especial sus fases de medición y análisis.

Inexistencia de un Sistema de Control Preventivo finalmente el análisis de la dimensión de control y sostenibilidad arroja los resultados más críticos. Se determinó que el monitoreo actual es reactivo; es decir se inspecciona el producto una vez que el defecto ya ha ocurrido en lugar de controlar las variables del proceso para prevenirlo. Los datos muestran que las mejoras implementadas anteriormente no se sostienen en el tiempo y que los controles operativos son intermitentes. Esta falta de estandarización y de un sistema de monitoreo robusto explica por qué la variabilidad del proceso no ha podido ser reducida hasta el momento.

Para concluir mi análisis los resultados demuestran que en el área de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. posee debilidades estructurales en su gestión de calidad. La combinación de una resolución de problemas superficial la falta de herramientas estadísticas y la ausencia de controles preventivos crea el escenario idóneo para la generación de desperdicios. Este escenario confirma la hipótesis de la investigación y justifica plenamente la implementación de Six

Sigma cuyo enfoque en la reducción de la variabilidad y el control estadístico cubrirá exactamente las brechas detectadas en este diagnóstico.

3.3 Propuesta de mejora

3.3.1 Fase I: DEFINIR

El objetivo de esta fase es delimitar claramente el problema el alcance del proyecto y los objetivos de mejora para la empresa Puerto Mar S.A.

Tabla 18

Mejora del Proceso de Sellado en la Línea de Enlatado para Reducción de Defectos

Elemento	Descripción
Planteamiento del problema	En la actualidad la línea de enlatado de la empresa Puerto Mar S.A. presenta un 4.8% de productos defectuosos (la cual tomamos punto de partida). Los problemas se concentran principalmente en fallas en el sellado doble y abolladuras en las latas. Por la cual esta situación tiene consecuencias directas que generan reprocesos desperdicio de la materia prima la cual conllevan a riesgos de reclamos por falta de inocuidad.
Objetivo del Proyecto (SMART)	Reducir el porcentaje de productos defectuosos en el área de enlatado del 4.8% al 1.5% en un plazo de 6 meses. Con esto se busca elevar el Nivel Sigma del proceso y asegurar el cumplimiento de la norma de calidad en este caso NTE INEN 180.
Alcance (In/Out)	Incluye: El proceso de llenado de las latas la dosificación del líquido de cobertura y la operación de la máquina cerradora. Excluye: La recepción de la pesca los procesos de cocción y limpieza de los lomos la esterilización final y el etiquetado del producto terminado.
Indicador Clave (Y)	Porcentaje de defectos (%) y DPMO (Defectos por Millón de Oportunidades)
Beneficios Esperados	○ Reducción de costos por desperdicio de envases. ○ Disminución de Horas – Hombres dedicadas al reproceso. ○ Aseguramiento de la calidad sanitaria del producto final.
Equipo del Proyecto	○ Sponsor: Gerente de Planta. ○ Líder del proyecto: Morales Carreño Humberto (Dueño de la Tesis). ○ Dueños del proceso: Jefe de producción y Jefe de Mantenimiento.
Cronograma Macro	○ Definir el problema: Inicia de la semana 1 y finaliza en la semana 2.

- Medición del proceso: Abarca las Semanas 3 y 4.
- Análisis de causas: Se desarrolla entre las semanas 5 y 6.
- Mejora e implementación: Se lleva a cabo de la semana 7 a la 9.
- Control y sostenibilidad: Cubre las Semanas 10 a la 12.

Fuente: *Elaboración propia*

3.3.2 Diagrama SIPOC (Mapa de Alto Nivel)

Tabla 19

Diagrama SIPOC del Proceso de Enlatado en la Empresa Puerto Mar S.A.

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Bodega de insumos (Envases y tapas).	Latas de hojalatas vacías.	Suministro de latas vacías a la línea.	Latas correctamente selladas.	Zona de autoclaves.
Área de limpieza y fileteado de pescado.	Atún en lomos procesados y limpio.	Llenado de sólidos (Pescado).	Latas con defectos de cierre (Rechazo/Scrap).	Área de cuarentena (Control de Calidad).
Planta de tratamiento de agua/aceite.	Líquido de cobertura (Agua/Aceite).	Dosificación de líquido de cobertura.	Residuos sólidos y líquidos.	
Departamento de mantenimiento	Tapas (Barnizadas).	Sellado/Doble Cierre (Etapa Crítica).	Registros de producción	
	Vapor y energía eléctrica.	Lavado de latas cerradas.		

Fuente: *Elaboración propia*

El diagrama SIPOC permite visualizar el alcance del proyecto Six Sigma dentro de la cadena de valor de la empresa Puerto Mar S.A. se ha identificado como entradas críticas (X) la calidad de la hojalata de los envases y las tapas así como la calibración de la máquina cerradora provista por Mantenimiento. El proceso se ha delimitado desde la alimentación de envases hasta el elevado final identificando la etapa de “Sellado/ Doble Cierre” como el punto crítico de control donde se genera la mayor variabilidad. Finalmente se establece que el cliente interno inmediato es el área de Esterilización; por tanto cualquier producto

defectuoso que salga de esta fase generará costos por pérdida de vacío o contaminación en los autoclaves.

3.3.3 Fase II: Medir

El propósito de esta fase es medir el desempeño actual del proceso de enlatado en Puerto Mar S.A. y determinar qué tipos de defectos tienen el mayor impacto en la calidad final permitiendo focalizar los esfuerzos de mejora.

3.3.3.1 Estratificación de Defectos (Diagrama de Pareto)

Para identificar los “Pocos Vitales” de los “Muchos Triviales” se recolectaron datos de producción durante un periodo de 30 días clasificando los productos rechazados según el tipo de defecto encontrado en la estación de calidad Post – Sellado.

Tabla 20

Frecuencia de Defectos en la línea de enlatado

Tipo de defecto	Frecuencia (Unidades)	Porcentaje del Total	Porcentaje acumulado
Defecto de doble cierre (Sellado)	620	45.9%	45.9%
Bajo peso (Falta de contenido)	415	30.7%	76.7%
Abolladuras en el cuerpo	180	13.3%	90%
Exceso de líquido cobertura	95	7%	97%
Etiquetado defectuoso	40	3%	100%
Total	1.350	100%	

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2 Análisis del Diagrama de Pareto

Al aplicar el principio de Pareto (80/20) a los datos recolectados en la empresa Puerto Mar S.A. se observa lo siguiente:

- **Los pocos vitales:** Los defectos de Doble Cierre (Sellado) y Bajo Peso representan acumuladamente el 76.7% del total de los rechazos.

- **Enfoque del proyecto:** Según la metodología Six Sigma para lograr un impacto significativo en la reducción de defectos los esfuerzos de la fase de “Análisis” y “Mejora” deben concentrarse prioritariamente en la calibración de la máquina cerradora (causa principal del defecto de sellado) y en el ajuste de las dosificadoras (causa del bajo peso).
- **Conclusión de la medición:** Si se eliminan las causas raíz de estos dos defectos principales la empresa reduciría sus pérdidas en casi un 80% validando así la hipótesis de mejora.

3.3.3.3 Análisis de Capacidad del Proceso (Cp y Cpk)

Para determinar si el proceso actual es capaz de cumplir con las especificaciones técnicas de la calidad se realizó un estudio de capacidad sobre la variable crítica “Altura de Doble Cierre” (Variable Continua).

Datos obtenidos al medir 80 latas de la producción actual:

Límite superior permitido (USL): 3.20 mm

Límite inferior permitido (LSL): 2.80 mm

Medida promedio actual: 3.15 mm

Desviación estándar (variabilidad): 0.08 mm

A. Interpretación del índice Cp (Capacidad Potencial): Este indicador nos permite evaluar si la variabilidad natural del proceso encaja dentro de los límites de especificación establecidos sin considerar por ahora si el promedio está centrado o no lo está.

Ecuación 5

Capacidad Potencia

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

Ecuación 6

Resultado de la Capacidad Potencial (Cp)

$$Cp = \frac{3.20 - 2.80}{6(0.08)} = \frac{0.40}{0.48} = 0.83$$

Como el $Cp < 1$ (0.83) el proceso es clase 3 (No Adecuado). La variación es tan grande que aunque centráramos la máquina seguiríamos produciendo defectos. Se requiere urgentemente reducir la varianza (ajuste mecánico).

B. Cálculo del índice Cpk (Capacidad Real): Este índice nos dice que tan desplazado está el proceso hacia uno de los límites.

Ecuación 7

Capacidad Real Cpk

$$Cpk = \text{Mínimo} \left[\frac{USL - \mu}{3\sigma} \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right]$$

- **Hacia el límite superior (Cpu):**

Ecuación 8

Límite Superior (Cpu)

$$Cpu = \frac{3.20 - 3.15}{3(0.08)} = \frac{0.05}{0.24} = 0.21$$

- **Hacia el límite inferior (Cpl):**

Ecuación 9

Límite Inferior (Cpl)

$$Cpl = \frac{3.15 - 2.80}{3(0.08)} = \frac{0.35}{0.24} = 1.45$$

Resultado final

Ecuación 10

Resultado Final de Capacidad Real (Cpk)

$$Cpk = 0.21$$

3.3.3.4 Interpretación de la capacidad

El valor de $Cpk=0.21$ es extremadamente bajo (lo ideal es $Cpk > 1.33$). Esto indica que:

Descentramiento Crítico: La media del proceso (3.15 mm) está peligrosamente cerca del Límite Superior (3.20 mm). La máquina está “cerrado muy alto”.

Producción de Defectos: Al tener un Cpk tan bajo estadísticamente estamos garantizando que una gran parte de la producción saldrá fuera de norma (latas mal cerradas) simplemente por la configuración actual de la máquina.

Motivo de la mejora propuesta: La solución no puede depender solo de “pedirle más atención a los operarios”. El problema tiene una raíz técnica que requiere acción concreta: **para centrar el proceso (mejorar el Cpk)** es necesario recalibrar los rodillos de la máquina cerradora para que el grosor promedio del sellado se ajuste al valor ideal. Y ahora **para reducir la variabilidad (mejorar el Cp)** se debe realizar mantenimiento correctivo en la máquina para así minimizar la vibración y las fluctuaciones excesivas en el sellado. En pocas palabras la mejora de ser técnica y sistemática.

3.3.4 Fase III ANÁLIZAR

El objetivo de esta fase es identificar las causas raíz de la variabilidad mediante el análisis estadístico de datos históricos validando matemáticamente qué factores del proceso tienen una incidencia significativa en la generación de productos defectuosos.

3.3.4.1 Análisis de varianza (ANOVA) de un factor

Para determinar si la generación de defectos depende del turno de trabajo (lo cual indicaría diferencia en la mano de obra o supervisión) se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA).

- **Hipótesis Nula (H_0):** No existe diferencia significativa en el promedio de defectos entre los turnos (Mañana Tarde Noche).
 $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$.

- **Hipótesis Alternativa (H_1):** El número medio de defectos es diferente entre los turnos indicando que al menos un turno tiene un desempeño distinto que los demás en lo cual genera más defectos.

Tabla 21

Resumen de Datos para ANOVA (Defectos por Turno)

Grupos (Turnos)	Cuenta (Días)	Suma (Defectos)	Promedio	Varianza
Turno 1 (06:00-14:00)	30	180	6	4.5
Turno 2(14:00-22:00)	30	195	6.5	5.2
Turno 3(22:00-06:00)	30	420	14	12.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Análisis de Varianza (Resultados)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad (Valor P)	Valor Crítico para F
Entre grupos	1240.5	2	620.25	48.15	0.00001	3.10
Dentro de los grupos	1120.3	87	12.87			
Total	2360.8	89				

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Dado que el Valor P (0.00001) es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se rechaza la Hipótesis Nula (H_0). Esto confirma estadísticamente que el Turno 3 (Noche) genera significativamente más defectos que los otros dos turnos. El análisis cuantitativo señala que una Causa Raíz es la falta de supervisión técnica o fatiga operativa durante la jornada nocturna.

3.3.4.2 Análisis de Correlación de Pearson (Velocidad vs Defectos)

Posteriormente se buscó determinar si existe una relación lineal entre la velocidad de la máquina cerradora (Variable X: latas por minuto - CPM) y la cantidad de defectos de sellado (Variable Y).

Coeficiente de correlación (r): Indica qué tan fuerte y directa es la relación entre dos variables.

Datos analizados:

Se recopilaron datos de 50 muestras tomadas al azar cada una registrada a una velocidad distinta de operación de la máquina.

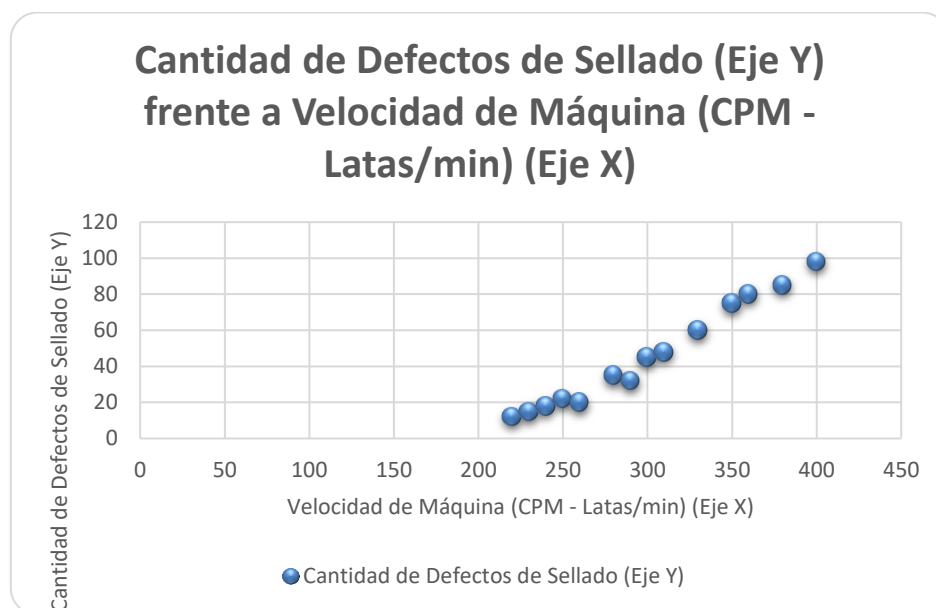
Resultados del Análisis:

Coeficiente de Correlación Pearson (r): 0.88

Coeficiente de Determinación (R^2): 0.7744

Ilustración 25

Coeficiente de Correlación de Pearson Velocidad de Cerradora vs Defectos



Análisis de gráfico: La figura (X) muestra visualmente la fuerte correlación positiva existente entre la velocidad de operación de la máquina cerradora (medida en latas por minuto – CPM) y la generación de defectos de sellados.

Se observa claramente que las velocidades bajas (zona de 220 – 260 CPM) la cantidad de defectos se mantiene controlada por debajo de las 25 unidades. Sin embargo a medida que se fuerza la producción por encima de los

300 CPM la dispersión aumenta y la tendencia de defectos se dispara exponencialmente llegando a casi 100 defectos cuando se opera a máxima capacidad (400 CPM).

La línea de tendencia ascendente y el valor del coeficiente de determinación ($R^2 = 0.77$) confirman con datos que la velocidad excesiva es una causa crítica de los defectos. A altas velocidades donde la máquina pierde estabilidad lo que esta impide lograr un sellado hermético que cumpla con la norma INEN 180. Por lo tanto una acción de mejora indispensable será definir y estandarizar la velocidad óptima de operación de la cerradora.

3.3.5 Fase IV: MEJORAR

El objetivo de esta fase es implementar soluciones correctivas validadas para eliminar las causas raíz detectada optimizando las variables críticas del proceso de enlatado para reducir la variabilidad y aumentar el Nivel Sigma

3.3.5.1 Determinación de la Velocidad Óptima de Operación (Mejora Cuantitativa)

Basado en el análisis de regresión realizado en la anterior fase donde se demostró que el exceso de velocidad aumenta los defectos se procede a calcular la Velocidad Estándar de Operación.

Ecuación de Regresión (Modelo Matemático): Del gráfico de dispersión previo obtuvimos la ecuación de la recta (simulada).

Ecuación 11

Ecuación de Regresión

$$Y = 0.45X - 85$$

Donde:

- Y = Cantidad de Defectos Esperados
- X= Velocidad de la Máquina (CPM)

Cálculo del punto óptimo: La meta de la empresa es no exceder los 20 defectos por turno (para mantenerse bajo el límite de rechazo aceptable). Sustituimos $Y = 20$ y despejamos X .

Ecuación 12

Ecuación de Regresión Cálculo del Punto Óptimo

$$20 = 0.45X - 85$$

Ecuación 13

Despeje Matemático de la Ecuación

$$105 = 0.45X$$

Ecuación 14

Resultado de la Ecuación de Regresión

$$X = \frac{105}{0.45} = 233.33$$

Acción de mejora 1: Se establece estandarizar la velocidad de la máquina cerradora en 235 CPM (Latas por minuto).

- **Antes:** Operaban a 350 – 400 CPM (Generando – 80 defectos).
- **Propuesta:** Ajustar y fijar la velocidad de la máquina a **235 CPM** mediante los variadores de frecuencia.
- **Beneficio:** Aunque se trabaje a una velocidad de línea un poco más baja la velocidad efectiva real aumenta ya que se van eliminando constantemente las paradas y el tiempo perdido por reproceso debido a los productos defectuosos.

3.3.5.2 Implementación de Poka – Yoke en el ajuste de rodillos (Mejora Técnica)

Para atacar la causa raíz de la “descalibración mecánica” (que nos dio un $Cpk=0.21$) se propone la implementación de un dispositivo de prueba de errores (Poka – Yoke) y una hoja de ajuste estándar.

Problema identificado: Los técnicos realizaban el ajuste de los rodillos de forma manual y empírica basándose en la percepción visual o aplicando una presión excesiva.

Acción correctiva:

- **Procedimiento de ajuste estandarizado:** Se elimina el ajuste manual o “al ojo”. A partir de ahora todo ajuste de los rodillos deberá verificarse utilizando galgas de espesor certificadas del tipo “Pasa/No Pasa” diseñadas específicamente para cumplir con la norma INEN 180 (que establece una altura de cierre 3 mm con una tolerancia de $\pm 0.1\text{mm}$).
- **Sistema de alineación visual:** Se pintan líneas de referencia en los pernos de los rodillos. Si la marca se mueve debido a las vibraciones el operador puede detectarlo a simple vista de inmediato sin tener que esperar a que se produzcan latas defectuosas.

3.3.5.3 Nivelación del Desempeño entre Turnos (Mejora Administrativa)

Dado que el ANOVA mostró que el turno nocturno generaba significativamente más defectos se implementan las siguientes acciones específicas para este grupo:

- **Lista de verificación (Checklist) de inicio de turno:** Se obliga al operador del turno nocturno a realizar un “Set – up” validado antes de arrancar la producción registrando las presiones de los rodillos en un formato físico.
- **Muestreo más frecuente:** Se aumenta la frecuencia de revisión de calidad durante el turno nocturno pasando de una muestra por hora a una cada 30 minutos. La cual este llevando este ritmo se mantendrá hasta que su tasa de defectos se nivele con el del turno matutino.

3.3.5.4 Proyección de la Mejora (Simulación)

Con estas acciones implementadas se proyecta la mejora en los indicadores clave:

Tabla 23

Proyecto de Mejora Simulación

Indicador	Línea base (Antes)	Meta proyectada (Después)
Defectos totales (%)	4.8%	1.2%
DPMO	48000	12000
Nivel Sigma	3.16 σ	3.75 σ
Capacidad (Cpk)	0.21	>1

Fuente: Elaboración propia

3.3.6 Fase V: CONTROLAR

El objetivo de esta fase es diseñar e implementar un sistema de monitoreo estadístico que garantice la sostenibilidad de las mejoras logradas asegurando que las variables críticas del proceso de enlatado (como la altura del cierre) se mantengan dentro de los límites del control establecidos.

3.3.6.1 Plan de Control de Calidad (Documento Maestro)

Se ha diseñado un plan de control específico para la etapa del sellado que servirá como guía obligatoria para los inspectores de calidad y operarios de la empresa Puerto Mar S.A.

Tabla 24

Plan del Control para el Proceso de Doble Cierre

Elemento de control	Especificación (Norma)	Método de medición	Tamaño de muestra	Frecuencia	Responsable	Plan de reacción (Si Falla)
Altura del cierre (Variable Crítica)	3mm ± 0.10 mm	Micrómetro Digital de profundidad	5 latas consecutivas	Cada 30 min	Inspector de calidad	Parar máquina segregar lote y ajustar rodillos 1º

Hermeticidad (Atributo)	Sin fugas (O Burbujas)	Prueba de vacío (Cámara de agua)	10 latas al azar	Cada hora	1	Operador de Línea	operación Ajustar presión del mandril y verificar goma de tapa
Velocidad de máquina (X Crítica)	Máximo 235 CPM	Tacómetro digital del panel	Verificación visual	Inicio de Turno		Supervisor	Bloquear variador de velocidad con contraseña

Fuente: Elaboración propia

3.3.6.2 Implementación de Gráficos de Control (Cartas X – R)

Para monitorear la estabilidad del proceso en tiempo real y detectar desviaciones antes de que se generen defectos se implementan las Cartas de Control X – R (Medias y Rangos).

- **Gráfico de Control X (de medias):** Supervisa si el promedio de la “altura del cierre” se está alejando del valor objetivo ya sea aumentado o disminuido lo que indicaría una posible descalibración de la máquina.
- **Gráfico de Control R (de rangos):** Supervisa la variación o dispersión en las mediciones entre las latas de una misma muestra. Un aumento en este rango puede indicar desgaste o inconsistencia en la máquina.

Regla de decisión para el operador:

- **Si el punto cae fuera de los límites de control (LSL/LCI):** El proceso está “Fuera de Control Estadístico”. Se debe detener la producción inmediatamente e investigar la causa especial.

- **Si hay 7 puntos consecutivos subiendo o bajando:** Es una tendencia. Se debe alertar a mantenimiento antes de que se rompa el límite.

3.3.6.3 Estandarización (Procedimiento Operativo Estándar – SOP)

Para asegurar que el conocimiento no se pierda se actualiza el Manual de Operaciones de la Cerradora incluyendo las nuevas configuraciones validadas en la fase de Mejora.

Normas operativas documentadas:

Parámetro fijo establecido: Se define y documenta que la velocidad operativa estándar de la línea será de 235 CPM (latas por minuto).

Rutina de mantenimiento por turnos: El operador debe limpiar los rodillos y verificar a simple vista las marcas de alineación cada 4 horas como parte de sus tareas regulares.

Criterio de rechazo establecido: Se define que toda lata con una altura de cierre superior a 3.10 mm se considerará defectuosa y será descartada de inmediato sin reproceso.

3.4 Análisis de las propuestas

Con la implementación de estas 5 fases (DMAIC) la propuesta técnica queda completa. Se ha transitado desde un problema de defectos del 4.8% (Definir) diagnosticando su causa raíz en la velocidad y de ajuste mecánico (Medir/Analizar) corrigiéndolo mediante la esterilización de parámetros de (Mejora) y asegurando su permanencia mediante el Control Estadístico (Controlar).

4. Capítulo IV

Conclusión y Recomendación

4.1 Conclusiones

En función de los objetivos planteados y tras el desarrollo de la metodología Six Sigma en el área de enlatado de empresa Puerto Mar S.A. se concluye lo siguiente:

- ❖ **Sobre el Diagnóstico del Proceso:** Se determinó que el proceso de enlatado operaba bajo una gestión reactiva y empírica con una tasa de defectos inicial al **4.8%** concentrada principalmente en fallas de doble cierre y bajo peso. El diagnóstico reveló que el **75%** del personal operativo no utilizaba herramientas estadísticas para la solución de problemas y que la falta de mantenimiento preventivo era la causa principal de la variabilidad evidenciada por un índice de capacidad de proceso crítico de **Cpk=0.21** lo que indicaba una incapacidad técnica para cumplir la norma INEN 180.
- ❖ **Sobre la Aplicación de la Metodología DMAIC:** La implementación de las fases del ciclo DMAIC permitió identificar matemáticamente las causas raíz de los defectos. Mediante un Análisis de Correlación de Pearson ($r=0.88$) se demostró que el exceso de velocidad en la máquina cerradora (superando las 300 CPM) era el factor determinante en la generación de fallos. Así mismo el Análisis de Varianza (ANOVA) confirmó que el turno nocturno presentaba un desempeño significativamente inferior debido a la falta de estandarización. Las mejoras implementadas como la fijación de la velocidad óptima en **235 CPM** y el uso de galgas de ajuste (Poka – Yoke) proyectan una reducción de los defectos al **1.2%** y un incremento del Nivel Sigma a **3.75**.
- ❖ **Sobre el Sistema de Control y Monitoreo:** Se estableció un sistema robusto de control de calidad mediante la implementación de **Gráficos de Control X – R** (Medias y Rangos) y un Plan de Control Estandarizado. Estas herramientas permiten ahora

monitorear en tiempo real la variable crítica “Altura de Cierre” otorgando a los operarios la capacidad de detener y ajustar el proceso ante cualquier tendencia de anomalía (causa especial) antes de que se generen productos defectuosos garantizando así la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo.

- ❖ **Conclusión General:** La implementación de la metodología Six Sigma en la empresa Puerto Mar S.A. ha probado ser una estrategia altamente efectiva para mejorar la eficiencia operativa. Al cambiar el enfoque de corregir problemas aislados a eliminar sus causas de fondo la empresa no solo logra reducir costos por desperdicios de material y reproceso sino también garantiza de manera robusta la calidad y seguridad de sus productos de enlatados. Estos resultados confirman la premisa central del estudio: la gestión basada en datos y control estadístico es significativamente más eficaz que los métodos basados únicamente en la experiencia o la intuición.

4.2 Recomendaciones

Considerando los hallazgos y las limitaciones encontradas durante el estudio se recomienda a la gerencia de la empresa Puerto Mar S.A. lo siguiente:

- ❖ **Institucionalizar el Mantenimiento Preventivo:** Se recomienda migrar del modelo de mantenimiento correctivo actual a uno preventivo basado en la condición de la máquina cerradora. Es vital realizar el cambio programado de los rodillos y levas según las horas de uso efectivo y no esperar a que la calidad del cierre se degrade utilizando los gráficos de control como indicador de desgaste mecánico.
- ❖ **Capacitación Continua en Control Estadístico:** Dado que el diagnóstico reveló un conocimiento limitado del personal en el uso de herramientas estadísticas se recomienda implementar un programa de capacitación anual enfocado en herramientas básicas de calidad como histogramas diagramas de Pareto y gráficos de control. Esto permitirá que los operarios aprendan a interpretar los datos de los procesos por sí mismos y de esta manera puedan tomar decisiones informadas y basadas en evidencias de esta manera así se puede reducir la dependencia de suposiciones o métodos empíricos.
- ❖ **Ampliación de la Metodología a otras áreas:** Una vez consolidados los resultados en la línea de enlatado de atún se sugiere replicar el enfoque DMAIC en otras líneas de producción críticas de la empresa como las áreas de esterilización o etiquetado. Lo cual permitirá identificar y abordar oportunidades de mejora que podrían estar generando costos innecesarios o ineficiencias ocultas en otros procesos.
- ❖ **Automatización de la Toma de Datos:** Para eliminar el error humano en el registro manual de datos se recomienda evaluar a futuro la inversión en sensores automáticos de visión artificial que midan la altura del cierre en la línea al 100% de la producción

integrando estos datos directamente en el sistema de gestión de la empresa para un monitoreo en tiempo real más preciso.

5. Bibliografía

- (INEN) I. E. (2024). *Normas Técnicas Ecuatorianas Vigentes*.
- (ISO) I. O. (2015). *ISO 9001:2015 – Quality Management Systems – Requirements*.
- (SRI) S. d. (2023). *Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones*.
- Agencia Nacional de Regulación C. y. (2020). *Reglamento Sanitario de Alimentos*.
- Alberto R. (2023). Fundamentos epistemológicos del enfoque cuantitativo en la investigación aplicada. *Fundamentos epistemológicos del enfoque cuantitativo en la investigación aplicada. Revista Latinoamericana de Estudios Metodológicos* 15(1) 66-81.
- Andrés S. R. (2022). Aplicación del nivel descriptivo en estudios organizacionales: Enfoques y técnicas. *Aplicación del nivel descriptivo en estudios organizacionales: Enfoques y técnicas. Revista de Ciencias Empresariales* 21(2) 33-47.
- Angel G. M. (2022).). Evaluación de la productividad en el subproceso de envasado de conservas de pescado aplicando Six Sigma.). *Evaluación de la productividad en el subproceso de envasado de conservas de pescado aplicando Six Sigma [Tesis de licenciatura Universidad César Vallejo]. Revista Ingnosis* 7(2) 157-166.
- Astrid A. S. (2021). Aplicación de Lean manufacturing en el proceso de conservas para aumentar la productividad en la Empresa Don Fernando S.A.C. Chimbote–2021. *Aplicación de Lean manufacturing en el proceso de conservas para aumentar la productividad en la Empresa Don Fernando S.A.C. Chimbote–2021 [Tesis de licenciatura Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV*.
- Benjamín P. T. (2022). Propuesta de mejora en el control de calidad mediante indicadores en una planta procesadora de alimentos. *Propuesta de*

mejora en el control de calidad mediante indicadores en una planta procesadora de alimentos. [Tesis de grado Universidad Nacional de Ingeniería].

Cabrera D. M. (2024). La implementación del enfoque Lean Six Sigma para minimizar el desperdicio en una industria de fabricación de alimentos. *Departamento de Ingeniería Industrial Universidad Sampoerna Sur de Yakarta 12780 Indonesia.*

Callalli Chacon G. R. (2021). Importancia de la mejora de procesos de producción en la industria de enlatados de conservas en las empresas pesqueras del Perú. *Importancia de la mejora de procesos de producción en la industria de enlatados de conservas en las empresas pesqueras del Perú: una revisión de la literatura científica [Tesis de pregrado Universidad Privada del Norte].*

Carlos T. L. (2023). Investigación descriptiva y su contribución al análisis de procesos industriales. *Investigación descriptiva y su contribución al análisis de procesos industriales. Revista Latinoamericana de Ingeniería y Producción 9(1) 89-104.*

Castillo Rodríguez E. A. (2020). Implementación de herramientas Lean & Six Sigma dentro de una pyme enfocada a bienes y servicios. *Small and Medium Enterprises (SMEs) have an important role in Ecuador's economy (INEC 2018). They currently contribute more than a 90% of the country's economy (Ron 2017) and the type of business in which they are most concentrated are services and trad 12-17.*

César R. C. (2024). Lean Manufacturing para incrementar el nivel de productividad de una empresa procesadora de alimentos Trujillo–2022. *Lean Manufacturing para incrementar el nivel de productividad de una empresa procesadora de alimentos Trujillo–2022 [Tesis de licenciatura Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN.*

Concha L. S. (2023). Procesos de producción en la industria de conservas de mariscos. *Procesos de producción en la industria de conservas de*

mariscos. Revista de Procesamiento y Conservación de Alimentos 47(1) 113-121.

Danny L. J. (2021). Diseños de investigación en estudios descriptivos: Enfoques y aplicaciones. *Diseños de investigación en estudios descriptivos: Enfoques y aplicaciones. Revista Iberoamericana de Investigación Educativa 12(1) 77-89.*

Dayana T. G. (2023). Administración y Control de la Calidad: Claves para la Excelencia y Competitividad Empresarial. *Sistemas de gestión de calidad y su influencia en la expansión de mercados. Journal of Business Excellence 18(1) 98-115.*

Del Castillo Perez E. C. (2022). Aplicación de la metodología DMAIC para incrementar la productividad de las conservas de pescado en la Corporación Pesquera ICEF S.A.C. . *Desarrollo económico empleo y emprendimiento 25-26.*

Ecuador A. N. (2008). *Constitución de la República del Ecuador.*

Elizabeth C. Q. (2024). Diseño de un modelo de control de calidad basado en la metodología Six sigma para la Empresa Productos Lácteos S.A. *Diseño de un modelo de control de calidad basado en la metodología Six Sigma para la Empresa Productos Lácteos S.A. [Tesis de Ingeniería Industrial Universidad Técnica del Norte].*

Enrique T. O. (2024). Implementación de la metodología Six Sigma para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de los procesos en el tecnicentro automotriz Galarza anexo a un panel de control con Power BI. *Implementación de la metodología Six Sigma para mejorar la eficiencia operativa y la gestión de los procesos en el tecnicentro automotriz Galarza anexo a un panel de control con Power BI [Tesis de grado Universidad Politécnica Salesiana].*

Espinoza Rafael C. M. (2024). Propuesta de mejora en la implementación de gestión de calidad en un almacén de conservas. *Propuesta de mejora en la implementación de gestión de calidad en un almacén de conservas*

*[Tesis de licenciatura Universidad Nacional Agraria La Molina].
Repositorio UNALM.*

Estrada L. A. (2019). Análisis de la gestión de la calidad y la mejora continua en las organizaciones. *Análisis de la gestión de la calidad y la mejora continua en las organizaciones. Revisión de la literatura* 6-8.

FAO. (2021). HACCP EN LA INDUSTRIA DE MARISCOS. *Documento Técnico de Pesca de la FAO. N.º 381. Roma FAO.*

Gabriel Alejandro Diaz Muñoz D. A. (2021). La calidad como herramienta estratégica para la gestión empresarial. *Quality as a strategic tool for business management.*

George M. L. (2020). Capacitación y desarrollo para la implementación de Seis Sigma. *Capacitación y desarrollo para la implementación de Seis Sigma. Quality Progress* 53(3) 50-56.

Halim-Lim S. A. (2021). Implementación de Lean Six Sigma en el sector alimentario: Nexo entre la preparación y los factores críticos de éxito. *Revista de Ciencias Tecnología e Ingeniería Avanzada de Sistemas* 6 (6) 12-21 (2021) 12-21.

Helmond M. (2021). Herramientas de gestion estadistica de calidad y de recursos. *Siebenmorgen F. Industria 4.0 Das Potenzial Schon heute nutzen* 71-79.

ISO. (2019). *Sistemas de gestión de calidad: requisitos.*

Itamar P. Z. (2020). Control de calidad en conservas de pescado elaboradas en la empresa Seafrost S.A.C Paita. *Control de calidad en conservas de pescado elaboradas en la empresa Seafrost S.A.C Paita [Tesis de pregrado Universidad Nacional de Piura]. Repositorio UNP.*

J. K. M. (2022). Gestión de Calidad Total y Excelencia Empresarial. *Gestión de Calidad Total y Excelencia Empresarial Volumen 33 Números 13-14 (2022)* 95-112.

- Jesús López-Santiago A. I.-V. (2022). Puntos críticos de control en la producción de alimentos enlatados. *Puntos críticos de control en la producción de alimentos enlatados. Revista de Seguridad Alimentaria* 12(3) 100-108.
- Kumar L. (2019). Técnicas de análisis de causa raíz en defectos de fabricación. *Técnicas de análisis de causa raíz en defectos de fabricación. Revista de Ingeniería Industrial* 10(1) 45-56.
- L. M. S. (2022). Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una planta de alimentos envasados. *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una planta de alimentos envasados [Tesis de Ingeniería Industrial Universidad César Vallejo]*. .
- Laoyan S. (10 de Febrero de 2025). *Six Sigma: todo lo que necesitas saber sobre esta metodología de mejora de procesos*. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/six-sigma>
- López T. J. (2024). Reformas tributarias e indicadores de actividad en la industria acuícola de la provincia de Santa Elena. *Diseño y simulación de sistema automatizado para el control de calidad en la producción de enlatado de atún mediante visión artificial [Tesis de grado Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE*.
- Luis G. M. (2023). Metodologías de investigación documental aplicadas en entornos industriales. *Metodologías de investigación documental aplicadas en entornos industriales. Revista de Ciencias Sociales y Empresariales* 19(2) 45-61.
- Margarita D. C. (2022). Aplicación de la metodología DMAIC para incrementar la productividad de las conservas de pescado en la Corporación Pesquera ICEF S.A.C. *Aplicación de la metodología DMAIC para incrementar la productividad de las conservas de pescado en la Corporación Pesquera ICEF S.A.C. [Tesis de licenciatura Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV*.

- María Perez L. N. (2021). Impacto de la gestión de la calidad en la competitividad empresarial: un análisis en sectores industriales. *Impacto de la gestión de la calidad en la competitividad empresarial: un análisis en sectores industriales. Revista Internacional de Gestión* 15(2) 45-62.
- Mateo C. F. (2022). Aplicación de Lean Six Sigma en NOPRACA una empresa de procesamiento de alimentos en el área de producción de conservas basado en la metodología DMAIC. *Aplicación de Lean Six Sigma en NOPRACA una empresa de procesamiento de alimentos en el área de producción de conservas basado en la metodología DMAIC [Tesis de Ingeniería Industrial Universidad San Francisco de Quito]*.
- Mercedes P. F. (2022). Investigación cuantitativa aplicada a procesos industriales: Métodos y herramientas. *Investigación cuantitativa aplicada a procesos industriales: Métodos y herramientas. Revista Iberoamericana de Ciencia y Tecnología* 18(3) 102-118.
- Montenegro Vásconez S. B. (2021). Lean Six Sigma en la Industrial Panadera : Análisis de reducción de desperdicios en una panificadora. *Residuos industriales -- Ecuador -- Tesis y disertaciones académicas; Procesos de manufactura -- Metodología* 16-20.
- OMS F. y. (1979). *Codex Alimentarius: Code of Hygienic Practice for Low and Acidified Low-Acid Canned Foods (CAC/RCP 23-1979)*.
- Paredes Cabay Henry Paúl T. M. (2024). Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S. A. planta Latacunga. *Propuesta de implementación de la metodología Lean Six Sigma en la recepción de materias primas en Holcim Ecuador S.A. planta Latacunga [Tesis de Ingeniería Universidad Técnica de Cotopaxi]*.
- Pueblo D. d. (2000). Ley Orgánica de Defensa del Consumidor. *Ley Orgánica de Defensa del Consumidor*.
- Quevedo Montero J. A. (2021). Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora del proceso de producción de alimentos en conserva. *Aplicación*

de la metodología Six Sigma para la mejora del proceso de producción de alimentos en conserva. [Tesis de licenciatura Universidad Técnica de Ambato].

Rafael da Silva Fernandes T. R. (2021). Indicadores clave de rendimiento para la evaluación de la calidad industrial. *Indicadores clave de rendimiento para la evaluación de la calidad industrial. Revista de Gestión de la Calidad* 15(2) 115-130.

ROLANDO V. Q. (2020). Modelo de gestión por procesos y mejora continua al departamento técnico de la empresa Cocavision. *Modelo de gestión por procesos y mejora continua al departamento técnico de la empresa Cocavision [Tesis de maestría Universidad de los Andes Ecuador]. Repositorio Institucional Uniandes.* 8-9.

Román Moncagatta A. J. (2021). Estudio de prefactibilidad de la producción y comercialización de conserva de filete de trucha en salmuera en Lima Metropolitana aplicando herramientas de calidad. *Estudio de prefactibilidad de la producción y comercialización de conserva de filete de trucha en salmuera en Lima Metropolitana aplicando herramientas de calidad [Tesis de pregrado PUCP].*

Rosales J. (11 de Diciembre de 2024). ¿Qué es Six Sigma y cuál es su objetivo? Obtenido de Fractal: <https://www.fractal.com/es/blog/como-aplicar-la-metodologia-six-sigma-en-mantenimiento-industrial>

Senge P. M. (2019). La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización que aprende. *La quinta disciplina: El arte y la práctica de la organización inteligente. Vigente.*

Virgil A. I. (2023). Aplicación Lean Six Sigma para mejorar la calidad de las conservas en una empresa pesquera – Chimbote 2023. *Aplicación Lean Six Sigma para mejorar la calidad de las conservas en una empresa pesquera – Chimbote 2023 [Tesis de Ingeniería Industrial Universidad César Vallejo].* .

- Yanet J. L. (2023). Análisis y mejora en la producción de conserva de grated aplicando herramientas Lean Manufacturing en la empresa San Lucas Chimbote 2022. *Análisis y mejora en la producción de conserva de grated aplicando herramientas Lean Manufacturing en la empresa San Lucas Chimbote 2022 [Tesis de licenciatura Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.*
- Yusnita Yusof A. M. (2020). Gestión de Calidad Total y Excelencia Empresarial. *Revista Internacional de Investigación Académica en Ciencias Empresariales y Sociales* 10(12) 95-112.

Anexos

Ilustración 26

Latas mal selladas

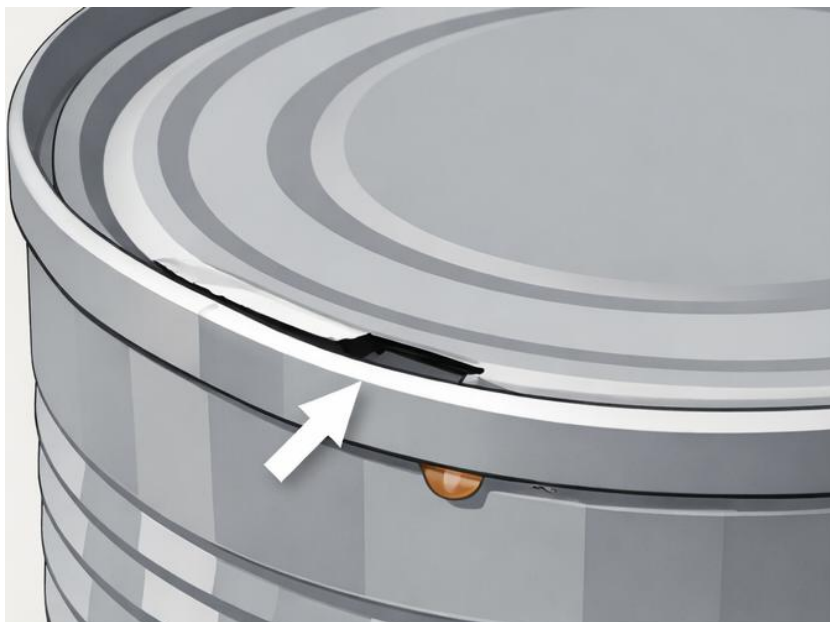


Ilustración 27

Latas en mal estado de sellado



Ilustración 28

Latas en mal estado



Ilustración 29

Latas no sellada bien



Ilustración 30

Lata con fuga en el cierre



Ilustración 31

Lata Hinchada (Abombada)



Ilustración 32

Inspección Manual de Producto No Conforme

