

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**REDUCIR AL MENOS 50% LOS DEFECTOS EN EL
PROCESO DE LITOGRAFÍA EN LA COMPAÑÍA PROPLAX
PARA EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025 POR MEDIO
DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC.**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: Tamara Herrera Villegas

TUTOR: ING. Walter Villareal Valenciano

SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA

JULIO, 2024

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	1
CÉDULA DE IDENTIDAD	2
SOLICITUD DE DEFENSA	3
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	4
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR.....	5
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO.....	6
CARTA DE ENTENDIMIENTO.....	7
CONTENIDO	8
TABLAS	12
FIGURAS.....	13
DEDICATORIA	15
AGRADECIMIENTOS.....	16
EPIGRAFE.....	17
RESUMEN.....	18
CAPÍTULO I. PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 ANTECEDENTES	6
1.4.1 Antecedentes nacionales	6
1.4.2 Antecedentes internacionales	7
1.5 PROYECCIONES	9
1.5.1 Alcances.....	9

1.5.2 Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES.....	11
2.1.1 Metodología DMAIC	11
2.1.2 Diagrama de flujo	12
2.1.3 Análisis FODA.....	14
2.1.4 Análisis Stakeholders.....	15
2.1.5 Árbol de problemas	16
2.1.6 SIPOC	17
2.1.7 Diagrama de afinidad.....	18
2.1.8 Entrevista.....	18
2.1.9 Encuesta.....	20
2.1.10 Diagrama de Pareto	21
2.1.11 Análisis Pareto.....	22
2.1.12 Base de datos	22
2.1.13 Análisis de Costo.....	23
2.1.14 Lluvia de ideas.....	23
2.2.14 Multivotación.....	23
2.1.15 Análisis de los 5 porqués	24
2.1.16 Histograma	25
2.2.17 Gráfico de Barras	26
2.1.18 Capacitación	26
2.1.19 Auditorías	27
2.1.20 Checklist	27
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	27
2.2.1 Visión / Misión	27
Visión	27
Misión.....	27
2.2.2 Antecedentes históricos	28
2.2.3 Ubicación geográfica.....	29
2.2.4 Estructura organizacional	29
2.2.5 Cantidad de empleados	30
2.2.6 Tipos de productos.....	30
2.2.7 Mercado de exportación.....	31
2.2.8 Descripción general del proceso productivo.....	31
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	33
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	34

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	36
3.1.1 Sujetos de información	36
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	38
3.5 INSTRUMENTOS	41
3.5.1 Observación directa	41
3.5.2 Registros Históricos	41
3.5.3 Encuestas.....	41
3.5.4 Entrevistas.....	41
3.5.5 Recorridos	42
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	42
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
4.1 DEFINIR.....	45
4.1.1 Análisis FODA	46
4.1.2 Análisis Stakeholders	47
4.1.3 Árbol CTQ.....	48
4.1.4 SIPOC	49
4.1.5: Diagrama de Afinidad.....	51
4.1.6: Entrevista.....	52
4.3.1 Lluvia de ideas.....	53
4.2 MEDIR.....	54
4.2.1: Encuesta.....	54
4.2.2: Diagrama de Pareto	58
4.2.3: Análisis de Pareto.....	58
4.2.4: Medición del tiempo de retrabajo por defectos en envases.....	60
4.2.5: Análisis de Costos de Reprocesos.....	61
4.2.6: Impacto Económico	62
5-Costo estimado de ahorro	64
4.3 ANALIZAR.....	65
4.3.2 Multivoto	65
4.3.2 Análisis 5 por que	66
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....	68
5.1 MEJORAR	69
5.1.1 Mejora Agenda de Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoforado.....	69
5.1.2 Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.....	72
5.1.3 Mejora de Protocolo de limpieza Para la Máquina de Impresión Litografía.....	74

5.1.4 Implementación de las Propuestas	78
5.2 CONTROLAR.....	80
5.2.1 Control para la Mejora de Agenda Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado.	80
5.2.2 Control para la Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.	82
5.2.3 Control para la Mejora Protocolo de limpieza Máquina de Impresión Litografía.	84
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
Conclusiones.....	88
Recomendaciones	89
REFERENCIAS	91
APÉNDICES Y ANEXOS	96
APÉNDICE 1: Encuesta Registro.....	97
APÉNDICE 2: Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.....	97
APÉNDICE 3: Mejora de Protocolo de limpieza para la máquina de impresión Litografía.	97
ANEXO 1: Organigrama de la empresa	99
ANEXO 2: Diagrama de Flujo de proceso productivo.....	100
ANEXO 3: Impresora 1 Litografía	100
ANEXO 4: Termoformadora	101
ANEXO 5: Defectos apartados	101

TABLAS

Tabla 1 2.1 Cantidad de empleados por área	30
Tabla 3.1 Variables de la investigación por objetivo específico	39
Tabla 4.1.1 Tabla descripción de los defectos	53
Tabla 4. 2.1 Pareto	58
Tabla 4 2.2 Producción promedio por día.....	60
Tabla 4 2.3 Principales Causas de defectos	60
Tabla 4 2.5 Datos de Costo de defectos.....	64
Tabla 4.2.6 Datos de Costos estimados de ahorro	64
Tabla:4.3.7. Multivoto	66
Tabla 5 2.1 Datos de causas críticas	78
Tabla 5 2.2 Datos Comparativo de costos de reprocesos anual	79

FIGURAS

Figura:2.1.1 Metodología DMAIC	11
Figura 2.1.11 Diagrama de flujo	13
Figura 2.1.12 Análisis de Causa Raiz	14
Figura 2.1.2 Análisis FODA.....	14
Figura 2.1.2 Análisis Stakeholders	15
Figura 2.1.2 Árbol de problemas.....	16
Figura 2.1.2 SIPOC	17
Figura 2.1.7: Diagrama de afinidad.....	18
Figura 2.1.8 Diagrama de pareto	21
Figura 2.1.7 Análisis 5 porqués	24
Figura 2.1.14 Histograma.....	25
Figura 2.1.14 Gráfico de barras.....	26
Figura 2.2.1 Mapa satelital de Proplax	29
Figura 2.2.2: Organigrama de Proplax.	29
Figura 2.2.3: Productos Proplax	31
Figura 2.2.4: Diagrama de Flujo.....	32
Figura 3.1: Esquema DMAIC	35
Figura 3.6: Diagrama de flujo para recolección de datos.	43
Figura: 4.1.1 Análisis FODA	46
Figura:4.1.2 Análisis Stakeholders	48
Figura:4.1.3 Árbol CTQ	49
Figura:4.1. 4 SIPOC	50
Figura:4.1.5 Diagrama de Afinidad	51
Figura:4.2.1. Encuesta pregunta 1	55
Figura:4.2.2. Encuesta pregunta 2.....	56
Figura:4.2.3. Encuesta pregunta 3.....	56
Figura:4.2.4. Encuesta pregunta 4.....	57

Figura:4.2.5. Diagrama de Pareto	58
Figura:4.3.1. Lluvia de ideas	53
Figura:4.3.8. Análisis 5 porqués	67
Figura:5.1.1. Propuesta de mejora Agenda Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado.	70
Figura:5.1.2. Gráfico Paredes suaves	71
Figura:5.1.3. Propuesta de mejora Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.....	73
Figura:5.1.4. Gráfico Falta de Nitidez en la impresión.....	74
Figura 5.1.5: Propuesta de mejora protocolo de limpieza para la máquina de impresión	76
Figura:5.1.6. Gráfico Falta de Nitidez en la impresión.....	77
Figura:5.1.7. Gráfico Impacto económico semanal	79
Figura:5.2.1 Plan de capacitación Agenda de mantenimiento Preventivo	81
Figura:5.2.1. Plan de Capacitación Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.....	83
Figura:5.1.3. Plan de capacitación Mejora Protocolo de limpieza Máquina de Impresión Litografía.	84

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a Dios, por ser mi guía y darme la fuerza y la paciencia necesarias en cada paso de este proceso. Gracias por iluminar mi camino, por darme esa energía cuando más la necesitaba y por ayudarme a encontrar la motivación para seguir adelante, incluso cuando los obstáculos parecían insuperables. A mi papá y mamá, quienes han sido mi mayor apoyo en todo momento. Gracias por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por estar siempre a mi lado, alentándome y dándome fuerzas cuando más las necesitaba. Su confianza en mí ha sido clave para lograr todo lo que he alcanzado hasta ahora, a mis hermanos que amo con mi corazón. A mis abuelos, por su amor, sabiduría y por siempre estar ahí, guiándome con sus consejos y enseñándome lo importante que es la familia. Gracias por darme el ejemplo de fortaleza y generosidad, por hacerme sentir que siempre puedo contar con ustedes sin importar las circunstancias. A mis primas por su apoyo constante, a toda mi familia, por estar a mi lado en todo momento, por su amor, su apoyo y por ser mi mayor fuente de inspiración. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en mi vida y ha sido un pilar fundamental en este camino. A Joaquín, por su compañía, comprensión y apoyo constante. Gracias. Y, finalmente, a mí misma, por no rendirme, por haber creído en mis capacidades y por haber perseverado hasta llegar hasta aquí. Este logro es el resultado de todo el esfuerzo y amor de quienes me han acompañado y, por supuesto, de la dedicación que puse para conseguirlo. A todos los que han sido parte de este proceso, mi más sincero agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fuerza, la paciencia y la sabiduría necesarias para superar los desafíos y llegar hasta este momento. A mi papá y mamá, quienes siempre han estado a mi lado con su amor incondicional, enseñándome el valor del esfuerzo y creyendo en mí en todo momento. A mis abuelos, por su apoyo constante, sabiduría y por ser un pilar fundamental en mi vida. A toda mi familia, por su amor y por ser mi fuente de motivación, siempre brindándome su apoyo. A los profesores que me han guiado con dedicación y compartido sus conocimientos, inspirándome a seguir aprendiendo. A mi tutor, por su orientación, paciencia y apoyo a lo largo de este proceso. A las personas de la empresa que creyeron en mí y me dieron la oportunidad de aplicar mis conocimientos, brindándome su apoyo en todo momento. Y, finalmente, a mí misma, por no rendirme, por creer en mis capacidades y por perseverar para alcanzar este logro. A todos los que han sido parte de este camino, mi más sincero agradecimiento, ya que este logro es el resultado de su amor, confianza y apoyo constante.

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

El estudio se realizó en Proplax una empresa ubicada en Coyol de Alajuela, Costa Rica, que fabrica envases termoformados para diversas industrias como alimentos, bebidas y productos de limpieza entre otros. Uno de los procesos más importantes en la producción es la impresión litográfica, que se utiliza para aplicar los diseños gráficos a los envases, asegurando que se vean bien y cumplan con los estándares de calidad. Sin embargo, se identificaron defectos frecuentes en los envases lo que afectaba la calidad de la impresión y provocaba reproceso de material y aumento de los costos.

Los principales defectos encontrados en la impresión litográfica fueron paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión por residuos. Se descubrió que estos problemas estaban relacionados con la temperatura incorrecta en el termoformado, fallas en la calibración de las impresoras y la falta de limpieza en las máquinas lo que generaba acumulación de residuos en los equipos por contaminación. Estos problemas causaban que los envases no cumplieran con los estándares de calidad y tuvieran que ser apartados para ser reprocesados, lo que aumentaba los costos de producción y bajaba la eficiencia.

Para solucionar estos problemas, se implementaron varias mejoras en el proceso de producción, como optimizar la temperatura en el termoformado, hacer mantenimiento preventivo a las impresoras y aplicar mejores prácticas de limpieza. Como resultado, los defectos en la impresión se redujeron en un 55.72%. También se logró una reducción del 28% en los costos de reprocesos. Los costos de todos los defectos bajaron de ₡1,127,985 a ₡817,789 semanalmente, y anualmente todo los defectos en general pasaron de ₡58,610,100.60 a ₡42,492,322.94 este ahorro se atribuye principalmente a la reducción de los costos de reprocesos, Luego se calculó el impacto económico en reprocesos de las 3 principales causas críticas de defectos es decir paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión y anualmente se redujo de ₡32,235,555 a ₡14,273,903, lo que generó un ahorro de ₡17,961,652, es decir, un 56% de reducción de reprocesos de las 3 mayores causas de defectos. Estos resultados demuestran que las mejoras implementadas fueron efectivas para aumentar la eficiencia y la rentabilidad de la empresa.

El estudio cumplió en demostrar que mejorar el proceso de termoformado e impresión litográfica es clave para reducir defectos. Al optimizar estos procesos, se logró reducir el impacto económico

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente proyecto se llevará a cabo en una empresa ubicada en Coyol de Alajuela, Costa Rica, dedicada a la fabricación de envases termoformados para diversas industrias, como alimentos, bebidas y productos de limpieza. La calidad de estos envases es esencial, ya que deben cumplir con estrictos estándares para garantizar tanto su funcionalidad como su estética. Sin embargo, durante el proceso de producción se han identificado defectos recurrentes que afectan principalmente la etapa de impresión litográfica, generando un impacto significativo en los costos y tiempos de producción debido a la necesidad de reprocesar el material defectuoso.

La impresión litográfica es un proceso crucial en la fabricación de los envases, ya que en esta fase se aplican los diseños visuales sobre sus superficies. Para lograr una impresión de calidad, es necesario que los envases se encuentren en condiciones óptimas que permitan la correcta adherencia de la tinta. Actualmente, la planta cuenta con dos impresoras litográficas: una con capacidad de seis colores (Impresora 1) y otra con capacidad de cinco colores (Impresora 2). Sin embargo, el rendimiento y la calidad de impresión de ambas impresoras pueden verse afectados por diferentes factores.

Entre los defectos más comunes se encuentran las paredes suaves debido a inconsistencias en la temperatura durante el termoformado, lo que provoca una formación deficiente de los envases. Asimismo, la falta de nitidez en la impresión es causada por un exceso de tinta y presión, lo que afecta la precisión de los diseños visuales y su adherencia en el envase. También la contaminación en el proceso de impresión por la acumulación de residuos y partículas en las impresoras, debido a la falta de limpieza adecuada, interfiere con la correcta adhesión de la tinta, generando una impresión deficiente.

Estos defectos dificultan el proceso de impresión, ya que impiden que la tinta se adhiera adecuadamente o alteran el acabado final. Como consecuencia, los envases defectuosos deben ser apartados por no cumplir con los estándares de calidad. Aunque estos productos no son desechados, sino reprocesados en el área de molido, los costos y tiempos asociados a este reproceso incluyen un mayor consumo de energía, un mayor desgaste de los equipos y un aumento en el tiempo de operación. Este impacto en el tiempo afecta la eficiencia de

la producción, ya que implica retrabajos, reducción de la capacidad operativa y posibles retrasos en la entrega de productos a los clientes.

Aunque los defectos en la impresión son evidentes, su origen puede encontrarse en etapas previas del proceso de producción, como la laminación y el termoformado. En la laminación, variaciones en el grosor de las láminas plásticas pueden generar inconsistencias en la calidad del material base, lo que afecta la calidad del envase final. En el termoformado, una regulación inadecuada de temperatura, presión y ajustes en los moldes puede causar malformaciones en los envases. Además, el estado de las impresoras y la falta de mantenimiento preventivo, incluida la limpieza adecuada, pueden contribuir a la aparición de defectos en la impresión.

Los productos que no cumplen con los estándares son apartados y clasificados como no conformes, y posteriormente enviados al área de molido para ser reprocesados. Aunque este procedimiento permite reutilizar el material, representa un impacto económico y operativo debido a los costos adicionales generados por el reproceso y el tiempo perdido en la producción.

Este proyecto tiene como objetivo reducir al menos un 50% los defectos en la impresión litografía durante el primer cuatrimestre del 2025, mediante la implementación de mejoras en el proceso. Estas mejoras se centrarán en abordar las causas de los defectos identificados, lo que permitirá optimizar los costos, tiempos de producción y aumentar la competitividad de la empresa.

Pregunta de investigación:

¿Cómo influyen las causas de los defectos en el proceso de impresión litografía de los envases termoformados, como paredes suaves por inconsistencias en la temperatura, falta de nitidez por exceso de tinta y presión, y contaminación por falta de limpieza en las impresoras, y qué acciones se pueden implementar mediante la metodología DMAIC para reducir estos defectos y su impacto en los costos y tiempos de producción?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Reducir las causas que generan defectos y reprocesos en el proceso de litografía en la empresa Proplax, para eliminar las pérdidas económicas al menos en un 50 % para el cuatrimestre del 2025 por medio del uso de la metodología DMAIC en el proceso actual.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir las causas que genera defectos o retrabajos en el proceso de litografía y su origen.
- Cuantificar el impacto en el tiempo económico de los defectos y retrabajos en el por el proceso de Litografía.
- Elaborar mejoras o una propuesta para reducir los defectos en el proceso de litografía y sus efectos económicos.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este estudio se llevará a cabo en una empresa ubicada en Coyol de Alajuela, Costa Rica, dedicada a la fabricación de envases termoformados para diversas industrias como alimentos, bebidas y productos de limpieza. Con este proyecto se quiere mejorar la calidad de los productos y reducir los defectos en los procesos operativos, específicamente en termoformado y en el área impresión litografía de los envases. La empresa enfrenta problemas relacionados con defectos recurrentes en los envases, los cuales afectan la calidad final del producto y aumentan los costos operativos debido a la necesidad de reprocesos. Estos defectos, como las paredes suaves, falta de nitidez en la impresión, contaminación por falta de limpieza en las impresoras, impactan principalmente la etapa de impresión litografía, provocando retrasos en la producción y extendiendo los tiempos de procesamiento.

La importancia de resolver estos problemas radica en la necesidad de mejorar la calidad del producto final, lo que optimiza el uso de los recursos y fortalece la imagen de la empresa frente a sus clientes. En sectores como la industria alimentaria y de higiene, donde los estándares de calidad son fundamentales, la mejora de la calidad de los

envases es crucial para garantizar la satisfacción del cliente. Al reducir los tiempos improductivos generados por los defectos y reprocesos, La empresa podrá optimizar su capacidad de producción y disminuir los costos operativos asociados con tiempos extra de procesamiento, uso de maquinaria y mano de obra adicional.

Según Hernández et al. (2014), la calidad es un factor clave para la competitividad de las empresas, ya que permite satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, lo cual se traduce en una ventaja competitiva. De este modo, la mejora de los procesos de calidad en PROPLAX contribuirá a reforzar su posicionamiento en el mercado y a mejorar la satisfacción de sus clientes.

La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) será aplicada en este proyecto para identificar y analizar las principales causas de los defectos en la producción de los envases. Esta metodología estructurada permitirá examinar detalladamente factores como el control de las temperaturas durante el termoformado y la falta de mantenimiento en las impresoras. Durante la fase de Medición, se cuantificará el impacto de los defectos en términos de tiempo productivo perdido y los costos adicionales generados. Con la implementación de las mejoras, se espera reducir los defectos en al menos un 50%, lo que llevará a una disminución significativa de los costos relacionados con desperdicios, retrabajos y tiempos improductivos, mejorando la calidad del producto final y los tiempos de producción.

La optimización de los procesos no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también permitirá una utilización más eficiente de los recursos, reduciendo los tiempos dedicados a la corrección de defectos y aumentando la capacidad productiva de la empresa sin la necesidad de mayores recursos adicionales. Esto resultará en una operación más rentable, una mejor capacidad de respuesta a las demandas del mercado y una mayor satisfacción del cliente, lo que a su vez fortalecerá la competitividad de Proplax.

Este proyecto también representa una oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación en ingeniería industrial, permitiéndome poner en práctica herramientas y metodologías útiles para la mejora continua de procesos.

1.4 ANTECEDENTES

A continuación, se presenta antecedentes nacionales e internacionales.

1.4.1 Antecedentes nacionales

La producción de envases plásticos ha sido objeto de diversas investigaciones en Costa Rica, donde se ha explorado la importancia de optimizar procesos para mejorar la calidad y reducir desperdicios. Un trabajo relevante en este contexto es el de Céspedes-Marín (2007), titulado “Identificación de los materiales que conforman las distintas piezas de las molduras C-1615 conjunto 23 y C-1925 conjunto 10, utilizadas en el proceso de fabricación de envases de vidrio en la empresa VICESA.” En este estudio, se analizó si las características metalúrgicas de los materiales coinciden con las especificaciones de VICESA para la fabricación de envases de vidrio. Gracias a esta investigación, la empresa pudo establecer criterios para identificar problemas en el proceso y posibles mejoras, optimizando así la producción del vidrio y contribuyendo a la disminución de desperdicios, reducción de costos y control del mantenimiento.

Otro trabajo significativo es el de Salas-Murillo (2022), quien desarrolló un proyecto titulado “Diseño de propuestas de solución para el aumento de la eficiencia en la producción y la reducción de desperdicios del estator 1213-095-05” en la empresa Tico Electronics TPE S.A., ubicada en la Zona Franca BES en Alajuela, Costa Rica. Este proyecto se centró en la producción del estator 1213-095-05 y consistió en la formulación de propuestas para reducir la cantidad de desperdicios y aumentar la eficiencia en la línea de producción, evidenciando que la optimización de procesos puede resultar en una mayor sostenibilidad económica y ambiental, y destacando el impacto positivo de la investigación aplicada en el sector manufacturero.

Además, Villegas Vega (2023) presentó un trabajo titulado “Propuesta para reducir el desperdicio de materia prima en el proceso de extrusión de la empresa Resinplast Costa Rica durante el periodo 2021-2022.” Este estudio se realizó en Resinplast S.A., con el objetivo de plantear propuestas de mejora para reducir el desperdicio de materia prima en el proceso de extrusión. Este trabajo subraya la importancia de abordar el desperdicio de materia prima en la producción, lo que puede generar ahorros significativos y promover prácticas más responsables con el medio ambiente.

Por otro lado, Meneses Estrella (2012) desarrolló un proyecto titulado “Control de calidad con visión artificial para detectar defectos en superficies especulares no planas en tapas de envases.” Este trabajo propone un sistema de control de calidad utilizando visión artificial para detectar defectos en las tapas de envases de cosméticos, que presentan superficies no planas. La implementación de esta tecnología resalta cómo la innovación puede mejorar la precisión en la detección de defectos, garantizando productos de mayor calidad y satisfacción del cliente.

Finalmente, la investigación de Quirós, C. R., Zomer, F. S., y Lei, Y. W. W. (2021) sobre “Perspectivas educativas del proyecto: Propuestas del cálculo diferencial para la industria ante sus desafíos ambientales y económicos,” menciona que parte del problema radica en los envases utilizados comercialmente, que son mediadores en la presentación del contenido, resaltando la necesidad de innovar y optimizar estos elementos en la producción.

1.4.2 Antecedentes internacionales

La investigación de Mendoza Mendoza, A. C. (2021), titulada "Reducción de defectos de calidad en el proceso de fabricación de envases de licores en la empresa Owens Illinois Perú S.A.", mostró que la implementación de mejoras en los procesos de producción puede reducir significativamente los costos asociados a la mala calidad. Al enfocarse en corregir fallas, se logró mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la productividad de la empresa. En conclusión, aplicar medidas correctivas adecuadas en los procesos productivos disminuye los reclamos de los clientes y aumenta la eficiencia productiva.

Por su parte, Morales Ortíz, Dénnis Roberto (2020), en su investigación "Reducción de mermas en el proceso de llenado de productos en envase PET en las operaciones de una línea de producción de productos alimenticios", desarrolló una metodología que permitió controlar de manera más eficiente la producción de productos en envases PET. Esto resultó en una reducción significativa de las mermas en la línea de producción. Como conclusión, el control adecuado de las mermas en los procesos de llenado mejora la eficiencia operativa y reduce los costos de producción.

En el estudio de Tomás Fernández, V. D. P. (2024), "Implementación del área de control de calidad en una empresa productora de envases de vidrio – Lima 2021", se diseñó e implementó un proceso de control de calidad que logró reducir las reclamaciones de clientes y la producción defectuosa, a la vez que aumentó la eficiencia productiva de la empresa. La creación de áreas de control de calidad contribuye a mejorar la eficiencia operativa y a reducir defectos en la producción, lo que aumenta la satisfacción del cliente.

El trabajo de Campaña Figueroa, D. R. (2013) sobre la calidad de los productos lácteos destacó la importancia de cumplir con normativas internacionales como las Normas ISO para garantizar la seguridad del consumidor. Utilizando el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) como modelo de gestión de calidad, se mejoró continuamente la calidad de los productos y se redujeron los defectos. En conclusión, la mejora continua mediante el ciclo PDCA garantiza productos de alta calidad y reduce defectos, lo que mejora la competitividad empresarial.

Finalmente, el estudio de Rodríguez Barragan, E. (2016), que abordó los defectos de calidad en medicamentos relacionados con mezclas de productos, envases y etiquetado en Cuba, resaltó la necesidad de controles más estrictos para evitar riesgos de salud. El control riguroso de los defectos de calidad en envases y etiquetas de medicamentos es crucial para evitar riesgos para la salud y garantizar la seguridad del producto.

1.5 PROYECCIONES

Al llevar a cabo las mejoras que se proponen en los procesos de termoformado y impresión Litografía, se espera que Proplax logre reducir de manera significativa la cantidad de envases defectuosos. Esto es muy importante, ya que los problemas en los bordes y fondos de los envases afectan la calidad de la impresión litográfica. Al disminuir estos defectos, la tinta se adherirá mejor y se logrará una impresión más clara, lo cual es clave para mantener satisfechos a los clientes.

Además, al optimizar estos procesos, la empresa no solo mejorará la calidad de sus productos, sino que también aumentará su eficiencia. Esto significa que habrá menos tiempo perdido en corregir errores y separar productos defectuosos. Los trabajadores podrán enfocarse más en la producción en lugar de preocuparse por los problemas de calidad. Así, se creará un ambiente de trabajo más eficiente y motivador para todos.

También se espera que la reducción de defectos tenga un impacto positivo en los costos de producción. Al disminuir la cantidad de productos rechazados, la empresa podrá utilizar mejor los materiales, lo que generará un ahorro considerable. Este ahorro no solo beneficiará económicamente a la empresa, sino que también promoverá un uso más responsable de los recursos, algo que es importante.

1.5.1 Alcances

El estudio se llevará a cabo en Proplax, específicamente en el área de producción, enfocándose en las etapas del proceso donde se han identificado defectos en los envases. La implementación de las propuestas planteadas buscará reducir los defectos en el proceso de litografía y el tiempo dedicado a los reprocesos. Esto permitirá optimizar la producción, mejorar la calidad del producto final y aumentar la eficiencia operativa de la empresa.

1.5.2 Limitaciones

Se logró visualizar limitaciones durante el desarrollo del presente estudio, ya algunos procedimientos de la empresa son confidenciales, por lo que limitan la investigación del proyecto.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

A continuación, se detallan las herramientas ingenieriles utilizadas:

2.1.1 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es una herramienta fundamental en los proyectos Seis Sigma, ya que asegura un enfoque estructurado para alcanzar los resultados deseados. Esta metodología consta de cinco fases: Definir, donde se identifican las necesidades del cliente y se establece el enfoque del proyecto; Medir, que implica la recolección de datos para cuantificar el problema y establecer puntos de referencia; Analizar, donde se examinan los datos para encontrar las causas raíz del problema; Mejorar, que se enfoca en eliminar las causas del problema y mejorar el proceso; y Controlar, que garantiza la estabilidad y efectividad del proceso a largo plazo. La aplicación de DMAIC permite resolver problemas de calidad de manera eficiente, asegurando mejoras sostenibles en los procesos (Pérez-Domínguez et al., 2022).

Figura:2.1.1 Metodología DMAIC

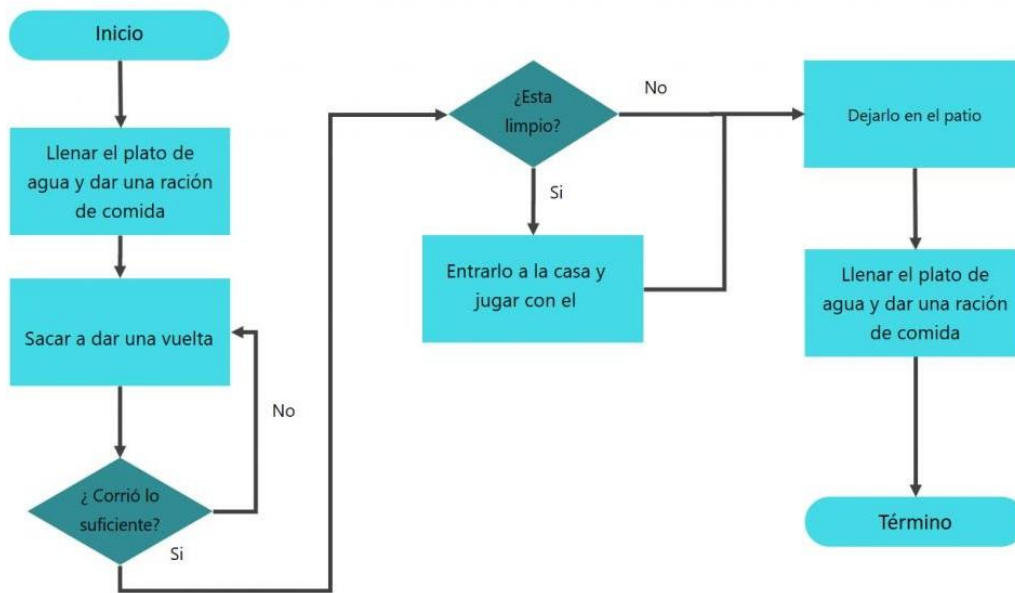


Fuente: Julia Pérez

2.1.2 Diagrama de flujo

Como lo indican Martínez y Martínez (2022) en su trabajo Estrategia didáctica con el uso de una aplicación, para la asistencia en el desarrollo de diagramas de flujo [1], los diagramas de flujo son una técnica gráfica que se utiliza para diseñar algoritmos, en el desarrollo de soluciones informáticas, aunque también son empleados para representar secuencias de rutinas y procesos de actividades de cualquier índole. “Un diagrama de flujo es un esquema que nos permite recorrer visualmente los diferentes pasos y secuencias para resolver un problema de una manera clara, sencilla, discriminando los caminos a seguir de acuerdo con las condiciones planteadas” [2] (Martínez y Martínez,2022).

Figura 2.1.11 Diagrama de flujo



Fuente: herramientaslean.com

Figura 3.1.12 Análisis de Causa Raíz



Fuente: Kimberly cruz (2024)

2.1.3 Análisis FODA

El análisis FODA es un avance al planeamiento que realizan las empresas para lograr una mejor adaptación al ambiente. Este análisis más cualitativo que cuantitativo impulsa la generación de ideas con respecto al negocio de la empresa. En el presente trabajo se introducen etiquetas lingüísticas para realizar la evaluación del estado de las variables lo que permite medir y comparar las brechas para poder efectuar un estudio comparado del análisis FODA realizados en distintos momentos de tiempo lo que permitirá complementar el control de gestión clásico (Ballesteros et al, 2010)

Figura 4.1.2 Análisis FODA

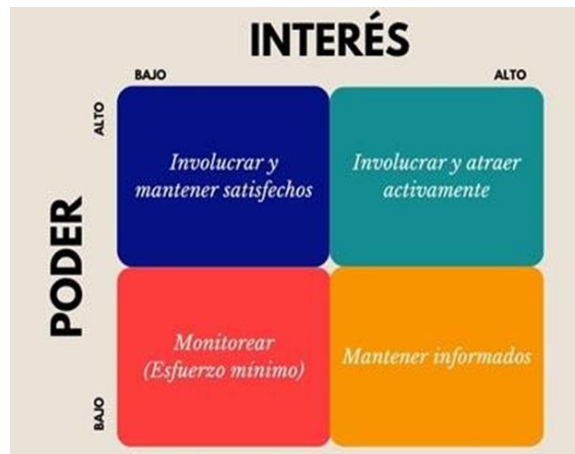


Fuente: Teoría de análisis FODA

2.1.4 Análisis Stakeholders

Este es un trabajo de revisión sobre la teoría de stakeholders (actores, agentes o grupos de interés). El análisis de stakeholders resulta útil para la rendición de cuentas, la definición de la propuesta de creación de valor, el diseño de la estrategia, el desarrollo de las operaciones y en el fortalecimiento de la gobernabilidad, sin embargo, su operacionalización resulta difusa. Este trabajo describe críticamente los modelos clásicos y aplicados para identificar a los stakeholders, y formula recomendaciones para el mapeo de stakeholders especialmente en pequeñas organizaciones (Pedraza y Tovar ,2012).

Figura 5.1.2 Análisis Stakeholders

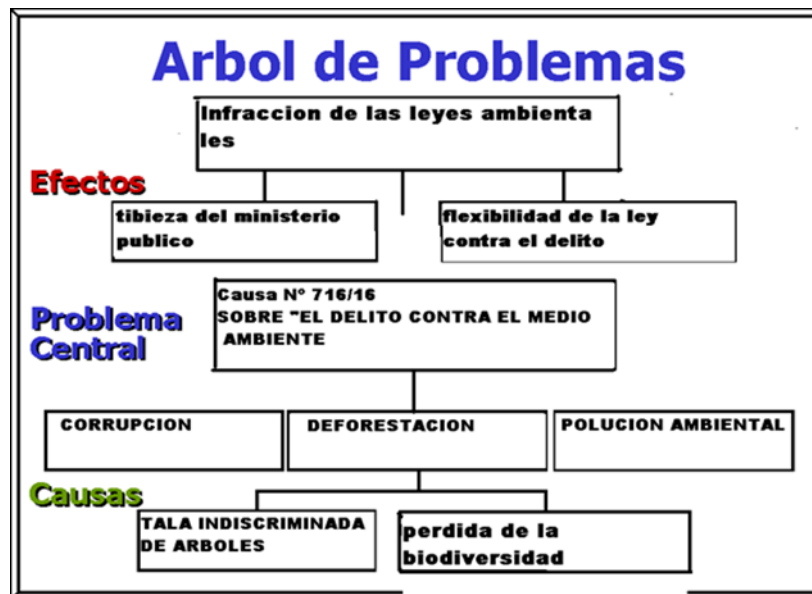


Fuente: Grupo Artico 34,2024.)

2.1.5 Árbol de problemas

Es una técnica participativa que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican. Esta técnica facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema. Por tanto, es complementaria, y no sustituye, a la información de base. El tronco del árbol es el problema central, las raíces son las causas y la copa los efectos. La lógica es que cada problema es consecuencia de los que aparecen debajo de él y, a su vez, es causante de los que están encima, reflejando la interrelación entre causas y efectos (Martínez y Fernández,2008).

Figura 6.1.2 Árbol de problemas



Fuente: Marta,(2010)

2.1.6 SIPOC

Para la comprensión de cada proceso es necesario conocer sus entradas para establecer los parámetros o requerimientos que esperan los clientes. El SIPOC es una técnica que permite identificar cuáles son los suministradores del proceso, las entradas de cada suministrador al proceso, el proceso propiamente dicho, o sea, las etapas o fases del proceso, las salidas que emite el mismo y los clientes externos e internos que reciben estas salidas. En muchos estudios se identifican los requerimientos de calidad 11 que desea el cliente para cada una de las salidas. Se utiliza fundamentalmente para identificar las variables de entradas y de salidas para un posterior análisis de estas y además a partir de las fases generales del proceso que se definen realizar análisis más detallados de estas fases posteriores en la gestión de procesos (Iglesias et al, 2012)

Figura 7.1.2 SIPOC

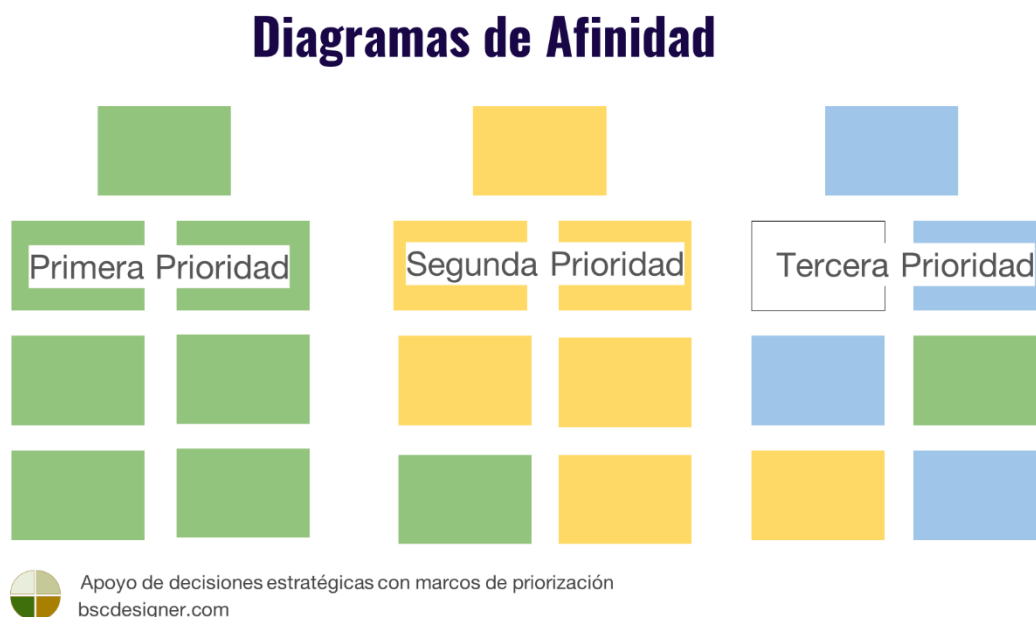
S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: Diagrama SIPOC Project Management.

2.1.7 Diagrama de afinidad

El diagrama de afinidad es una herramienta muy utilizada en la gestión de proyectos, pues ayuda a organizar ideas en grupos en función de sus relaciones naturales, lo que facilita su posterior revisión y análisis. Asimismo, también se usa en investigación para estructurar notas de entrevistas y conocimientos valiosos. Además, resulta útil para organizar diversas formas de comentarios no estructurados, como respuestas de encuestas abiertas, registros de llamadas de soporte y datos cualitativos (Academia Balderis ,2025)

Figura 2.1.7: Diagrama de afinidad



Fuente: Dishcuss (2022)

2.1.8 Entrevista

Una entrevista formal y estructurada se caracteriza por seguir un esquema predefinido, en el cual las preguntas han sido elaboradas con anticipación y están dirigidas a un entrevistado específico, quien debe responder de manera clara y directa a cada una de ellas.

Debido a esta estructura, el entrevistador cuenta con poca flexibilidad para modificar o

agregar preguntas durante la conversación, ya que todas deben estar basadas en un cuestionario previamente diseñado (Enciclopedia Concepto, 2013-2025).

En el ámbito laboral, las entrevistas son una herramienta común para evaluar a los candidatos antes de ocupar un puesto de trabajo, permitiendo conocer sus habilidades y determinar si cumplen con los requisitos del cargo. Generalmente, antes de una entrevista de trabajo, se solicitan documentos previos como cartas de recomendación o el currículum vitae.

Existen diferentes tipos de entrevistas laborales. Las estructuradas siguen un conjunto fijo de preguntas que el candidato debe responder de manera específica. Las no estructuradas, en cambio, se desarrollan de forma más natural, con un diálogo fluido entre entrevistador y entrevistado. También se pueden realizar entrevistas mixtas, donde se combinan preguntas predeterminadas con otras abiertas, sin un orden estricto.

Además, las entrevistas pueden llevarse a cabo de manera individual o grupal, dependiendo del proceso de selección. En algunos casos, se utilizan entrevistas en panel, en las que varios entrevistadores evalúan a un solo candidato al mismo tiempo.

2.1.9 Encuesta

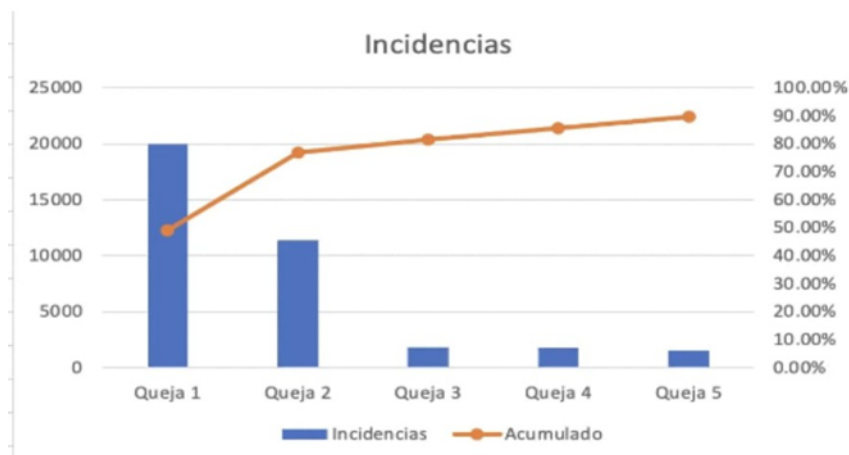
La encuesta es una herramienta fundamental en la investigación de mercados, utilizada para recopilar información de una muestra de personas a través de cuestionarios diseñados previamente con el propósito de obtener datos específicos. Según el Diccionario de Marketing de Cultural S.A., en encuesta es un método de recolección de información cuantitativa basado en la aplicación estructurada de un cuestionario a un grupo determinado de individuos.

Esta técnica de investigación puede realizarse de manera verbal o escrita, dependiendo del formato en que se presenten las preguntas. Cuando se lleva a cabo de forma verbal, se emplea la entrevista como método de aplicación, mientras que, en su versión escrita, se utiliza un cuestionario, el cual contiene un conjunto de preguntas previamente establecidas para guiar la obtención de información relevante para el estudio (Hernández et al, 2010).

2.1.10 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que permite identificar y priorizar los problemas más relevantes dentro de un proceso, aplicando el principio de Pareto, el cual establece que una pequeña proporción de causas (alrededor del 20%) suele generar la mayoría de los efectos o inconvenientes (aproximadamente el 80%). Esta representación gráfica facilita la visualización de los factores clave que requieren mayor atención, lo que permite enfocar los esfuerzos y recursos en la resolución de los problemas más críticos, optimizando así la toma de decisiones y la implementación de mejoras en el proceso (Sales, 2013).

Figura 8.1.8 Diagrama de Pareto



Fuente: HubSpot, Inc, (2023)

2.1.11 Análisis Pareto

El Análisis de Pareto es una técnica estadística utilizada para identificar las causas más significativas de un problema a partir del estudio de informes de defectos o quejas de clientes. Según el principio 80/20, se estima que el 80% de los problemas provienen de un 20% de las causas principales. Al enfocarse en corregir este 20%, es posible lograr mejoras sustanciales en la calidad del producto. Existen dos enfoques en este análisis: el no ponderado, que se basa únicamente en la frecuencia de los problemas, y el ponderado, que además considera su costo o impacto. (StatPoint, Inc., 2006).

2.1.12 Base de datos

Una base de datos correctamente diseñada permite obtener acceso a información exacta y actualizada. Puesto que un diseño correcto es esencial para lograr los objetivos fijados para la base de datos, es lógico emplear el tiempo que sea necesario en aprender los principios de un buen diseño. El diseño de una base de datos es un proceso que se guía por varios principios bien definidos, partiendo de un dominio del cual se obtendrá un modelo conceptual, seguidamente un modelo lógico, al cual se le debe aplicar normalización y finalmente obtener un modelo físico y poder implementarlo. Concretamente, explicaremos en qué consiste el diseño de una base de datos, analizaremos las etapas en las que se descompone y describiremos con detalle las etapas del diseño conceptual y lógico de una base de datos relacional mediante un ejemplo práctico. (Mendoza y López, 2018).

2.1.13 Análisis de Costo

El Análisis de Costo, en el contexto de la Gestión de Proyectos, es un proceso esencial que se utiliza para evaluar y comparar los costos financieros asociados con la realización de un proyecto. Este enfoque busca identificar los costos más significativos que se incurrirán durante la vida útil de un proyecto, para determinar la viabilidad financiera del mismo. Además, ayuda a anticipar posibles sobrecostos y a implementar medidas de control para asegurar que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto asignado. (TimeCamp, 2023)

2.1.14 Lluvia de ideas

La Lluvia de Ideas, también conocida como Brainstorming, es una técnica grupal diseñada para fomentar la generación de ideas originales en un entorno flexible y colaborativo. Fue desarrollada en 1941 por Alex Osborne, quien descubrió que un proceso grupal no estructurado permitía obtener un mayor número de ideas innovadoras en comparación con el trabajo individual. Esta herramienta es especialmente útil cuando se busca estimular la creatividad del equipo, generar una amplia variedad de propuestas, lograr la participación de todos los involucrados e identificar oportunidades de mejora dentro de un proceso (Para la Calidad, 2000).

2.2.14 Multivotación

La Multivotación es un método estructurado y sencillo utilizado para seleccionar los elementos más relevantes de una lista extensa. Cuando se generan muchas ideas u opciones, uno de los mayores desafíos es manejar esa cantidad. Con la multivotación, se reduce el número de opciones, permitiendo al equipo enfocarse en las más adecuadas e importantes. Esta técnica, según Scholtes, Joiner y Streibel (2003), se lleva a cabo a través de varias rondas de votación, en las cuales cada ronda disminuye el número de opciones, generalmente reduciéndolas en un tercio. La Multivotación es especialmente útil después de sesiones de brainstorming o de otros métodos de generación de ideas,

como el método 635, para reducir la gran cantidad de opciones producidas y facilitar la selección de las más relevantes (Aiteco Consultores, 2019).

2.1.15 Análisis de los 5 porqués

La técnica de los 5 Porqués se utiliza para llegar a la causa fundamental de un problema y luego resolverlo. Este enfoque puede revelar que la fuente del problema es algo inesperado. En muchos casos, lo que inicialmente parece un problema técnico puede, en realidad, estar relacionado con aspectos humanos o de proceso. Por eso, identificar y eliminar la causa raíz es esencial para evitar la repetición de fallas (Kanbanize, 2023).

Figura 9.1.7 Analisis 5 porques



Fuente: Kanbanize, (2023)

2.1.16 Histograma

El histograma es muy útil porque permite visualizar una tabla de datos mostrando el aspecto de su distribución. Puede presentarse colocando en ordenadas las frecuencias absolutas (como es el caso del ejemplo de la Figura 14) o frecuencias relativas. La ordenada puede ser una variable discreta (por ejemplo “número de defectos en la pieza”), continua y discretizada (como es el caso del ejemplo en el que se agrupan todas las entradas registradas cada dos horas sin considerar el instante exacto en el que se produjo la entrada (Rojas, 2009)

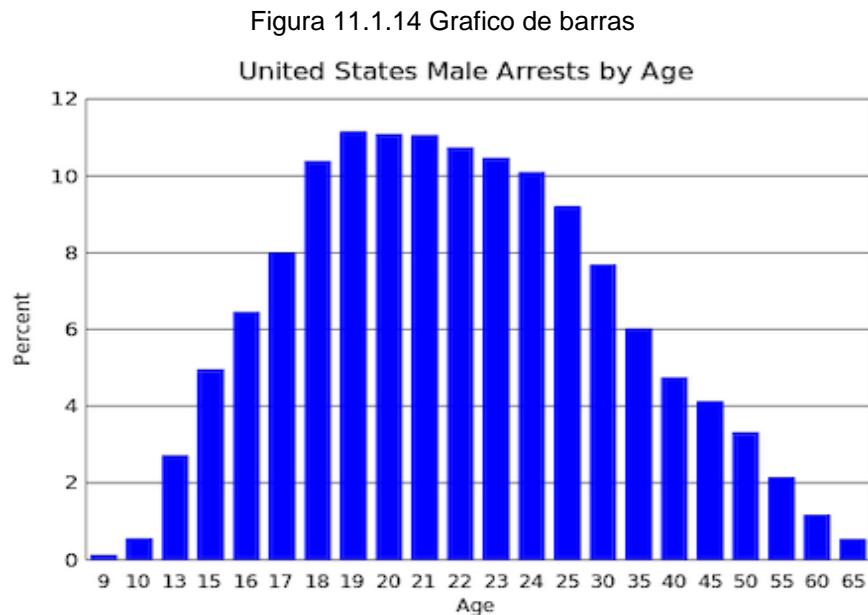
Figura 10.1.14 Histograma



Fuente: : Jorge Vázquez y asociados

2.2.17 Gráfico de Barras

Los gráficos son un ejemplo de un tipo de gráfico, pero no todos los gráficos son necesariamente gráficos. Los cuadros son similares a los gráficos en el sentido de que ambos representan información visualmente. Por ejemplo, un gráfico de líneas puede usar un eje para mostrar un valor de datos y el otro eje para mostrar la línea de tiempo en la que se recopilaron los datos (meses, días, años). Un gráfico de barras puede usar un eje para categorizar datos y el otro eje para representar visualmente la cantidad de datos de esa categoría, con barras más altas/más largas que representan más. Los gráficos son más adecuados para conjuntos de datos que demuestran alguna tendencia o relación entre los datos, especialmente cuando dicha relación cambia con el tiempo. problemas escritos que requieren una comprensión de cómo leer gráficos y los datos que representan (Rodrigo,2024)



Fuente: Rodrigo Ricardo (2024)

2.1.18 Capacitación

Según (Lina Hernandez,2023) capacitación o desarrollo, es un proceso integrado por diferentes actividades que realiza la empresa para aumentar el conocimiento de sus trabajadores sobre su puesto de trabajo, de manera que es una herramienta laboral para mejorar las capacidades del personal y que puedan así lograr el desempeño óptimo de

sus tareas.

2.1.19 Auditorías

El servicio de auditoría puede ser solicitado por cualquier persona física o jurídica que realice una actividad económica. La auditoría ofrece certeza sobre el estado y la situación del negocio. En este proceso, el auditor aplica procedimientos a ciertas partidas o a grupos de hechos económicos relacionados con el sistema evaluado, con el objetivo de obtener suficiente información para emitir una opinión fundamentada (Manrique Plácido (2019).

2.1.20 Checklist

Según González González y Jimeno Bernal (2012, Copyright © 2025 PDCA Home), las listas de control, también conocidas como "check-lists" o "hojas de verificación", son herramientas utilizadas para realizar tareas repetitivas, verificar el cumplimiento de requisitos específicos o recopilar datos de manera ordenada y meticulosa. Estas listas son útiles para llevar a cabo inspecciones de actividades o productos, asegurando que no se omita ningún detalle importante.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se verá los detalles más importantes de la empresa Proplax donde se realizará el estudio.

2.2.1 Visión / Misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

Somos una empresa competitiva y líder en el mercado, con un amplio e innovador portafolio de envases de alta calidad, a través del empleo de tecnologías amigables con el ambiente y la excelencia operacional.

Misión

Proplax es una empresa con cobertura internacional que ofrece soluciones de envases

termoformados para la industria en general; con amplia experiencia en la transformación del plástico.

2.2.2 Antecedentes históricos

Esta empresa nació en 1964 en San Antonio de Belén, Costa Rica, con el objetivo de ofrecer soluciones de envases para diferentes industrias y consumidores. Desde el principio, la empresa ha tenido claro su compromiso con la satisfacción de sus clientes, colaboradores y el entorno. A lo largo de los años, ha ido modernizando sus equipos y ha desarrollado productos en una variedad de formas y tamaños.

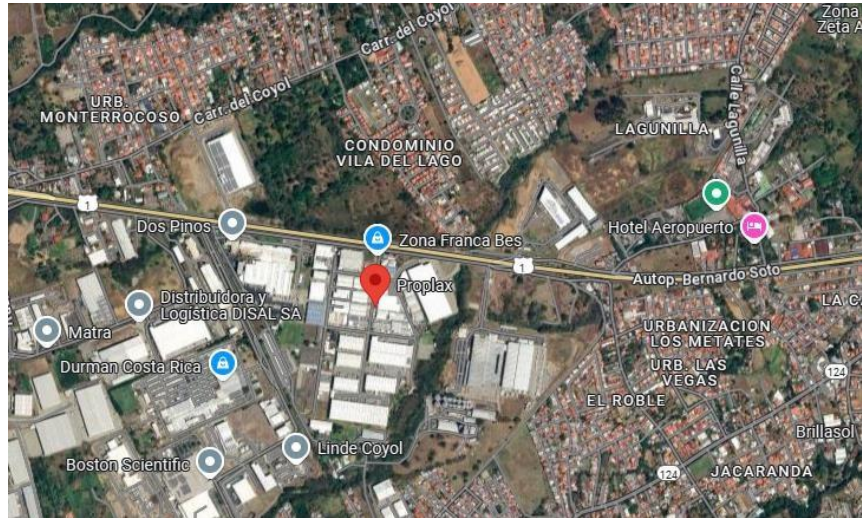
En abril de 2021, PROPLAX vivió uno de sus momentos más difíciles: un incendio arrasó sus instalaciones, lo que obligó a cerrar por tres meses. Sin embargo, con esfuerzo y dedicación, el equipo de PROPLAX reanudó operaciones en una planta temporal y, para julio de 2022, ya contaban con una nueva planta en Coyol de Alajuela.

Hoy, PROPLAX sigue siendo un referente en la transformación de plásticos y en cómo levantarse ante las adversidades.

2.2.3 Ubicación geográfica

XPVV+2V6, Provincia de Alajuela, San José

Figura 2.2.1 Mapa satelital de Proplax

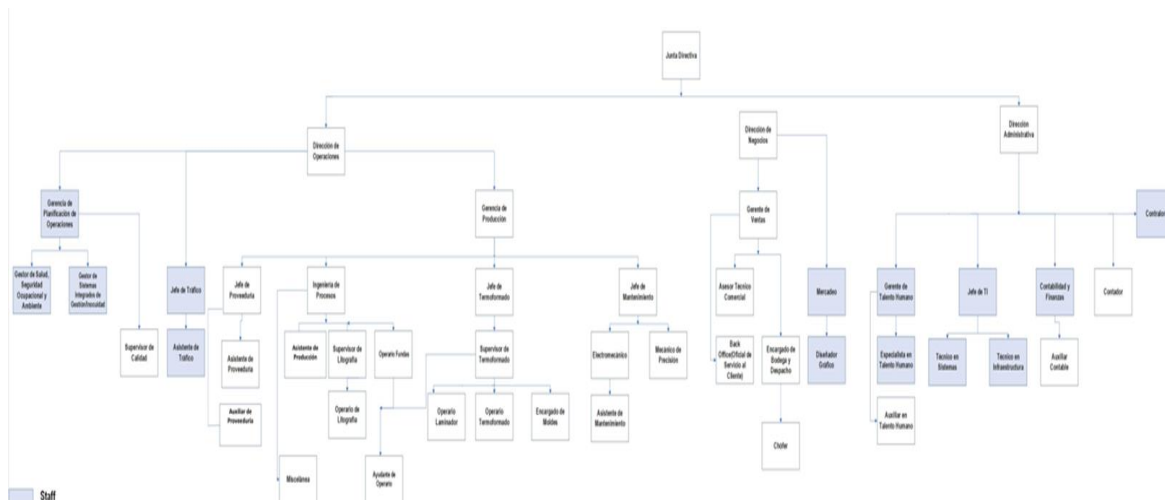


Fuente: Google Maps, 2024.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.2.2: Organigrama de Proplax.



Fuente: RR.HH., 2024.

El organigrama presentado se puede ver la estructura organizativa de la empresa. En la parte superior se encuentra la Junta Directiva, encargada de supervisar la dirección general. Debajo, se dividen las áreas de Dirección de Operaciones y Dirección Administrativa, cada una con funciones cruciales. La Dirección de Operaciones incluye la Gerencia de Producción, enfocada en procesos y calidad, mientras que la Dirección Administrativa tienen aspectos contables y financieros. Los diferentes roles y departamentos, como Supervisores de Calidad e Ingenieros de Proceso, muestran las relaciones jerárquicas y de supervisión, facilitando la comunicación y el desempeño organizacional.

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en el siguiente cuadro

Tabla 1 2.1 Cantidad de empleados por área

Puesto o Área	Cantidad
Jefatura y Supervisión	9
Contabilidad	2
Talento Humano	1
Producción (Operarios)	37
Mantenimiento	3
Calidad	1
Logística y Proveeduría	2
Servicios Generales	3
Técnico Electromecánico	4
Otros (Ayudantes, Mecánicos)	26
Total	88

Fuente: Producción Proplax., 2024.

2.2.6 Tipos de productos

En la empresa, hay una gran variedad de envases de alta calidad que se adaptan a diferentes necesidades. Se fabrican envases para productos de cuidado del

hogar, como jabones lavaplatos, y también para alimentos, como helados, yogures, quesos y dips, también hay envases para condimentos, jaleas y chocolates, así como vasos impresos.

Tiene platos chinos que son muy útiles para la comida exprés y hay varias bandejas diseñadas para empacar frutas, verduras y carnes. También se producen láminas plásticas para la industria gráfica y tapas que complementan cada envase, lo que garantiza que todos los productos lleguen a sus destinos de manera segura.

Figura 2.2.3: Productos Proplax



Fuente: Proplax 02

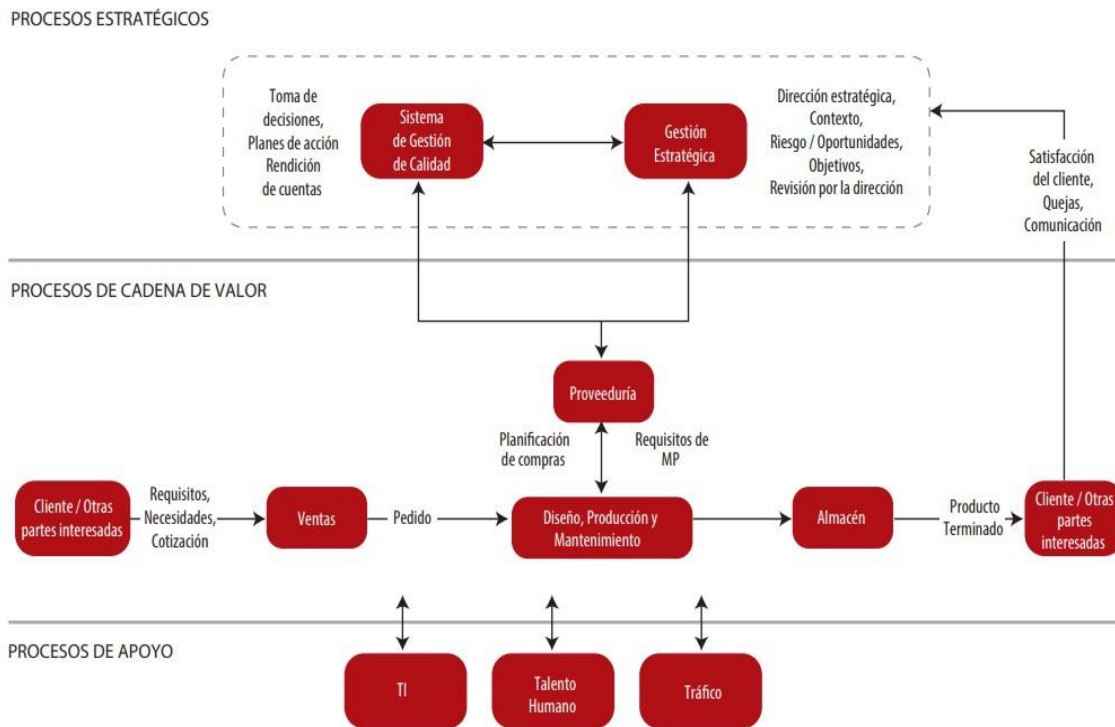
2.2.7 Mercado de exportación

Esta empresa exporta sus productos a El Salvador, Belice, Guatemala, Nicaragua, Panamá y Jamaica. La empresa también está a la disposición para exportar a otros países según las necesidades del mercado.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

A continuación, se mostrará el diagrama de flujo y luego se explicará.

Figura 2.2.4: Diagrama de Flujo



Fuente: RR.HH., 2024.

El diagrama de flujo muestra cómo se organizan los procesos en esta empresa, se puede ver que están dividido en tres partes principales: procesos estratégicos, cadena de valor y procesos de apoyo. En los procesos estratégicos se toman decisiones importantes sobre la calidad y la estrategia, y hay una retroalimentación constante para asegurarse de que las decisiones estratégicas se alineen con las metas de calidad y la satisfacción del cliente. En la cadena de valor, las áreas clave como ventas, producción, diseño, calidad y mantenimiento son las que convierten la materia prima en productos terminados que luego son enviados a los clientes. Por ultimo los procesos de apoyo como TI, Talento Humano y Tráfico son los que facilitan que todo funcione correctamente al dar el soporte necesario en recursos, tecnología y logística para que la empresa trabaje de forma eficiente.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En esta investigación, se empleará un enfoque mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Según Creswell (2014), este enfoque permite la recopilación de datos numéricos, así como información más detallada y descriptiva, lo que resulta útil para entender de manera más profunda los problemas relacionados con los defectos en los envases producidos por Proplax.

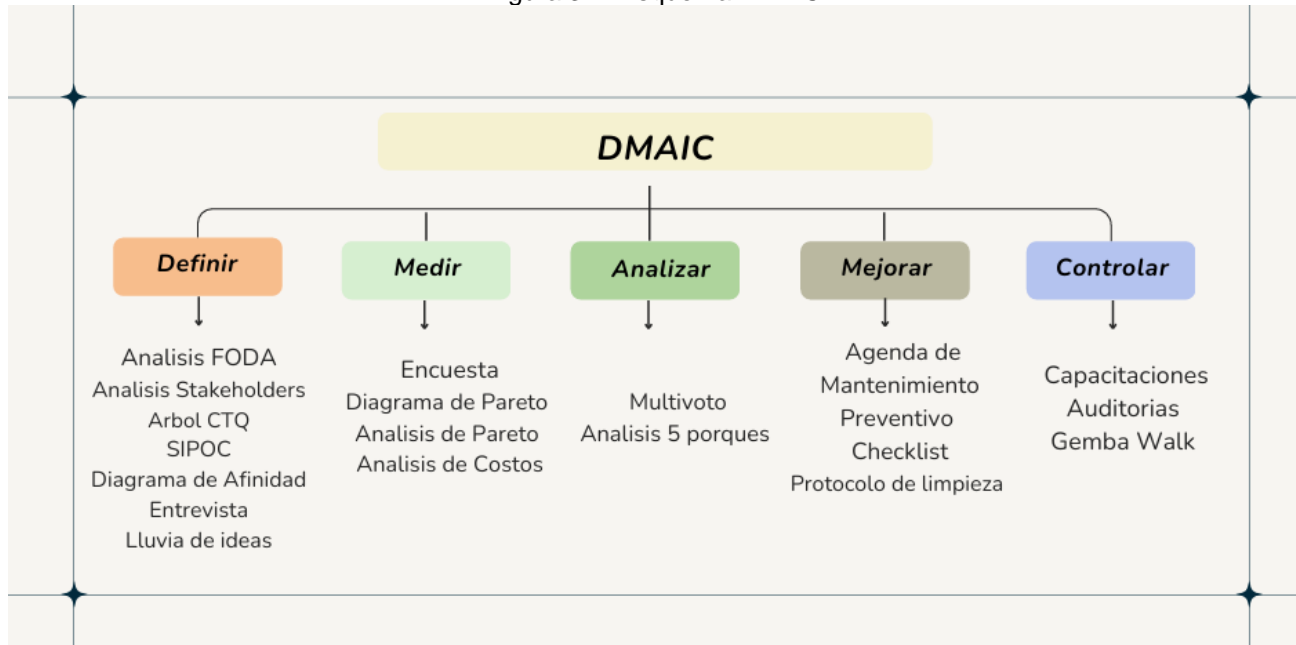
Para el análisis cuantitativo, se recopilarán datos sobre los defectos recurrentes en los envases, como las paredes suaves, la falta de nitidez en la impresión, y la contaminación por residuos. Además, se medirán los tiempos de inactividad y los costos adicionales generados por los reprocesos. Esta información permitirá observar cómo estos defectos afectan la producción, identificar patrones y áreas críticas del proceso donde podrían existir fallas.

En el análisis cualitativo, se realizarán entrevistas y conversaciones con los operadores y supervisores encargados del proceso de producción. Se buscará obtener información detallada sobre sus experiencias y los desafíos que enfrentan en su trabajo diario. Esto ayudará a identificar las causas subyacentes de los defectos y proporcionará ideas sobre posibles mejoras en los procesos, como el ajuste de temperaturas, la capacitación del personal y el mantenimiento de los equipos. La combinación de ambos enfoques permitirá una comprensión integral de los problemas y facilitará el diseño de soluciones efectivas.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se utilizará en este estudio será la metodología DMAIC, que forma parte de la estrategia Seis Sigma y se enfoca en mejorar los procesos de manera continua. Según Hernández et al. (2014), el método de investigación es el plan estructurado para obtener la información necesaria y resolver el problema planteado de manera efectiva. En este caso, el problema principal radica en los defectos en los envases producidos por la empresa, que afectan tanto la calidad del producto como la eficiencia de la producción.

Figura 3.1: Esquema DMAIC



Fuente: Autor

Se inicia con un análisis exhaustivo de las partes interesadas (stakeholders) para comprender sus necesidades y expectativas. Se utiliza un análisis FODA para obtener una visión clara del contexto, identificando fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Además, se elabora un árbol CTQ (Critical to Quality) para definir los requisitos críticos de calidad desde la perspectiva del cliente. Se utiliza un diagrama de SIPOC para entender los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Finalmente, se realizan entrevistas diagramas de afinidad y lluvia de ideas para recopilar y organizar la información relevante.

La siguiente etapa se centra en la recopilación de datos para establecer la línea base del proceso actual. Se aplican encuestas y otras herramientas de medición para obtener información cuantitativa y cualitativa. Se utilizan diagramas de Pareto y análisis de Pareto para identificar los problemas más significativos y priorizar las áreas de mejora. Además, se realiza un análisis de costos para identificar dónde se encuentran las pérdidas.

Luego, se profundiza en las causas raíz de los problemas identificados. Se llevan a cabo multivoto para generar y seleccionar soluciones potenciales. Se aplica la técnica de los 5

porqués para profundizar en las causas raíz de los problemas.

La siguiente fase se enfoca en desarrollar e implementar soluciones para abordar las causas raíz identificadas en la fase anterior. Se elabora una agenda de mantenimiento preventivo y checklist para asegurar el correcto funcionamiento de los procesos. Además, se elabora un protocolo de limpieza para mantener los estándares de calidad.

Finalmente, se establecen controles para asegurar que las mejoras se mantengan a lo largo del tiempo. Se realizan capacitaciones, auditorías y gemba walk para asegurar que los procesos se mantengan dentro de los estándares de calidad establecidos.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes primarias son las que brindan información de primera mano, como las personas que están directamente involucradas en el fenómeno que estamos investigando. Según Tancara (1993), estas fuentes incluyen entrevistas, encuestas u observaciones directas. Se hará entrevistas y encuestas a los operadores de la empresa quienes están directamente relacionados con la producción de envases para eso se buscarán los trabajadores que conocen bien el proceso que se va a investigar.

Las fuentes secundarias, por otro lado, son aquellas que proporcionan información de referencia, es decir, que remiten a otra fuente de información. Tancara (1993) explica que estas pueden ser descripciones de estudios realizados por otros investigadores. En este caso se usó libros, artículos y documentos que contienen información sobre el proceso de producción de envases en la industria del plástico. Estas fuentes ayudaron a entender mejor la idea y los antecedentes relacionados con la investigación.

3.1.1 Sujetos de información

Los sujetos de información son los trabajadores de la empresa como los operadores de las máquinas, ellos conocen bien los procesos y los desafíos que enfrentan y pueden dar comentarios sobre la calidad de los productos. También son importantes los supervisores

porque tienen una visión más amplia del proceso y pueden decir áreas donde se pueden hacer mejoras. Por otro lado, el equipo de calidad de la empresa, tienen conocimiento sobre los estándares y mejores prácticas ayudará identificar los problemas que afectan la producción. Al tener información de estas personas se podrá entender mejor la situación actual y proponer soluciones efectivas que mejoren la calidad y eficiencia en el proceso de producción.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

A CONTINUACIÓN, SE PRESENTAN LA TABLA DE VARIABLES DE ANÁLISIS

Tabla 3.1 Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
1. Definir las causas que generan defectos o retrabajos en el proceso de litografía y su origen.	Causas	Una causa es un motivo o razón para obrar. Equipo de Enciclopedia (2013 – 2024)	Identificar y analizar los puntos críticos donde ocurren defectos en el proceso de producción.	Herramientas: Análisis foda, Análisis stakeholders, sipoc, Árbol CTQ, entrevistas y lluvia de ideas
2. Cuantificar el impacto económico de los defectos y retrabajos en el proceso de litografía.	Impacto económico	Es fundamental para evaluar cómo determinadas decisiones pueden afectar el crecimiento, el empleo y la producción en un área específica.	Analizar datos históricos de costos asociados a defectos y calcular su incidencia económica.	Herramientas: encuesta, Diagrama de Pareto, análisis de Pareto análisis de costos.
3. Elaborar mejoras o una propuesta para reducir los defectos en el proceso de litografía y sus efectos económicos.	Optimización	La optimización consiste en mejorar un proceso para maximizar su rendimiento y minimizar desperdicios. (Significados, Equipo, 06/06/2024).	Diseñar y evaluar propuestas que mejoren tiempos, calidad y reduzcan defectos en el proceso de litografía.	Herramientas: Capacitación. Auditoría, Gemba walk.

Fuente: Autor

3.5 INSTRUMENTOS

Para hacer esta investigación se debe utilizar instrumentos y herramientas que ayuden a recopilar la información necesaria. Esto permitió comprender mejor el problema que se está estudiando. Barrantes Echavarría (2014) menciona que "en la investigación se dispone de instrumentos para medir las variables y las interrogantes, a fin de recolectar la información necesaria. A continuación, se verán los instrumentos.

3.5.1 Observación directa

La observación directa es un método sencillo, fácil, económico y rápido de monitoreo y obtención de datos. Santander, N. M., Damasceno, A., & Sánchez, J. M. M. (2019).

Este método permitirá observar el proceso de producción en tiempo real, ayudando a identificar defectos en las áreas críticas y facilitando la comprensión de la dinámica del trabajo en la planta.

3.5.2 Registros Históricos

Se revisarán los datos de producción y calidad de años anteriores para identificar tendencias y anomalías que puedan ofrecer una perspectiva sobre la evolución de los defectos a lo largo del tiempo.

3.5.3 Encuestas

La encuesta es un instrumento de la investigación de mercados que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica. Hernández, M. A., Cantin García, S., Lopez Abejón, N., & Rodríguez Zazo, M. (2010). Se aplicarán encuestas a los operadores de las máquinas para obtener información sobre sus percepciones y experiencias en relación con los defectos, lo que puede proporcionar una visión valiosa desde el punto de vista del personal operativo.

3.5.4 Entrevistas

La entrevista es una técnica de recogida de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma.

Folgueiras Bertomeu, P. (2016). Se llevarán a cabo entrevistas con supervisores y personal clave, permitiendo una discusión más detallada sobre el proceso de producción y las posibles causas de los defectos.

3.5.5 Recorridos

Describe la observación personal del trabajo para aprender más sobre él. Copyright (2024). Se realizarán recorridos por el área de producción para observar y comprender mejor el flujo de trabajo, los problemas en el sitio y cómo estos pueden estar relacionados con los defectos en los envases.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

El proceso de recolección y análisis de datos en la empresa comienza por conocer bien la empresa revisando su historia y los productos que ofrece. Después se ve el entorno para entender mejor cómo se relaciona con la competencia. Se observan datos históricos como informes de producción y registros de defectos para detectar patrones y problemas. También se hacen observaciones en el área de producción y se realizan encuestas y entrevistas con el personal para conocer sus opiniones. Luego, se evalúan los procesos termoformado y Litografía para ver dónde se pueden hacer mejoras. Al final se proponen cambios y se establecen controles de calidad para asegurarse de que todo funcione bien.

Figura 3.6: Diagrama de flujo para recolección de datos.



Fuente: Autor

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente proyecto se lleva a cabo en una empresa dedicada a la fabricación de envases termoformados, los cuales son utilizados en diversas industrias como alimentos, bebidas e higiene. Dentro de los procesos de producción, el área de litografía juega un rol crucial, ya que en esta etapa los envases reciben la impresión que les da el acabado final, esencial para su comercialización y presentación ante los clientes.

Se ha elegido este sector debido a que es donde se presentan con mayor frecuencia defectos, lo cual afecta tanto la resistencia como la funcionalidad del producto. Estos problemas no solo impactan la calidad del envase, sino también la eficiencia en el proceso de impresión.

Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de reducir estos defectos, y se llevará a cabo un análisis detallado utilizando la metodología DMAIC, que abordará de manera sistemática las causas de los problemas. Con este enfoque, se busca optimizar el proceso de litografía, mejorar la calidad de los envases y, como resultado, los indicadores de eficiencia y satisfacción del cliente.

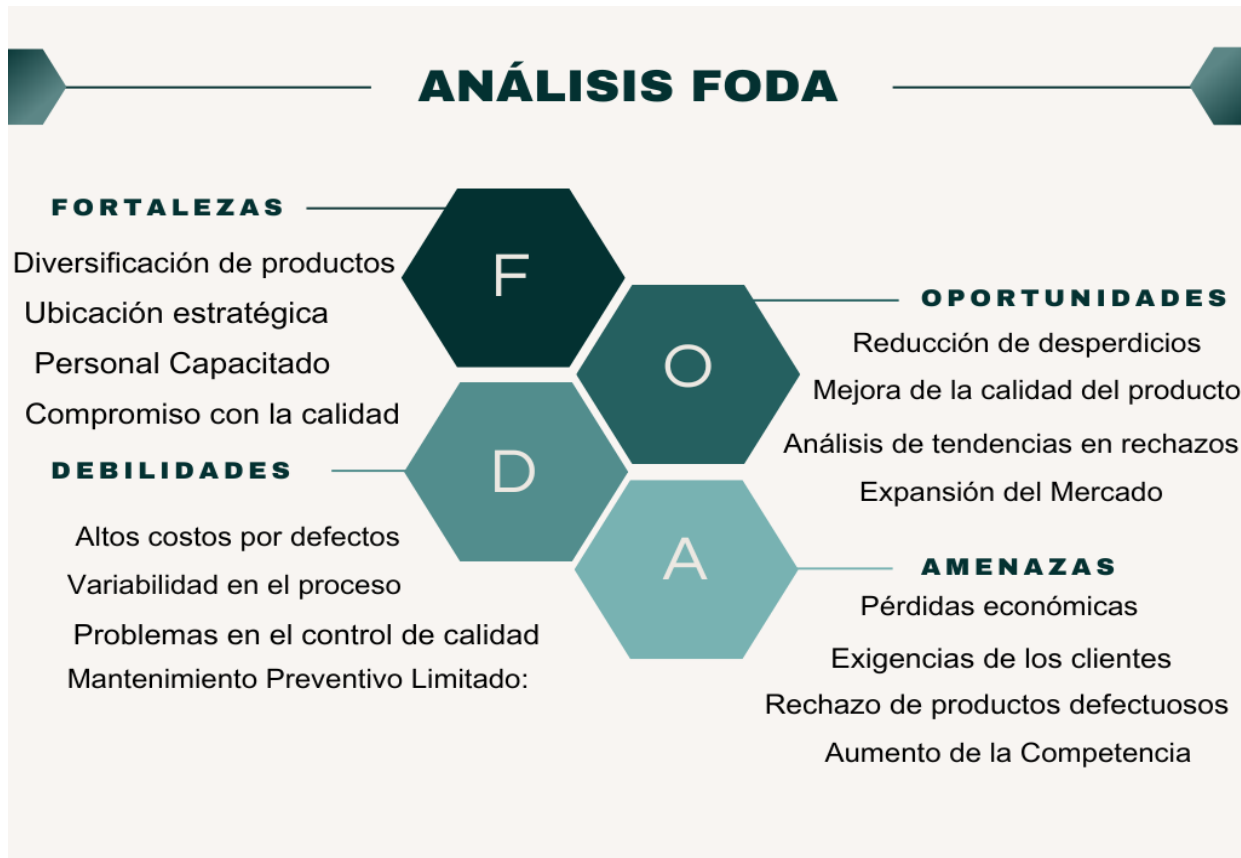
4.1 DEFINIR

En esta etapa se ve el problema que afecta la producción de envases termoformados en el área de impresión Litografía, centrándose en los defectos que comprometen la calidad y la eficiencia del proceso. Se establecen las condiciones en las que ocurren estos problemas, sus causas y sus efectos en satisfacción del cliente. A partir de esto, se determina el alcance del estudio y los factores clave a optimizar.

4.1.1 Análisis FODA

Para comprender los factores que influyen en los defectos de producción en el área de litografía de envases termoformados, se llevará a cabo un Análisis FODA. Esta herramienta permitirá identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que impactan en la calidad y eficiencia del proceso.

Figura: 4.12.1 Análisis FODA



Fuente: Autor

A continuación, se detalla el análisis FODA, que proporciona una visión integral de su posición en el mercado y las posibles estrategias a seguir:

Las fortalezas de la empresa incluyen una diversificación de productos, lo que le permite atender a una variedad de clientes y mercados. Además, cuenta con una ubicación estratégica, facilitando la logística y el acceso a recursos. El personal capacitado es un activo valioso, aportando experiencia y habilidades especializadas. Finalmente, el compromiso con la calidad asegura la satisfacción del cliente y la reputación de la marca.

Entre las debilidades, destacan los altos costos por defectos, que impactan la rentabilidad y la eficiencia. La variabilidad en el proceso genera inconsistencias en la calidad y dificulta la estandarización. Los problemas en el control de calidad impiden la detección temprana de errores y aumentan los reprocesos. También el mantenimiento preventivo limitado incrementa el riesgo de fallas y paradas que no sean planificadas.

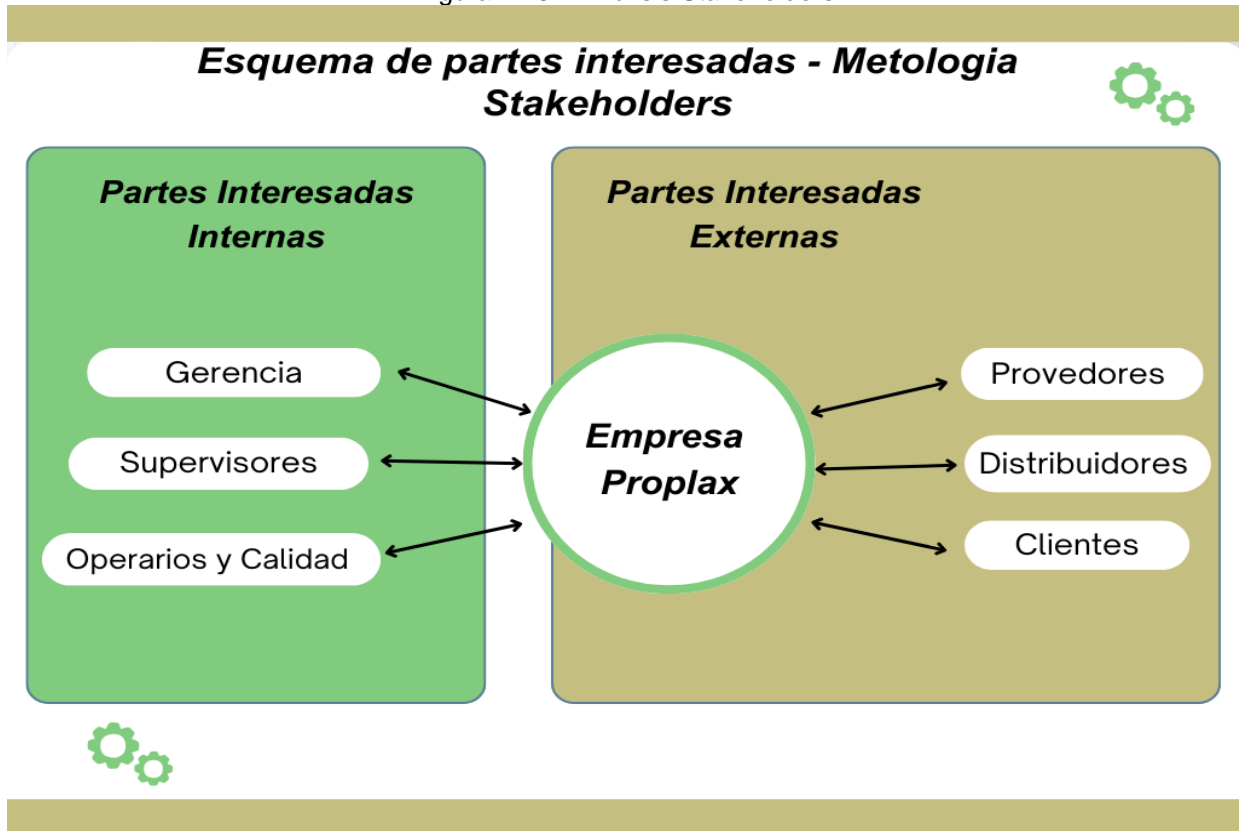
Las oportunidades se centran en la reducción de desperdicios, optimizando recursos y disminuyendo costos. La mejora de la calidad del producto permite aumentar la satisfacción del cliente y la competitividad. El análisis de tendencias en rechazos facilita la identificación de patrones y la implementación de acciones correctivas. La expansión del mercado abre nuevas posibilidades de crecimiento y diversificación de ingresos.

Las amenazas incluyen las pérdidas económicas, resultado de defectos y reprocesos. Las exigencias de los clientes, cada vez más altas, requieren una constante adaptación y mejora. El rechazo de productos defectuosos puede dañar la reputación y la lealtad del cliente. El aumento de la competencia exige una diferenciación constante y una mejora continua en la eficiencia y la calidad.

4.1.2 Análisis Stakeholders

Se utilizará la herramienta Stakeholders para identificar a todas las personas o grupos que están involucrados o se ven afectados por el proceso de producción de envases en la empresa. Esta herramienta ayudará a entender mejor qué esperan y necesitan tanto las personas dentro de la empresa (como gerentes, supervisores y operarios) como las externas (proveedores, distribuidores y clientes). De esta manera, se podrán tomar decisiones más informadas para mejorar la calidad y eficiencia de la producción, alineando los esfuerzos de todos los involucrados para lograr los objetivos de la empresa de manera más efectiva.

Figura:4.13.2 Análisis Stakeholders

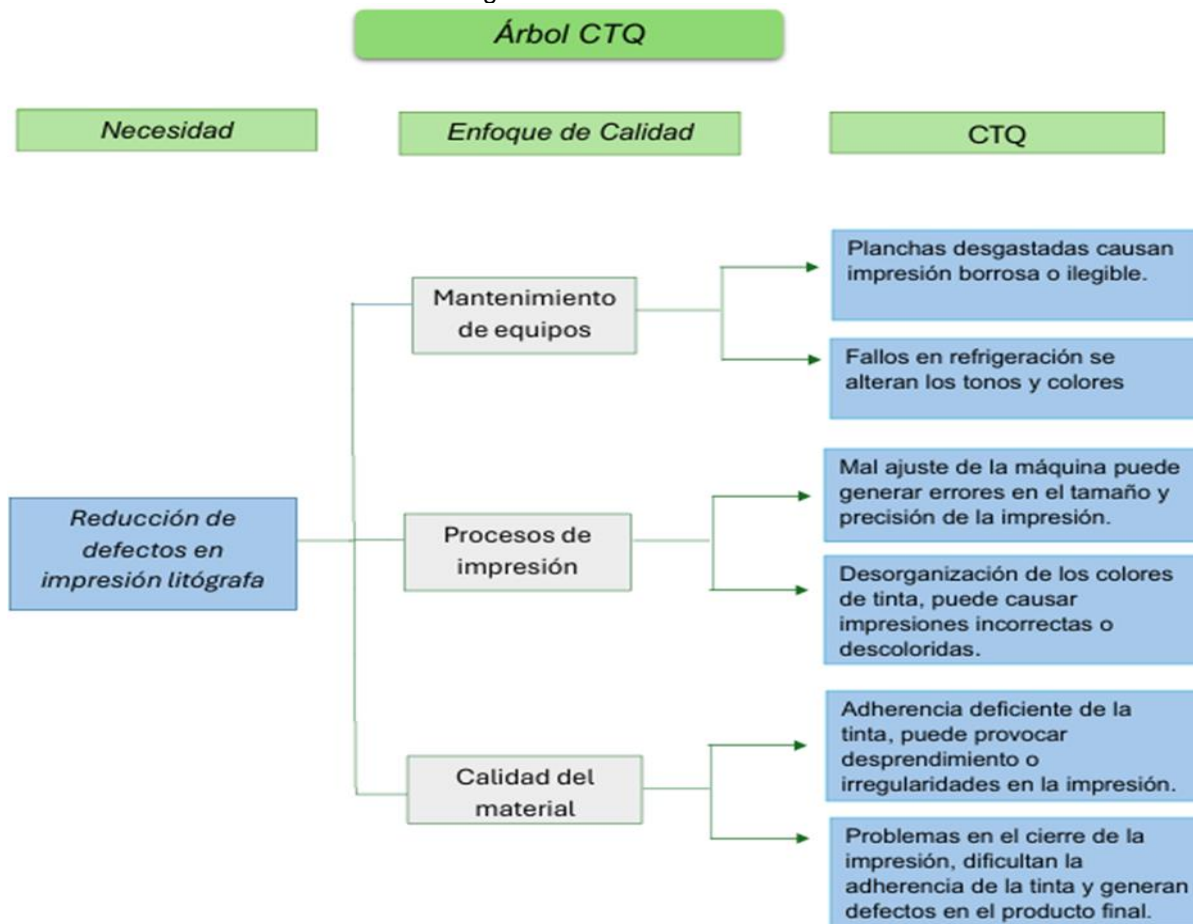


Fuente: Autor

4.1.3 Árbol CTQ

El Árbol CTQ se utiliza para identificar los aspectos más críticos que impactan la calidad de los envases termoformados destinados a la impresión litográfica en. En este estudio, se han definido tres áreas principales: mantenimiento de equipos, procesos de impresión y calidad del material. Estas áreas incluyen actividades como la implementación de un mantenimiento preventivo, la calibración adecuada de las impresoras, la verificación de la precisión cromática, la aseguración de la correcta adherencia de la tinta, y el control del grosor y la resistencia de las láminas plásticas. Esta herramienta permite priorizar los factores clave para mejorar la calidad del producto final y optimizar los procesos productivos.

Figura:4.14.3 Árbol CTQ



Fuente: Autor

4.1.4 SIPOC

Se aplicará el modelo SIPOC para mapear el proceso de litografía en la empresa. Este modelo ayuda a comprender claramente cómo interactúan los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes en cada etapa del proceso.

Figura:4.15. 4 SIPOC



Fuente: Autor

Se ha elaborado un diagrama SIPOC para analizar el proceso de litografía. Los Proveedores son quienes aseguran los recursos: materiales como láminas, tintas y solventes, además del mantenimiento de equipos. Las Entradas comprenden los materiales directos, las instrucciones del cliente y las tareas de servicio. El Proceso detalla los pasos de trabajo, desde la preparación de las máquinas hasta la impresión y el control de calidad. Las Salidas incluyen los envases terminados, los informes de calidad y la garantía de cumplimiento normativo. Los Clientes son quienes reciben los envases, tanto

dentro de la empresa como otras industrias. Este análisis permite ver cómo se relacionan todos los elementos y encontrar oportunidades de mejora.

4.1.5: Diagrama de Afinidad

A continuación, se utilizará el diagrama de afinidad como herramienta clave clave de la etapa Definir, se enfoca en organizar las causas de los defectos que afectan la impresión litográfica en los envases termoformados. Esta herramienta permite identificar las áreas más críticas en el proceso, agrupando problemas similares en categorías que facilitan el análisis. Este enfoque no solo ayuda a comprender mejor las fallas, sino que también permite priorizar las soluciones en las siguientes etapas del proyecto.

Figura:4.16.5 Diagrama de Afinidad

Diagrama de Afinidad



Fuente: Autor

El análisis realizado se centró en los defectos detectados durante la impresión litográfica,

los cuales se agruparon en cinco categorías principales:

Primero problemas de diseños: Los defectos en los bordes de los envases, los diseños incompletos o borrosos, y la distorsión de textos o logos suelen deberse a una presión desigual durante la impresión. Estas fallas comprometen la presentación final del producto.

Factores Técnicos: Se identificaron problemas como la mala configuración inicial de los equipos de impresión, contaminantes en la línea de producción y temperaturas incorrectas durante el secado, lo que genera desprendimientos de tinta y afecta la calidad del diseño impreso.

Material de Entrada: Incluye láminas termoformadas con defectos como paredes suaves, acumulación de residuos en las láminas y problemas de compatibilidad entre la tinta y el material del envase. Estas condiciones impactan directamente la calidad de la impresión desde el inicio del proceso.

Control de Calidad: Los criterios poco definidos para evaluar los diseños, la baja frecuencia de inspecciones y el uso de herramientas manuales sin soporte tecnológico avanzado dificultan garantizar una impresión consistente y de alta calidad.

Impactos en la Producción: Las consecuencias de los problemas anteriores incluyen retrasos en las entregas debido a reprocesos, un aumento en los desperdicios por rechazos y la insatisfacción de los clientes por inconsistencias en la calidad final de los envases impresos.

4.1.6: Entrevista

Para identificar los defectos en los envases termoformados y su impacto en la impresión litográfica, se realizó una entrevista con el jefe de Calidad y el Supervisor de Molido (Reproceso). Esta herramienta permitió recopilar información directa sobre los problemas en la producción y conocer las posibles causas detrás de estos defectos.

A partir de la entrevista, se determinaron los siguientes defectos más comunes:

Tabla 4.1.1 Tabla descripción de los defectos

Defecto	Descripción
Paredes suaves	Las paredes del envase son débiles y no mantienen su forma, problema para la impresión
Contaminación en la impresión	Partículas o residuos afectan la calidad de la impresión.
Falta de nitidez en la impresión	La impresión luce borrosa o con bordes poco definidos.
Código de barras ilegibles	El código impreso no se puede leer correctamente.
Colores desajustados	Los colores impresos no coinciden con el diseño original.

Durante la entrevista, se abordaron diferentes aspectos clave del proceso de producción. Se les consultó a los entrevistados sobre los defectos más frecuentes en los envases, el impacto de estos en la eficiencia de la producción y los problemas adicionales que surgen en el reproceso. Gracias a sus respuestas, se logró identificar los principales defectos, entre los que destacan las paredes suaves, la contaminación en la impresión, la falta de nitidez en los diseños, los códigos de barras ilegibles y los colores desajustados.

El jefe de Calidad destacó que estos defectos comprometen la integridad del producto final, lo que resulta en un alto porcentaje de rechazos y reprocesos. Por su parte, el Supervisor de Molido (Reproceso) explicó que los envases defectuosos que ya han sido impresos representan un mayor costo de reproceso. Además, indicó que no es posible mezclar los materiales Polipropileno y Poliestireno en el reproceso, ya que poseen propiedades distintas que afectan la calidad del material reciclado.

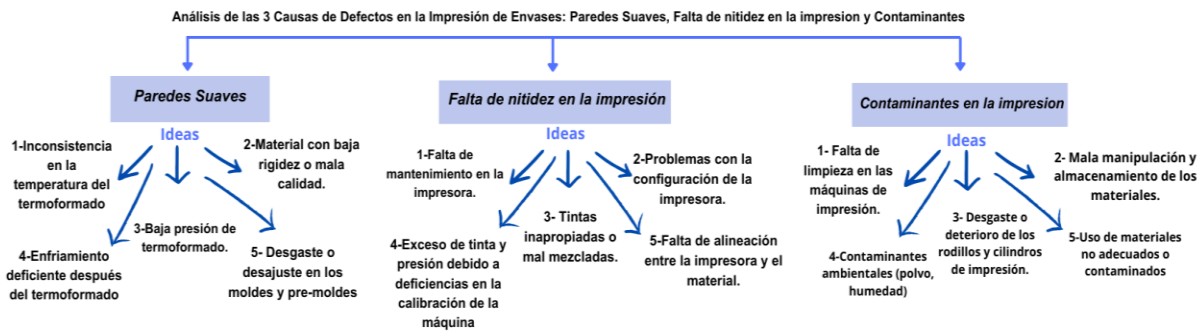
4.3.1 Lluvia de ideas

Se aplicó esta herramienta para tener los detalles de los defectos en la impresión de envases, agrupándolos en tres categorías principales: paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminantes en el proceso. Este ejercicio facilita la identificación de factores que pueden estar afectando la calidad del producto y sirve como base para la toma de decisiones en la mejora del proceso.

Figura:4.3.17. Lluvia de ideas



LLUVIA DE IDEAS



Fuente: Autor

A través de la lluvia de ideas se determinaron diversas causas que influyen en los defectos de impresión. En el caso de las paredes suaves se identificaron problemas como inconsistencias en la temperatura del termoformado, baja presión y desgaste de moldes. La falta de nitidez en la impresión se asoció con desajustes en la calibración de colores, uso de tintas inadecuadas y problemas de alineación entre la impresora y el material. Finalmente, los contaminantes en la impresión se vincularon con la falta de limpieza en las máquinas, contaminación ambiental y mala manipulación de materiales. Para priorizar las causas con mayor impacto se aplicará un multivoto en la etapa de analizar donde los participantes seleccionarán los factores más relevantes a abordar en la mejora del proceso.

4.2 MEDIR

En esta fase se recopilan datos clave para evaluar el impacto de los defectos en la producción, especialmente el tiempo adicional requerido para el reproceso semanal de envases defectuosos. Esta medición permitirá evaluar cómo los defectos afectan la eficiencia de la línea de producción.

4.2.1: Encuesta

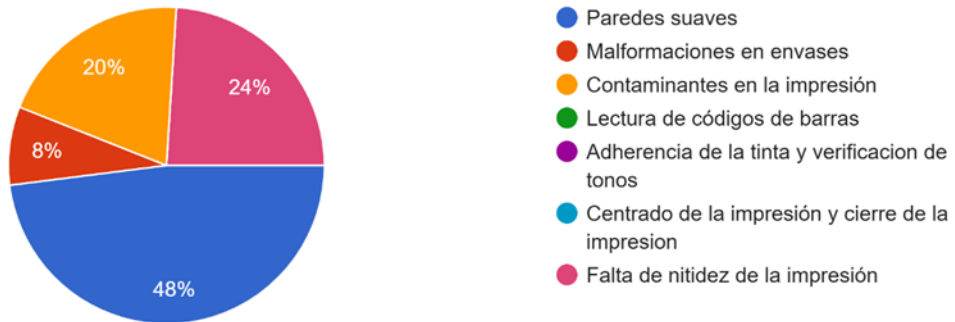
Para complementar la información obtenida en la entrevista, se aplicó una encuesta a 25 trabajadores que laboran directamente en la línea de producción. La encuesta incluyó preguntas enfocadas en la calidad de los envases, la frecuencia de los defectos y su

impacto en la eficiencia del proceso.

Figura:4.2.18. Encuesta pregunta 1

¿Cuáles cree que son los defectos más comunes que afectan la calidad del envase en el proceso de impresión litografía?

25 respuestas



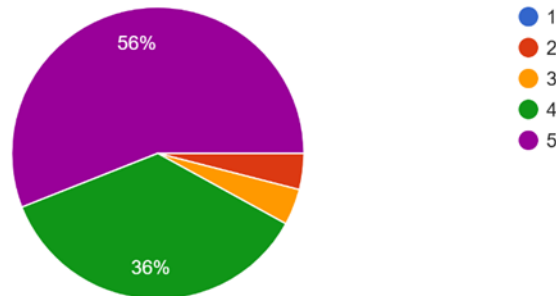
Fuente: Autor

La primera pregunta de la encuesta buscó identificar los defectos más comunes en la impresión litográfica de envases. Los trabajadores señalaron tres problemas principales: Paredes Suaves (48%), Falta de nitidez de la impresión (24%) y contaminantes en la impresión (20%). Estos hallazgos resaltan las áreas clave para mejorar la calidad del producto.

Figura:4.2.19. Encuesta pregunta 2

En una escala del 1 al 5 ¿qué tan crítico considera el impacto de los defectos en los envases en el proceso de litografía, afectando la eficiencia de la línea de producción?

25 respuestas



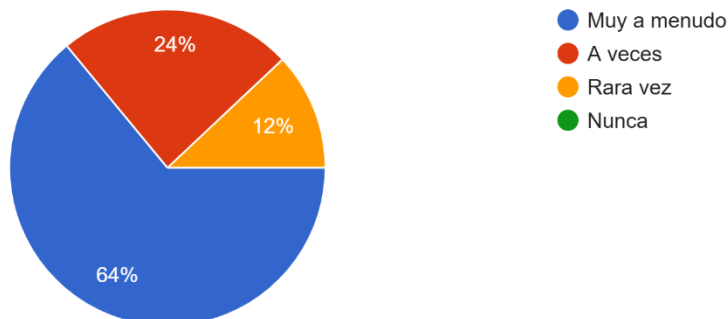
Fuente: Autor

La segunda pregunta de la encuesta se centró en la percepción de los trabajadores sobre la criticidad del impacto de los defectos en los envases dentro del proceso de litografía, y cómo estos defectos afectan la eficiencia de la línea de producción. Utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 representa muy crítico y 5 representa no crítico, se buscó cuantificar esta percepción. Los resultados revelaron que la mayoría de los encuestados (51.9%) considera que el impacto es extremadamente crítico.

Figura:4.2.20. Encuesta pregunta 3

Con qué frecuencia considera que los defectos ocurren en la producción de envases?

25 respuestas



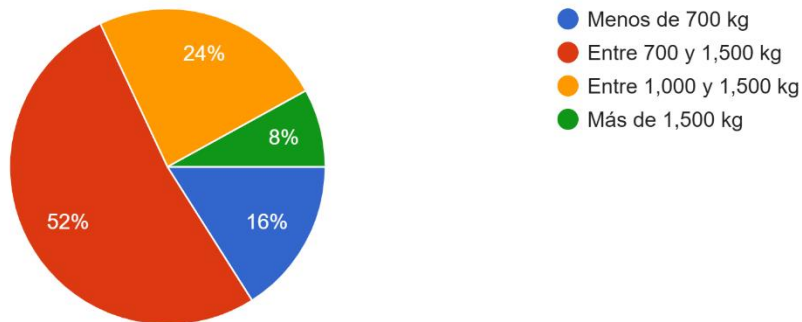
Fuente: Autor

La encuesta realizada a 25 trabajadores de la línea de producción reveló que la mayoría

(64%) considera que los defectos ocurren muy a menudo en la producción de envases. Un porcentaje significativo (24%) también cree que ocurren a veces, mientras que solo un 12% opina que ocurren "rara vez". Ninguno de los encuestados seleccionó la opción nunca. Estos resultados indican una percepción generalizada de que los defectos son un problema común en el proceso de producción de envases, lo que sugiere la necesidad de implementar medidas para mejorar la calidad y reducir la frecuencia de estos defectos.

Figura:4.2.21. Encuesta pregunta 4

¿Cuánto envases con impresion cree que se reprocesa semanalmente?
25 respuestas



Fuente: Autor

La última pregunta de la encuesta realizada a 25 trabajadores fue: ¿Cuántos envases con impresión cree que se reprocesan semanalmente? Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados, un 52%, cree que se reprocesan entre 700 y 1,500 kg de envases. Un 24% estima que se reprocesan menos de 700 kg, mientras que un 16% considera que se reprocesan más de 1,500 kg. Un 8% cree que se reprocesan entre 1,000 y 1,500 kg. Estos resultados indican que el reprocesamiento es una parte significativa del proceso de producción, con la mayoría de los trabajadores estimando que se reprocesa una cantidad considerable de envases cada semana.

4.2.2: Diagrama de Pareto

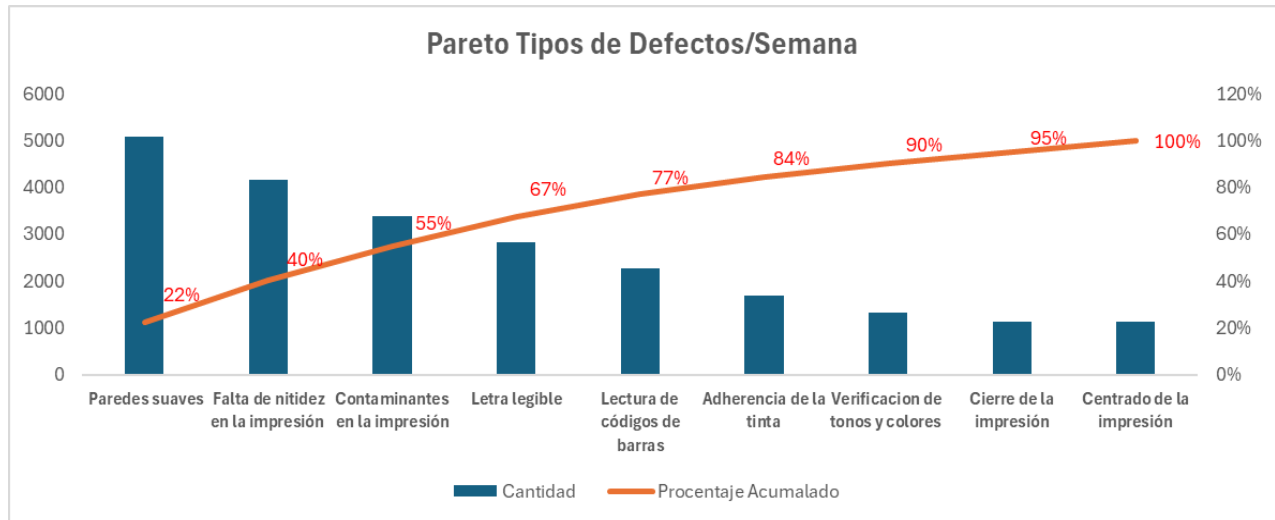
Para identificar las causas más críticas de los defectos, se utilizó un Diagrama de Pareto, para la elaboración de este diagrama se usó una muestra de los defectos encontrados en una semana de trabajo. Con esto tenemos una ayuda para visualizar qué problemas están afectando mayormente la producción y cuál es su impacto en la eficiencia.

Tabla 2. 2.1 Pareto

Tipos de Defectos	Cantidad	Porcentaje	Procentaje Acumulado
Paredes suaves	5090	22%	22%
Falta de nitidez en la impresión	4148	18%	40%
Contaminantes en la impresión	3393	15%	55%
Letra legible	2828	12%	67%
Lectura de códigos de barras	2262	10%	77%
Adherencia de la tinta	1697	7%	84%
Verificación de tonos y colores	1320	6%	90%
Cierre de la impresión	1131	5%	95%
Centrado de la impresión	1131	5%	100%
Total	23000	100%	

Fuente: Autor

Figura:4.2.22. Diagrama de Pareto



Fuente: Autor

4.2.3: Análisis de Pareto

El análisis de la distribución de defectos en la producción, basado en los datos de la tabla proporcionada, revela patrones significativos que permiten una mejor comprensión de los problemas críticos. La tabla muestra la frecuencia y el porcentaje de varios tipos de

defectos, lo que permite identificar cuáles son los más comunes y, por lo tanto, los que requieren mayor atención.

Los datos se organizan en nueve categorías de defectos, cada una con su respectiva cantidad, porcentaje del total y porcentaje acumulado. Esta estructura facilita la identificación de los defectos más frecuentes y su contribución al total de problemas.

Al observar los datos, se destaca que los tres primeros defectos (Paredes suaves, Falta de nitidez en la impresión y Contaminantes en la impresión) representan el 55% del total de defectos. Esto confirma la validez del principio 80/20, que sugiere que una minoría de causas suele generar la mayoría de los problemas.

El defecto más frecuente, Paredes suaves, representa el 22% del total, lo que indica un problema significativo en el proceso de producción. Esto puede estar relacionado con variaciones en la temperatura del termoformado o una distribución inadecuada del material en el molde.

Le sigue Falta de nitidez en la impresión, con un 18%, lo que sugiere posibles problemas con la calibración de los rodillos de impresión, desgaste de los clichés o inestabilidad en la presión ejercida durante el proceso. Este tipo de defecto no solo afecta la apariencia del producto, sino que también puede generar reprocesos y retrasos en la entrega.

El tercer defecto más frecuente, Contaminantes en la impresión, representa el 15% del total, lo que indica posibles deficiencias en los protocolos de limpieza o en el control del ambiente de producción. La acumulación de residuos en la maquinaria o en el área de impresión puede generar manchas o partículas no deseadas en los envases, afectando su calidad final.

La siguiente tabla presenta un resumen de los datos de producción, incluyendo el total producido, el porcentaje de defectos encontrados y la cantidad de unidades defectuosas

por día. Estos datos son cruciales para evaluar la eficiencia y calidad del proceso de producción, permitiendo identificar áreas de mejora y optimizar los recursos.

Tabla 4 2.2 Producción promedio por día

Tabla de reporte de produccion	Datos
Produccion	35000
Porcentajes defectos	11%
Unidad defectuosa	3850 por dia

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestra la cantidad promedio diaria de las 3 principales causas de envases de defectuosos que son paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión.

Tabla 4 2.3 Principales Causas de defectos

Causas	Reprocesos diarios Principales Causas (und)
Paredes suaves	475
Falta de nitidez en la impresión	380
Contaminacion de la impresión	315

Fuente: Autor

4.2.4: Medición del tiempo de retrabajo por defectos en envases.

La siguiente tabla presenta un análisis detallado del material defectuoso reprocesado durante un período de 16 semanas en el área de litografía. Cada semana, se realiza un reproceso de los envases defectuosos que han sido identificados y puestos en cuarentena debido a diversos tipos de defectos o fallos en la calidad. Estos envases son almacenados temporalmente hasta que se realiza su reproceso. Este reproceso tiene un tiempo generalmente de 3 horas independientemente de la cantidad de material reprocesado, que puede variar entre 700 y 1500 kg. El proceso de reproceso se realiza en tres pasos principales: molido, laminado y termoformado. Este tiempo adicional afecta la eficiencia de la línea de producción e impacta directamente en el área de impresión litográfica, donde los defectos en los envases comprometen la calidad del proceso de impresión.

En esta tabla se registran la cantidad de defectos reprocesados en kilogramos (Kg) y el

tiempo empleado en horas para cada semana, diferenciando entre turnos diurnos y nocturnos. Estos datos son fundamentales para evaluar la eficiencia del proceso de reprocesamiento, identificar tendencias en la generación de defectos y optimizar los recursos destinados a la corrección de errores en la producción de litografía durante el periodo de 16 semanas analizado.

Tabla 4 2.4 Datos Reprocesados del material con defectos por semana

<i>Semana</i>	<i>Cantidad de Defectos Reprocesados (Kg)</i>	<i>Tiempo reprocesado(horas)</i>	<i>Turno</i>
1	700	3	Diurno
2	850	3,6	Nocturno
3	1000	4,3	Diurno
4	1200	5,1	Nocturno
5	950	4,1	Diurno
6	1300	5,6	Nocturno
7	1100	4,7	Diurno
8	1500	6,4	Nocturno
9	1200	5,1	Diurno
10	950	4,1	Nocturno
11	800	3,4	Diurno
12	1300	5,6	Nocturno
13	1100	4,7	Diurno
14	950	4,1	Nocturno
15	800	3,4	Diurno
16	1200	5,1	Nocturno
Total	16900	72,3	

Fuente: Autor

4.2.5: Análisis de Costos de Reprocesos

Para obtener una visión general del impacto en la producción, se calcularon los valores promedio de cada categoría:

Promedio de tiempo de retrabajo por semana

El tiempo total de retrabajo registrado durante las 16 semanas es de 72.3 horas.

Promedio de tiempo de retrabajo por semana: $\bar{X} = \frac{72.3}{16} = 4.52 \text{ horas}$

Promedio de material reprocesado por semana

El total promedio de unidades reprocesadas son 23000 por semana y esto equivale a 1056 kilogramos de material.

Para calcular el promedio semanal, se usa la misma fórmula: Cantidad de Kilos reprocesados en 16 semanas dividido entre la cantidad de semanas de la muestra.

Promedio de material reprocesado por semana: $\bar{X} = \frac{16900}{16} = 1,056.25 \text{ kg}$

El análisis de los datos obtenidos muestra un promedio semanal de 4.52 horas dedicadas al reproceso de los envases defectuosos, lo cual impacta negativamente en la eficiencia general de la línea de producción. El promedio de material reprocesado de 1,056.25 kg cada semana revela que una cantidad significativa de material se pierde debido a defectos en la producción, estos resultados ayudan a ver la importancia de implementar soluciones para reducir los defectos y mejorar la eficiencia en la línea de producción.

4.2.6: Impacto Económico

El impacto económico de los defectos en la producción de envases termoformados con impresión litografía tiene efectos negativos en la rentabilidad y eficiencia del proceso de producción. Los defectos no solo afectan la calidad del producto final, sino que también generan costos adicionales, como el tiempo adicional dedicado al reproceso, la pérdida de material y la reimpresión de envases defectuosos.

1. Costo de Retrabajo Semanal

El costo asociado con el tiempo adicional de retrabajo se calcula multiplicando el tiempo promedio de retrabajo semanal (4.52 horas) por el costo de la mano de obra promedio por hora (C\$5,500):

Costo de Retrabajo Semanal = 4.52 horas * ₡5,500 = ₡24,860

2. Costo de Material Reprocesado

El material plástico utilizado para los envases tiene un costo de ₡500 por kilogramo. Durante la semana, se reprocesan un promedio de 1,056.25 kg de material defectuoso. El costo asociado con el material reprocesado es:

Costo de Material Reprocesado = 1,056.25 kg * ₡500 = ₡528,125

3. Costo de Reimpresión

Algunos defectos requieren la reimpresión de los envases. El costo de reimprimir cada envase defectuoso es de ₡25. Si cada semana se reimprimen 23000 envases defectuosos, el costo de reimpresión semanal es:

Costo de Reimpresión = 23000 envases * ₡25 = ₡575,000

4. Costo Total Estimado: El costo total estimado del reproceso de los defectos es de 58,610,100 colones anuales, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4 2.5 Datos de Costo de defectos

Concepto	Valor	Descripción
Costo de Retrabajo Semanal	₡ 24 860,00	Cálculo del costo de la mano de obra del reproceso semanal de los envases defectuosos.
Costo de Material Reprocesado	₡ 528 125,00	Cálculo del costo del material utilizado en el reproceso semanal de envases defectuosos.
Costo de Reimpresión	₡ 575 000,00	Cálculo del costo adicional de reimpresión de envases defectuosos debido a la impresión defectuosa.

Costo Total Semanal de Defectos	₡ 1 127 985,00
Costo Total Mes de Defectos	₡ 4 884 175,05
Costo Total Anual de Defectos	₡ 58 610 100,60

Fuente: Autor

5-Costo estimado de ahorro

Se muestra el estimado de reducción de costos al optimizar los procesos de producción y minimizar los defectos. Con un costo total anual de ₡42,492,322.94, este cuadro refleja los costos asociados al retrabajo, material reprocesado y reimpresión de los envases defectuosos. La reducción de estos costos puede lograrse mediante la mejora de la calidad en la producción, la implementación de medidas preventivas y la optimización de los recursos.

Tabla 4.2.6 Datos de Costos estimados de ahorro

Concepto	Valor	Descripción
Costo de Retrabajo Semanal	₡ 18 023,50	Cálculo del costo de la mano de obra del reproceso semanal de los envases defectuosos.
Costo de Material Reprocesado	₡ 382 890,63	Cálculo del costo del material utilizado en el reproceso semanal de envases defectuosos.
Costo de Reimpresión	₡ 416 875,00	Cálculo del costo adicional de reimpresión de envases defectuosos debido a la impresión defectuosa.

Costo Total Semanal de Defectos	₡ 817 789,13
Costo Total Mes de Defectos	₡ 3 541 026,91
Costo Total Anual de Defectos	₡ 42 492 322,94

Fuente: Autor

Como definimos que las 3 principales causas de defectos representan el 55 % y que son paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión, podemos decir que el costo total anual de reprocesos de estas 3 causas en el promedio 32,235,555 colones por año.

4.3 ANALIZAR

En esta fase, se busca entender a fondo las causas que están originando los defectos en la producción de envases termoformados, especialmente en el área de impresión litográfica, y cómo estos afectan la eficiencia del proceso. A partir de la información obtenida en las fases anteriores, como la definición del problema y la medición del impacto, se realiza un análisis detallado para identificar las raíces de los problemas. Este análisis es crucial para priorizar las causas más relevantes y entender por qué los defectos ocurren con la frecuencia observada, así como su repercusión en términos de costos, tiempo y satisfacción del cliente.

4.3.2 Multivoto

Se priorizó las causas más significativas que afectan la calidad de los envases, se realizó

un Multivoto. Este ejercicio consistió en que los participantes, a través de una votación, asignarán puntuaciones a cada una de las causas identificadas en la lluvia de ideas de la etapa de definir. Las causas más relevantes fueron seleccionadas con base en la percepción del impacto que cada una tiene en el proceso de producción.

Tabla:4.3.23. Multivoto

Tabla Multivotos

Multivoto Paredes suaves						
Causa	operario 1	Calidad	operario 1	Calidad	operario 3	Total
Inconsistencia en la temperatura del termoformado	5	4	5	3	5	22
Baja presión de termoformado	4	3	4	2	3	16
Material con baja rigidez o mala calidad	3	5	3	4	4	19
Enfriamiento deficiente después del termoformado	2	2	2	5	2	13
Desgaste o desajuste en los moldes y pre-moldes	1	1	1	1	4	8

Multivoto Falta de nitidez en la impresión						
Causa	operario 1	Calidad	operario 3	Clidad	operario 5	Total
1. Exceso de tinta y presión debido a deficiencias en la calibración de la máquina	5	5	5	5	5	25
2. Tintas inapropiadas o mal mezcladas	3	2	4	3	5	17
3. Problemas con la configuración de la impresora	4	3	3	4	1	15
4. Falta de mantenimiento en la impresora	2	3	2	2	2	11
5. Falta de alineación entre la impresora y el material	1	1	2	1	1	6

Multivoto Contaminacion en la impresión						
Causa	operario 1	Calidad	operario 3	Calidad	operario 5	Total
1. Mala manipulación y almacenamiento de los materiales	3	3	4	4	4	19
2. Falta de limpieza en las máquinas de impresión	5	4	5	5	5	24
3. Desgaste de los rodillos y cilindros de impresión	2	3	2	4	4	15
4. Contaminantes ambientales (polvo, humedad)	4	1	3	2	3	13
5. Uso de materiales no adecuados o contaminados	2	2	3	2	1	10

Fuente: Autor

A partir de las causas identificadas en la lluvia de ideas, los operarios calificaron del 1 al 5 el impacto de cada una. Los resultados mostraron que la causa principal en paredes suaves fue la inconsistencia en la temperatura del termoformado, con 22 puntos; en falta de nitidez, fue el Exceso de tinta y presión debido a deficiencias en la calibración de la máquina, con 25 puntos; y en contaminación en la impresión, la causa más relevante fue la falta de limpieza en las máquinas de impresión, con 24 puntos. Estos resultados permiten enfocar los esfuerzos en las áreas más críticas para mejorar la calidad del proceso.

4.3.2 Análisis 5 porqués

El análisis se centró en tres problemas principales: suavidad en las paredes de los envases, falta de nitidez en la impresión y contaminación en el proceso de impresión.

Figura:4.3.24. Análisis 5 porqués



Fuente: Autor

El análisis reveló que las causas raíz de estos problemas se deben a factores como la falta de un plan de mantenimiento preventivo formal, la ausencia de un sistema de control de calidad en la calibración de impresión y la falta de un programa de capacitación en limpieza y mantenimiento. Estas deficiencias se traducen en defectos de calidad, afectando tanto el proceso de termoformado como el de impresión. Los resultados obtenidos servirán como base para proponer mejoras en los procesos de producción y así optimizar la calidad de los productos finales, contribuyendo a la eficiencia operativa en la empresa.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

En este capítulo, se detallan las soluciones para las tres causas críticas identificadas en el capítulo anterior, las cuales afectan la calidad en la producción de envases. Las soluciones propuestas se dividen en acciones para mejorar y actividades de control que se implementarán para asegurar la eficacia de las mejoras.

5.1 MEJORAR

De acuerdo con las mejoras que se proponen para las 3 principales causas de defecto que son paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión, se estima tener entre un 50% a un 60% de mejoras en los reprocesos para evitar los defectos en este estimado en estas 3 causas críticas principales.

5.1.1 Mejora Agenda de Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado.

Se realizó un estudio del proceso de termoformado reveló que la inconsistencia en la temperatura de las máquinas es la causa principal de la variabilidad en la calidad de las paredes de los envases, resultando en defectos como paredes suaves. Esta problemática se ve agravada por la falta de un plan de mantenimiento preventivo y la ausencia de procedimientos estandarizados para la calibración de las máquinas, lo que conduce a una inestabilidad térmica y fluctuaciones de temperatura. Como consecuencia, se registran aproximadamente 475 envases defectuosos diariamente, generando pérdidas significativas de tiempo, recursos y materiales, afectando negativamente los plazos de entrega y la satisfacción del cliente.

A continuación, se presenta la agenda de mantenimiento preventivo propuesto:

Figura:5.1.1. Propuesta de mejora Agenda Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado.

Version: 01 Agenda de Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado 2025				
Hora	Actividad	Descripción	Responsable: Nombre	Hecho (✓)
6:00 a. m.	Revisión de Temperatura de la Máquina	Verificación de que la máquina esté operando a la temperatura adecuada. Ajustes si es necesario.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
6:30 a. m.	Chequeo de Sensores de Temperatura	Inspección de los sensores para asegurarse de que estén funcionando correctamente. Realizar limpieza si es necesario.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
7:00 a. m.	Revisión de Elementos de Calefacción	Inspección de las resistencias de calefacción para asegurar que están distribuyendo calor de manera eficiente.	Técnico de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
8:00 a. m.	Revisión de Temperatura de la Máquina	Verificación de que la máquina mantenga la temperatura constante. Ajustes de ser necesario.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
9:00 a. m.	Chequeo de Sensores de Temperatura	Verificación de los sensores de temperatura para garantizar que estén calibrados correctamente.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
10:00 a. m.	Inspección del Sistema de Refrigeración	Comprobación del sistema de refrigeración para verificar que no haya fallos. Asegurar que la temperatura se mantenga constante.	Técnico de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
12:00 p. m.	Revisión de Temperatura de la Máquina	Verificación de la temperatura de las máquinas para asegurar que esté dentro del rango óptimo.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
2:00 p. m.	Chequeo de Sensores de Temperatura	Inspección de los sensores de temperatura para asegurar que están funcionando correctamente.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>
4:00 p. m.	Revisión de Elementos de Calefacción	Inspección de los elementos de calefacción para detectar fallas o fallos en la distribución de calor.	Técnico de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
5:00 p. m.	Revisión Final de Temperatura y Sensores	Verificación final de la temperatura de la máquina y los sensores para asegurar su correcto funcionamiento.	Operario Termoformado	<input type="checkbox"/>

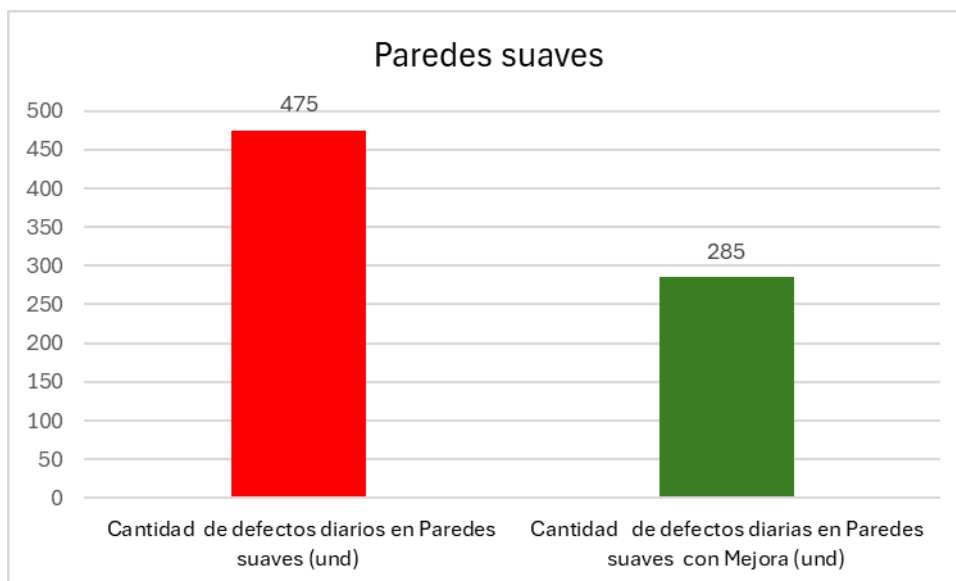
Fuente: Autor

La agenda tiene como objetivo garantizar que se sigan de manera consistente las actividades de calibración y revisión de las máquinas termoformados. Al implementar esta agenda, se asegura una temperatura estable en todo el proceso de termoformado, lo cual es fundamental para evitar defectos en las paredes de los envases y mejorar la calidad del producto. Además, permite a los operarios y técnicos tener claridad sobre qué tareas realizar, cuándo y cómo deben ejecutarlas, lo que optimiza el tiempo de producción y reduce la posibilidad de fallos.

El proceso comenzará con una revisión diaria, donde el personal de mantenimiento realizará una inspección de los parámetros de temperatura de las máquinas, ajustando cualquier variación detectada. Cada una de estas tareas se registrará en el cronograma para asegurar un seguimiento adecuado. Además, se programarán calibraciones periódicas

de las máquinas según lo estipulado en el cronograma, con el fin de mantener las temperaturas dentro de los rangos adecuados. Los supervisores, por su parte, serán responsables de garantizar que todas las actividades se lleven a cabo según lo establecido, supervisando que el cronograma se cumpla de manera efectiva. En caso de que se detecten incumplimientos, estos serán documentados y corregidos de inmediato, asegurando que el proceso de termoformado se mantenga en condiciones óptimas. Se espera una mejora de aproximadamente un 60% de las unidades con defecto por motivos de inconsistencias en la temperatura.

Figura:5.1.2. Gráfico Paredes suaves



Fuente: Autor

Esta gráfica muestra la disminución significativa en la cantidad de defectos diarios en las paredes suaves de los envases, pasando de 475 unidades antes de la mejora a 285 unidades después de la implementación de la agenda de mantenimiento preventivo. Esta reducción visualiza el impacto positivo de las mejoras en la calidad del producto.

5.1.2 Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.

El problema de los defectos en la impresión ha generado una preocupación importante en el proceso de producción, con alrededor de 380 incidencias diarias. Estos defectos se presentan principalmente como impresiones borrosas y carentes de nitidez, lo cual afecta directamente la calidad del producto final. La raíz de estos problemas radica en una calibración inadecuada de las máquinas de impresión, lo que provoca un exceso de tinta y una presión inapropiada durante el proceso de impresión. Esta falta de precisión en los ajustes provoca que las impresiones no cumplan con los estándares de calidad establecidos, generando variabilidad en las impresiones de un turno a otro.

Además, la falta de un procedimiento estandarizado para la calibración y el ajuste de los parámetros clave, como la presión, la cantidad de tinta, la temperatura y el estado de los rodillos y placas, contribuye a la inconsistencia de los resultados. Esta variabilidad también afecta negativamente la capacidad de la empresa para detectar de manera temprana las desviaciones y tomar acciones correctivas oportunas, lo que resulta en reprocesos costosos y defectos recurrentes.

Para resolver este problema, se propone la implementación de un checklist pre-turno obligatorio, que los operadores de impresión deberán completar antes de cada jornada de producción. Este checklist permitirá verificar y ajustar los parámetros clave de las máquinas de impresión, tales como la calibración, la presión de impresión, la cantidad de tinta, la temperatura y el estado de los rodillos y placas. La implementación de este checklist tiene como objetivo reducir los defectos en la impresión al menos en un 50%, mejorando la consistencia de los resultados y garantizando una mayor calidad en el producto final.

Figura:5.1.3. Propuesta de mejora Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.

Datos Generales	
Item/s inspeccionado/s:	Máquinas de impresión, tinta, material de impresión
Puntos chequeados:	1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>

2. Revisión Previa de la Máquina de Impresión y Ajustes Iniciales			
Criterio	Sí	No	N/A
Calibración de la Máquina de Impresión: Se verifica que la máquina esté correctamente calibrada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Presión de la Impresión: Verificación de la presión en la máquina.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajuste de Tinta: Se revisa la cantidad de tinta utilizada en la máquina.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Temperatura de la Máquina: Verificación de que la temperatura esté en el rango adecuado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de Rodillos y Placas: Verificación de los rodillos de tinta y las placas de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Inspección del Material y Producto Inicial			
Criterio	Sí	No	N/A
Verificación de Material de Impresión: El material está limpio y libre de contaminantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisión de Tinta: La tinta utilizada es adecuada para el material y el tipo de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de la Calidad Inicial de Impresión: Se realiza una prueba inicial de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verificación de la Calidad Inicial de Impresión: Se realiza una prueba inicial de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Autor

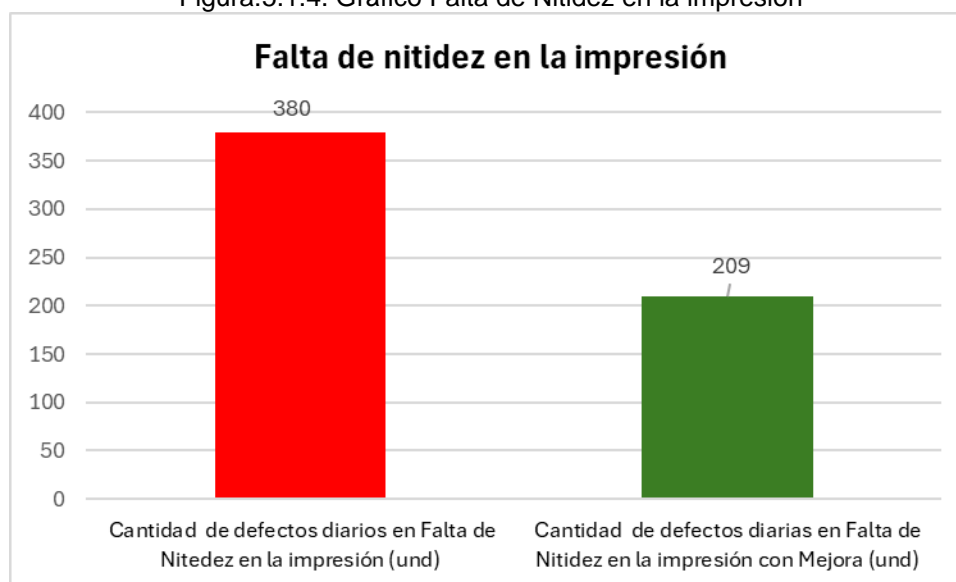
El checklist completo puede ser visto en el apéndice 2.

El supervisor de producción serán responsable de revisar aleatoriamente el cumplimiento de este checklist durante los turnos iniciales, para asegurar que los operadores sigan los procedimientos correctamente. La verificación del checklist se realizará mediante una inspección visual y la revisión de los parámetros registrados. Si se detecta algún error o ajuste inadecuado, se tomará acción correctiva de inmediato.

No se requerirá proveedor externo, ya que los equipos y herramientas necesarias, como calibradores de tinta, termómetros y medidores de presión, ya están disponibles internamente. Sin embargo, si se necesitan equipos adicionales de medición, se considerarán proveedores especializados. El costo principal de esta mejora será la capacitación de los operadores y supervisores, organizada por el departamento de recursos humanos, para asegurar que todos comprendan cómo utilizar el checklist de manera efectiva y cumplan con los procedimientos establecidos.

La implementación se llevará a cabo en el área de impresión, específicamente en las estaciones de trabajo de los operadores, donde se encuentra el equipo de impresión. Esta mejora no solo reducirá los defectos en la impresión, sino que también optimizará la eficiencia del proceso productivo, lo que redundará en una mayor satisfacción del cliente y fortalecerá la reputación de la empresa. Además, al reducir los defectos, la empresa podrá incrementar la productividad y reducir el costo asociado con la producción de productos defectuosos.

Figura:5.1.4. Gráfico Falta de Nitidez en la impresion



Fuente: Autor

La gráfica muestra cómo la implementación del checklist pre-turno ha mejorado la nitidez en la impresión. Los defectos diarios se redujeron notablemente, de 380 a 209 unidades, demostrando el éxito de la medida en la optimización del proceso y la calidad del producto.

5.1.3 Mejora de Protocolo de limpieza Para la Máquina de Impresión Litografía

De acuerdo con lo estudiado y la información proporcionada por los operarios, se identificó que la línea de impresión de envases está experimentando un problema significativo de contaminación, el cual se manifiesta en manchas, residuos y falta de

nitidez en los envases impresos. Esto ha generado un impacto negativo en la calidad del producto final, ocasionando insatisfacción en los clientes y afectando la reputación de la empresa. Durante el análisis del proceso, se observó que diariamente se registran aproximadamente 315 envases defectuosos debido a este problema. Esta cantidad representa una pérdida considerable de material, tiempo y recursos, ya que los envases defectuosos no pueden ser utilizados y deben ser desechados o reprocesados.

Además, los operarios indicaron que los defectos de contaminación en los envases aparecen en intervalos de tiempo variables, generalmente entre 3 y 4 horas después de la última limpieza. Esto sugiere que la frecuencia actual de limpieza no es suficiente para mantener la calidad del proceso y evitar la contaminación en la impresión. Anteriormente, se perdía mucho tiempo cada vez que se detectaba basura o residuos en las máquinas, lo que resultaba en paradas inesperadas para realizar limpiezas. Esto causaba retrasos innecesarios y reducía la eficiencia general del proceso de producción.

Propuesta de solución

Para abordar este problema y reducir la cantidad de envases defectuosos, se propone la implementación de un protocolo de limpieza preventiva y reactiva en el área de impresión. El protocolo consistiría en realizar una limpieza inicial completa de las máquinas de impresión al inicio de cada turno, seguida de limpiezas intermedias cada 4 horas y una limpieza final al cierre del turno. Esta estrategia regularizada permitirá evitar el tiempo perdido en limpiezas imprevistas, manteniendo las máquinas en condiciones óptimas, mejorando la calidad del producto y reduciendo el impacto de los defectos. Además, se optimizaría el tiempo de producción y se reduciría la cantidad de envases defectuosos, mejorando así la eficiencia del proceso.

El protocolo de limpieza debe incluir las siguientes etapas:

Limpieza Inicial (6:00 AM): Al inicio del turno, se debe realizar una limpieza completa de los rodillos, cabezales, bandejas, sistema de tinta y áreas circundantes. Se debe utilizar guantes y paños específicos para evitar la contaminación cruzada.

Limpiezas Intermedias (cada 4 horas): A las 10:00 AM, 2:00 PM y 5:30 PM, se deberá realizar una inspección de las máquinas, y si se detectan signos de contaminación, se procederá con la limpieza correspondiente. Se recomienda también el uso de guantes durante estas limpiezas.

Figura 5.1.5: Propuesta de mejora protocolo de limpieza para la máquina de impresión

<p>Protocolo de limpieza Maquina de impresión litografía Uso Obligatorio de Guantes para limpieza Version 01</p>
--

# Limpieza	Limpieza de Rodillos ✓ / X	Limpieza de Cabezales ✓ / X	Limpieza de Bandejas ✓ / X	Limpieza de Paños ✓ / X
1	[]	[]	[]	[]
2	[]	[]	[]	[]
3	[]	[]	[]	[]
4	[]	[]	[]	[]

Turno Nocturno

# Limpieza	Limpieza de Rodillos ✓ / X	Limpieza de Cabezales ✓ / X	Limpieza de Bandejas ✓ / X	Limpieza de Paños ✓ / X
1	[]	[]	[]	[]
2	[]	[]	[]	[]
3	[]	[]	[]	[]
4	[]	[]	[]	[]

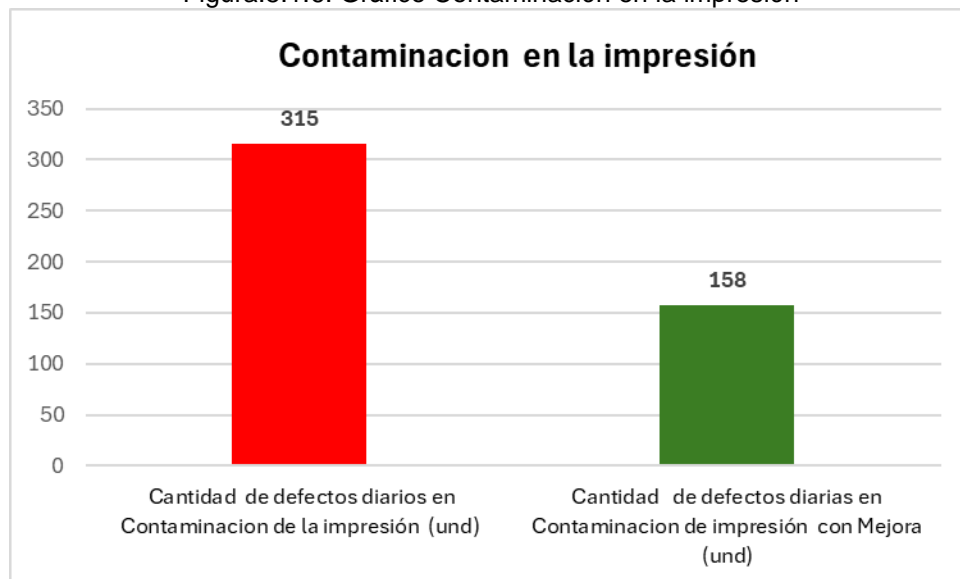
Fuente: Autor

El protocolo de limpieza completo puede ser visto en el apéndice 3.

La responsabilidad de llevar a cabo este protocolo recaerá en el supervisor del área de impresión, en colaboración con los operadores encargados de las máquinas. El personal deberá ser capacitado en el uso adecuado de los materiales de limpieza y en la importancia de seguir el protocolo para asegurar la calidad del producto final. Al final, el jefe de impresión será el encargado de revisar y garantizar que el protocolo se cumpla correctamente.

Se espera que, con este protocolo de mejora, la cantidad de envases defectuosos se reduzca en un 50%, lo que implicaría una disminución de aproximadamente 157 envases defectuosos por día. Esto no solo mejorará la calidad de los envases impresos, sino que también optimizará la eficiencia de la producción y reducirá los costos asociados a las pérdidas de material y tiempo.

Figura:5.1.6. Gráfico Contaminación en la impresión



Fuente: Autor

Esta gráfica ilustra la disminución de defectos por contaminación en la impresión tras la implementación del protocolo de limpieza. Se observa una reducción de 315 a 158 unidades diarias, demostrando la eficacia de las medidas de limpieza en la mejora de la calidad de la impresión.

A continuación, se muestra tabla de las 3 causas críticas con su antes y después de las mejoras diarias:

Tabla 5 2.1 Datos de causas criticas

Causas	Reprocesos diarios Principales Causas (und)	% Mejora	Cantidad Und OK	Cantidad Und Con Defecto
Paredes suaves	475	60%	285	190
Falta de nitidez en la impresión	380	55%	209	171
Contaminacion de la impresión	315	50%	158	158
Total	1170	55,72%	652	519

Fuente: Autor

5.1.4 Implementación de las Propuestas

La implementación de mejoras en los procesos de producción ha demostrado ser efectiva en la reducción de costos asociados a defectos. Al abordar las causas principales de imperfecciones, como problemas en las paredes de los envases, la falta de nitidez en la impresión y la contaminación se ha logrado una disminución significativa en los costos totales. Esta reducción representa un ahorro semanal de todas las causas de aproximadamente \$300,000, evidenciando el impacto positivo de las acciones tomadas. Además, se ha observado una mejora en la calidad general de los productos, lo que contribuye a la satisfacción del cliente y a la eficiencia del proceso productivo.

A continuación, en la Figura 5.1.7, se muestra el impacto económico de los defectos por semana, reflejando la reducción en costos tras la implementación de las mejoras:

Figura:5.1.7. Gráfico Impacto económico semanal



Fuente: Autor

Como se identificó en el análisis de causas, las tres principales fuentes de defectos fueron paredes suaves, falta de nitidez en la impresión y contaminación en la impresión representan aproximadamente el 55% del total de defectos. Estas tres causas representan el costo anual de reprocesos de ₪32,235,555. Con el objetivo de reducir significativamente este impacto económico, se implementaron mejoras específicas enfocadas en mitigar estas causas principales. Los resultados de estas mejoras se presentan en la siguiente tabla, donde se compara el costo proyectado antes y después de la implementación de las acciones correctivas

La siguiente tabla presenta un comparativo detallado del impacto económico de los reprocesos antes y después de la implementación de mejoras en el proceso de producción. Se muestran los costos anuales proyectados para ambos escenarios, así como el impacto económico total de las mejoras y el porcentaje de ahorro obtenido de las 3 causas críticas.

Tabla 5 2.2 Datos Comparativo de costos de reprocesos anual

Comparativo de costos de reprocesos con las mejoras propuestas	Costo Económico
Proceso sin mejoras (costo anual proyectado)	₪ 32,235,555.00
Proceso con mejoras (costo anual proyectado)	₪ 14,273,903.00
Impacto económico de la propuesta de mejora	₪ 17,961,652.00
Porcentaje de ahorro en mejoras de los reprocesos (anual)	56%

Fuente. Autor

Con lo planteado se mejora un 56% en los reprocesos de las principales causas, una vez implementadas las mejoras.

5.2 CONTROLAR

Para asegurar que las mejoras planteadas en los puntos anteriores sean efectivas a largo plazo, es necesario implementar un sistema de control sólido que permita monitorear continuamente el desempeño de los procesos, identificar desviaciones y aplicar correcciones oportunas. A continuación, se proponen las actividades de control e indicadores necesarios para garantizar la efectividad y sostenibilidad de las mejoras:

5.2.1 Control para la Mejora de Agenda Mantenimiento Preventivo para la inconsistencia en la temperatura del termoformado.

1- Capacitación

Para llevar un control efectivo del mantenimiento preventivo y asegurar la estabilidad de la temperatura en las máquinas de termoformado, se llevará a cabo una capacitación estructurada de 40 minutos aproximadamente sobre la agenda de mantenimiento preventivo. Esta capacitación, que incluirá sesiones teórico y prácticas, es esencial para garantizar la comprensión y aplicación precisa del plan. Lo principal es capacitar al personal que está a cargo del área de termoformado, para que pueda controlar eficazmente la temperatura y mantener la calidad del producto. El aprendizaje se evaluará mediante pruebas y observaciones en el trabajo, asegurando que los operarios puedan aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales y mantener el control sobre el proceso, la capacitación se debe durar en un tiempo de un mes, que ese sería antes de iniciar con la mejora.

A continuación, se muestra cómo sería el control que se va a tener mediante la capacitación:

Figura:5.2.25 Plan de capacitación Agenda de mantenimiento Preventivo

Plan de capacitación Agenda de Mantenimiento Preventivo	Objetivos	Tiempo	Responsable
Actividades			
Introducción a la agenda de mantenimiento preventivo	Explicar qué es la agenda de mantenimiento preventivo, su importancia, y el impacto en la producción.	5 minutos	Coordinador de Mantenimiento Maquinaria
Desglose de actividades y tareas diarias del cronograma	Detallar las actividades que deben realizarse a diario: calibración, inspección de temperatura, ajustes de máquinas.	10 minutos	Jefe de Producción
Asignación de responsabilidades y seguimiento de tareas	Explicar cómo se asignarán las tareas diarias a los operarios y cómo se registrarán los resultados en el cronograma.	10 minutos	Supervisor de Producción
Simulación práctica de uso del cronograma	Realizar una demostración o ejercicio práctico sobre cómo registrar las actividades y monitorear el cumplimiento del cronograma.	10 minutos	Técnico de Mantenimiento
Cierre y preguntas	Resolver dudas y proporcionar recomendaciones para implementar el agenda correctamente.	5 minutos	Coordinador de Mantenimiento Maquinaria

Fuente: Autor

2- Auditorías

Para garantizar que los operarios cumplan con lo establecido en la agenda de mantenimiento preventivo, se llevarán a cabo auditorías internas. Estas consistirán en la revisión de los registros de mantenimiento, inspecciones visuales de las máquinas y recopilación de retroalimentación por parte de los operarios. Al finalizar, se elaborará un informe detallado que identificará áreas de mejora y acciones correctivas necesarias, asegurando su implementación y seguimiento. Con estas auditorías, se busca verificar la correcta ejecución del mantenimiento y mantener las máquinas en condiciones óptimas.

3- Gemba Walk

Se realizarán recorridos en el área de termoformado para observar en tiempo real la ejecución del mantenimiento. Durante estos recorridos, se verificará el cumplimiento de las tareas asignadas, se evaluará el estado de las máquinas y se interactuará con los operarios para obtener retroalimentación directa. Se registrarán las observaciones y se tomarán acciones correctivas inmediatas cuando sea necesario, con un seguimiento posterior para asegurar su efectividad. El Gemba Walk permitirá identificar problemas en el momento en que ocurren y garantizar que el mantenimiento se realice conforme al plan, contribuyendo

a la estabilidad de la temperatura y a la calidad del producto.

5.2.2 Control para la Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.

1. Capacitación del Personal

Para llevar un control efectivo del checklist pre-turno y asegurar la correcta calibración, presión y control de tinta en las máquinas de impresión se deberá hacer una capacitación de 60 minutos, estructurada en el área de impresión litografía para saber el uso correcto sobre el uso del checklist. Esta capacitación, incluirá sesiones teórico y prácticas, es esencial para garantizar la comprensión y aplicación precisa del plan. Lo principal es capacitar al personal para que pueda controlar eficazmente los parámetros críticos y mantener la calidad del producto. El aprendizaje se evaluará mediante pruebas y observaciones en el trabajo, asegurando que los operarios puedan aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales y mantener el control sobre el proceso.

Figura:5.2.1 Plan de Capacitación Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.

Plan de capacitación Checklist Pre-Turno	Objetivos	Tiempo	Responsable
Actividades			
Introducción: Importancia del Checklist en Litografía	Comprender por qué el checklist es crucial para la calidad en litografía.	8 minutos	Supervisor de Impresión
Revisión del Checklist: Puntos Clave para Litografía	Conocer los puntos del checklist específicos para la máquina de litografía.	10 minutos	Técnico de Mantenimiento
Calibración de la Máquina: Ajustes Diarios	Aprender a realizar ajustes básicos de calibración en la máquina de litografía.	8 minutos	Técnico de Mantenimiento
Control de Tinta: Viscosidad y Dosificación en Litografía	Saber cómo medir y ajustar la viscosidad de la tinta y la dosificación en litografía.	10 minutos	Especialista en Calidad
Ajuste de Presión de Rodillos: Evitar Problemas en Litografía	Aprender a ajustar la presión de los rodillos para prevenir defectos comunes en litografía.	8 minutos	Técnico de Mantenimiento
Práctica en la Máquina: Aplicación del Checklist	Practicar el uso del checklist y la resolución de problemas en la máquina de litografía.	10 minutos	Técnico de Mantenimiento
Preguntas y Cierre: Mejora Continua en Litografía	Aclarar dudas y recoger sugerencias para mejorar el proceso en litografía.	6 minutos	Supervisor de Impresión

Fuente: Autor

2- Auditorías

Para garantizar que los operadores sigan el proceso correctamente y que los checklists sean completados adecuadamente, se realizarán auditorías aleatorias en cada turno. Durante estas auditorías, se evaluará la calidad de la impresión en las primeras unidades producidas de cada jornada. Además, se hará un seguimiento de las incidencias, prestando especial atención a la nitidez de la impresión para identificar y corregir posibles defectos. Se busca asegurar que los checklists se realicen de forma correcta.

3- Gemba Walk

Se realizarán recorridos en el área de impresión litografía para observar la ejecución del checklist pre-turno en tiempo real. Durante estos recorridos, se verificará el cumplimiento de las tareas de verificación, se observará el estado de las máquinas y se interactuará con los operarios para obtener retroalimentación directa. Se registrarán las observaciones y se tomarán acciones correctivas inmediatas cuando sea necesario. Se

realizará un seguimiento de las acciones correctivas para asegurar su efectividad. El Gemba Walk permitirá identificar problemas en tiempo real y asegurar que el checklist se realice de acuerdo con el plan, manteniendo la calidad de la impresión.

5.2.3 Control para la Mejora Protocolo de limpieza Máquina de Impresión Litografía.

1- Capacitación

Se va a hacer un control en el área de litografía será con una capacitación de 60 minutos aproximados para instruir al personal en los procedimientos correctos de limpieza, asegurando el uso adecuado de materiales y técnicas. Se combinarán sesiones teóricas y prácticas para reforzar la comprensión y aplicación del protocolo. Se quiere capacitar al personal para que pueda controlar eficazmente la limpieza y mantener la calidad del producto. El aprendizaje se evaluará mediante pruebas y observaciones en el trabajo, asegurando que los operarios puedan aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales y mantener el control sobre el proceso.

A continuación, se muestra el plan de capacitación:

Figura:5.1.3. Plan de capacitación Mejora Protocolo de limpieza Máquina de Impresión Litografía.

Plan Capacitación Protocolo de limpieza Maquina de Impresión	Objetivos	Tiempo	Responsable
Actividades			
1. Introducción: Importancia de la Limpieza	Explicar la importancia de la limpieza para la calidad y eficiencia de la producción, con ejemplos de defectos por contaminación..	8 minutos	Jefe de Impresión
2. Revisión del Protocolo Actual y Deficiencias	Analizar los principales problemas en los procedimientos actuales y cómo afectan la producción.	10 minutos	Especialista en Calidad
3. Presentación del Protocolo Mejorado	Explicar los nuevos procedimientos, frecuencias de limpieza y los materiales a utilizar, con énfasis en los cambios.	8 minutos	Supervisor de Litografía
4. Demostración Práctica de los Procedimientos	Mostrar la limpieza de partes críticas de la máquina y el uso correcto de materiales, con espacio para preguntas	11 minutos	Técnico de Mantenimiento
5. Identificación y Registro de Irregularidades	.Enseñar cómo identificar y registrar irregularidades durante la limpieza, con ejemplos prácticos.	8 minutos	Técnico de Mantenimiento
6. Práctica Supervisada y Resolución de Dudas	Los operadores practican los procedimientos clave bajo supervisión, resolviendo dudas observadas durante la demostración.	15 minutos	Supervisor de Litografía y Operarios

Fuente: Autor

La capacitación se estructurará en seis actividades: introducción a la importancia de la limpieza, revisión del protocolo actual, presentación del protocolo mejorado, demostración práctica, identificación y registro de irregularidades, y una práctica supervisada. Se proporcionará material de apoyo y se realizará una evaluación final para verificar la comprensión de los participantes.

2- Auditorías

Para verificar que el protocolo se cumpla correctamente, se realizarán auditorías internas. Estas auditorías servirán para comprobar que se sigan bien los procedimientos y para evaluar si las acciones preventivas están funcionando. Las auditorías se harán con la siguiente frecuencia: auditorías aleatorias y una auditoría más profunda y detallada cada semana. Durante estas auditorías se revisarán los registros de limpieza, se harán inspecciones visuales de las máquinas y se evaluará la calidad de impresión de las primeras unidades producidas. Cada auditoría generará un informe detallado, donde se identificarán áreas de mejora y se propondrán acciones correctivas. Además, se dará seguimiento a la implementación de estas acciones para verificar su efectividad en la reducción de defectos.

3- Gemba Walk

Recorridos en el área de litografía para observar la ejecución del protocolo de limpieza en tiempo real. Durante estos recorridos, se verificará el cumplimiento de las tareas de limpieza, se observará el estado de las máquinas y se interactuará con los operarios para obtener retroalimentación directa. Se registrarán las observaciones y se tomarán acciones correctivas inmediatas cuando sea necesario. Se realizará un seguimiento de las acciones correctivas para asegurar su efectividad. El Gemba Walk permitirá identificar problemas en tiempo real y asegurar que el protocolo de limpieza se realice de acuerdo con el plan, manteniendo la calidad del producto.

Mejora Continua

La mejora continua será un aspecto clave en todo el proceso. Se fomentará la participación de todos los trabajadores en la identificación de posibles mejoras al protocolo de limpieza. Las sugerencias y observaciones que surjan de las auditorías, los registros diarios y la retroalimentación del equipo se integrarán en el protocolo, lo que permitirá que este se ajuste a las necesidades del proceso de impresión en todo momento. También se realizarán reuniones periódicas con el equipo de trabajo para revisar los resultados de las auditorías y evaluar el desempeño del protocolo de limpieza. Con base en esto, se propondrán ajustes y mejoras para optimizar el proceso y reducir los defectos en la calidad de los envases.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- Se logró identificar que los defectos en el proceso de litografía provienen principalmente de tres causas:

La temperatura inadecuada en la máquina de termoformado, fallas en la calibración del equipo de impresión y la acumulación de residuos en la línea de producción. Estas causas impactan negativamente en la calidad de los envases y en la nitidez de la impresión, lo que genera la necesidad de retrabajos y aumento del desperdicio de material. La identificación precisa de estos problemas fue esencial para desarrollar soluciones específicas que abordaron cada causa de manera efectiva.

- Los costos de todos los defectos se redujeron de ₡1,127,985 a ₡817,789 semanalmente, y anualmente de ₡58,610,100.60 a ₡42,492,322.94, logrando un ahorro del 28%. Además, el análisis de reprocesos mostró una disminución del costo anual de ₡32,235,555 a ₡14,273,903, lo que generó un ahorro de ₡17,961,652, equivalente a un 56%. Estos resultados demuestran la efectividad de las mejoras implementadas en la eficiencia y rentabilidad de la empresa.
- Las mejoras implementadas en el proceso de litografía lograron reducir los defectos en un 55.72%, pasando de 1,170 a 519 unidades defectuosas. En particular, se obtuvieron mejoras en las causas críticas: las paredes suaves se redujeron en un 22%, la falta de nitidez en un 18% y la contaminación de la impresión en un 15%. Para mantener y continuar con estas mejoras, se implementaron tres propuestas clave: una Agenda de Mantenimiento Preventivo para evitar inconsistencias en la temperatura del termoformado, un Checklist Pre-Turno para controlar calibración, exceso de tinta y presión, y un Protocolo de Limpieza para la máquina de impresión en litografía, lo que contribuirá a la estabilidad y mejora continua del proceso.
- El sistema de control implementado ha permitido abordar de manera efectiva las principales causas de defectos en el proceso de litografía, como la temperatura inadecuada en el termoformado, problemas de calibración y la acumulación de

residuos.

- La aplicación de un mantenimiento preventivo, un checklist pre-turno y un protocolo de limpieza han sido fundamentales para reducir los defectos en la producción de envases. También, las auditorías periódicas y la mejora continua han garantizado que los procesos se mantengan eficientes y sostenibles, logrando una reducción significativa de costos y mejorando la calidad del producto final.

Recomendaciones

A continuación, se hace las siguientes recomendaciones:

1-Se recomienda revisar periódicamente los parámetros de temperatura y calibración para asegurarse de que se mantienen dentro de los rangos adecuados, evitando desviaciones que puedan afectar la calidad de los envases.

2-Es importante promover una comunicación más fluida entre operarios y supervisores, permitiendo identificar problemas recurrentes y compartir mejores prácticas que ayuden a reducir defectos en la producción.

3- Se sugiere realizar análisis constantes de las tendencias de defectos a lo largo del tiempo con el fin de detectar patrones y tomar decisiones preventivas antes de que los problemas se identifiquen.

4-Es fundamental asegurar el cumplimiento del mantenimiento preventivo, verificando que las inspecciones programadas se lleven a cabo en los tiempos establecidos y corrigiendo cualquier desviación detectada.

5-Se recomienda fomentar la capacitación y concienciación del personal sobre la importancia de la limpieza, calibración y control de procesos, ya que estos factores influyen directamente en la calidad del producto final.

6-Finalmente, se sugiere evaluar posibles mejoras en la organización del área de trabajo para reducir la acumulación de residuos y facilitar la limpieza y mantenimiento de los equipos, lo que contribuirá a la estabilidad y eficiencia del proceso productivo.

REFERENCIAS

Libros

Barrantes Echavarría, R. (2014). *Investigación: Un camino al conocimiento: Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. EUNED - Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Folgueiras Bertomeu, P. (2016). *La entrevista como técnica de investigación*. UOC.

Hernández, M. A., Cantin Garcia, S., Lopez Abejon, N., & Rodriguez Zazo, M. (2010). *Investigación de mercados*. ESIC Editorial.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Pérez, L., Pérez, J., García, L., & Gómez, P. (2022). *Aplicación de la metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad*. Mundo Fesc, 10(19), 55-66.

Sales, J. (2013). *El Diagrama de Pareto y su aplicación en la mejora de procesos*. Journal of Industrial Engineering, 11(2), 21-34.

Manrique Plácido, J. M. (2019). *Introducción a la auditoría*. ULADECH.

Fuentes de Internet

Balderis. (2025). *El diagrama de afinidad como herramienta de gestión*. Discussions, 12(1), 12-18 Recuperado de <https://www.discussions.com>

Ballesteros, H., Verde, J., Costabel, M., Sangiovanni, R., Dutra, I., Rundie, D., & Bazán, L. (2010). *Análisis FODA y su relación con el control de gestión*. Revista de Administración, 15(4), 22-45. Recuperado de <https://teoriadeanalisisfoda.com/>
<http://www.pdcahome.com/check-list/>

Campaña Figueroa, D. R. (2013). *La calidad de los productos lácteos y la implementación de normativas internacionales como las Normas ISO*. Recuperado de <https://www.researchgate.net>

Céspedes-Marín, R. E. (2007). *Identificación de los materiales que conforman las distintas piezas de las molduras C-1615 conjunto 23 y C-1925 conjunto 10, utilizadas en el proceso de fabricación de envases de vidrio en la empresa VICESA*. Recuperado de <https://www.revistas.una.ac.cr>

Copyright. (2024). *Recorridos*. Recuperado de <https://www.webole.net/mapeo-de-procesos-que-es-y-como-se-hace/>

Copyright. (2025). *PDCA Home*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/>
Enciclopedia Concepto. (2013-2025). *Entrevista estructurada*. Recuperado de <https://www.encyclopediaconcepto.com>

HubSpot, Inc. (2023). *Diagrama de Pareto: Principios y uso en la toma de decisiones*. Recuperado de <https://www.hubspot.com>

Iglesias, C., Hernández, M., Chaviano, K., & Fonseca, R. (2012). *SIPOC: Una herramienta para la mejora de procesos*. *Project Management Journal*, 29(3), 102-116.
Recuperado de <https://www.projectmanagement.com/>

Martínez, R., & Fernández, A. (2008). *Árbol de problemas y áreas de intervención*. *Cepal*, 2(1), 33-47. Recuperado de <https://www.marta.com/>

Mendoza Mendoza, A. C. (2021). *Reducción de defectos de calidad en el proceso de fabricación de envases de licores en la empresa Owens Illinois Perú S.A.*
<https://www.researchgate.net>

Morales Ortiz, D. R. (2020). *Reducción de mermas en el proceso de llenado de productos*

- en envase PET en las operaciones de una línea de producción de productos alimenticios.* Recuperado de <https://www.sciencedirect.com>
- Pedraza, A., & Tovar, L. (2012). *Análisis de stakeholders: Teoría y modelos aplicados.* *Revista de Gestión Empresarial*, 19(2), 58-72. Recuperado de <https://grupoartico34.com/>
- Quirós, C. R., Zomer, F. S., & Lei, Y. W. W. (2021). *Perspectivas educativas del proyecto: Propuestas del cálculo diferencial para la industria ante sus desafíos ambientales y económicos.* Recuperado de <https://www.academia.edu>
- Rodríguez Barragán, E. (2016). *Defectos de calidad en medicamentos relacionados con mezclas de productos, envases y etiquetado en Cuba.* <https://www.researchgate.net>
- Salas-Murillo, A. J. (2022). *Diseño de propuestas de solución para el aumento de la eficiencia en la producción y la reducción de desperdicios del estator 1213-095-05 en Tico Electronics TPE S.A.* Recuperado de <https://repositorio.tec.ac.cr>
- Santander, N. M., Damasceno, A., & Sánchez, J. M. M. (2019). *La observación directa como instrumento de recolección de datos en estudios cualitativos.* *Revista Venezolana de Investigación*, 12(2), 164-178. Recuperado de <https://www.revistas.usac.edu.gt>
- StatPoint, Inc. (2006). *Análisis de Pareto.* Recuperado de <https://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Analisis%20de%20Pareto.pdf>
- Tomás Fernández, V. D. P. (2024). *Implementación del área de control de calidad en una empresa productora de envases de vidrio – Lima 2021.* Recuperado de <https://www.sciencedirect.com>
- TuGimnasiaCerebral. (2014-2024). *Lluvia de ideas: Estimulación creativa en el equipo.*

Recuperado de <https://www.tugimnasiacerebral.com>

Villegas Vega, J. (2023). *Propuesta para reducir el desperdicio de materia prima en el proceso de extrusión de la empresa Resinplast Costa Rica durante el periodo 2021-2022. Repositorio UCR.* Recuperado de <https://repositorio.utn.ac.cr/items/90d6bac6-a647-4d3c-aca5-28919427c59a>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: Encuesta Registro

Marca	Nombre del área de trabajo	¿Cuáles cree que son los defectos más comunes?	En una escala del 1 al 5 ¿qué tan crítico cree que es?	¿Cuánto envases con impresión cree que se desperdician?	Con qué frecuencia considera que los desperdicia?
1/27/2025 18:42:36	Calidad	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/27/2025 18:45:15	Litografía	Contaminantes en la impresión	5	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/27/2025 18:45:44	Puesto calidad	Malformaciones en envases	4	Entre 1,000 y 1,500 kg	A veces
1/28/2025 18:46:25	Calidad	Paredes suaves	4	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/28/2025 18:47:26	Producción Molido	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	Rara vez
1/28/2025 10:58:10	Calidad	Malformaciones en envases	3	Entre 1,000 y 1,500 kg	A veces
1/29/2025 18:58:34	Litografía	Contaminantes en la impresión	5	Entre 700 y 1,500 kg	Rara vez
1/29/2025 18:59:28	Litografía	Paredes suaves	4	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/29/2025 19:03:01	Litografía	Falta de nitidez de la impresión	4	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/29/2025 19:04:10	Producción molido	Paredes suaves	5	Menos de 700 kg	Rara vez
1/30/2025 19:06:41	Litografía	Contaminantes en la impresión	5	Más de 1,500 kg	Muy a menudo
1/30/2025 19:10:53	Calidad	Paredes suaves	5	Entre 1,000 y 1,500 kg	A veces
1/30/2025 19:13:31	Producción Molido	Falta de nitidez de la impresión	4	Menos de 700 kg	A veces
1/30/2025 19:19:36	Litografía	Falta de nitidez de la impresión	5	Menos de 700 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:23:21	Calidad	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	A veces
1/31/2025 19:27:04	Litografía	Falta de nitidez de la impresión	4	Más de 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:30:23	Calidad	Contaminantes en la impresión	4	Entre 1,000 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:32:13	Calidad	Paredes suaves	4	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:32:18	Litografía	Falta de nitidez de la impresión	5	Entre 1,000 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:32:34	Calidad	Falta de nitidez de la impresión	2	Entre 1,000 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:34:29	Producción Molido	Contaminantes en la impresión	5	Entre 700 y 1,500 kg	A veces
1/31/2025 19:35:56	Producción Molido	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:50:44	Producción Molido	Paredes suaves	4	Menos de 700 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:53:33	Litografía	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo
1/31/2025 19:54:31	Producción Molido	Paredes suaves	5	Entre 700 y 1,500 kg	Muy a menudo

APÉNDICE 2: Mejora de Checklist Pre-Turno para el Control de Calibración, Exceso de Tinta y Presión.

Version: 01

Checklist Pre-Turno para la Gestión de Calibración, Tinta y Presión de la Máquina

Datos Generales: Nombre	
Item/s inspeccionado/s:	Máquinas de impresión, tinta, material de impresión
Puntos chequeados:	1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/>

2. Revisión Previa de la Máquina de Impresión y Ajustes Iniciales

Criterio	Si	No	N/A	Observaciones
Calibración de la Máquina de Impresión: Se verifica que la máquina esté correctamente calibrada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asegúrese de que los parámetros de presión y cantidad de tinta estén bien ajustados.
Presión de la Impresión: Verificación de la presión en la máquina.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ajustar la presión de impresión para evitar exceso de tinta.
Ajuste de Tinta: Se revisa la cantidad de tinta utilizada en la máquina.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Regular la cantidad de tinta para prevenir sobrecarga.
Temperatura de la Máquina: Verificación de que la temperatura esté en el rango adecuado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asegurar que la temperatura no afecte la adherencia o la fluidez de la tinta.
Estado de Rodillos y Placas: Verificación de los rodillos de tinta y las placas de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asegurarse de que no haya obstrucciones ni desgaste que afecten la distribución de tinta.

3. Inspección del Material y Producto Inicial

Criterio	Si	No	N/A	Observaciones
Verificación de Material de Impresión: El material está limpio y libre de contaminantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asegurarse de que los envases estén libres de polvo o residuos que interfieran con la impresión.
Revisión de Tinta: La tinta utilizada es adecuada para el material y el tipo de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar que la tinta esté correctamente seleccionada para el proceso de impresión.
Verificación de la Calidad Inicial de Impresión: Se realiza una prueba inicial de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Comprobar que la impresión sea clara, sin borrosidad o distorsión.

4. Control Durante la Producción

Criterio	Si	No	N/A	Observaciones
Monitoreo de la Nitidez de la Impresión: Verificar que las impresiones sean nítidas durante la producción.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Asegurarse de que no haya pérdida de nitidez debido a exceso de tinta.
Verificación de Tinta Transferida: Controlar que la tinta no se desprenda durante el proceso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Realizar pruebas para asegurar que no haya transferencia de tinta.
Revisión de la Calidad del Código de Barras: Verificar que los códigos de barras sean legibles y escaneables.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Realizar pruebas de escaneo para confirmar que los códigos de barras no estén borrosos.
Control de Desviaciones en Color: Comprobar que los colores sean consistentes y homogéneos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ajustar parámetros de la máquina si se detectan variaciones en el color.
Ajuste de Presión y Tinta: Si es necesario, ajustar la presión y la cantidad de tinta durante la jornada de impresión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Realizar ajustes en tiempo real para evitar problemas de exceso de tinta.

Observaciones:

APÉNDICE 3: Mejora de Protocolo de limpieza para la máquina de impresión Litografía.

Protocolo de limpieza Maquina de impresión litografía

Uso Obligatorio de Guantes para limpieza

Version 01

# Limpieza	Limpieza de Rodillos ✓/X	Limpieza de Cabezales ✓/X	Limpieza de Bandejas ✓/X	Limpieza de Paños ✓/X	Limpieza de Áreas Circundantes ✓/X	Hora de Limpieza	Iniciales del Responsable	Observaciones
1	[]	[]	[]	[]	[]	6:00 a. m.		Limpieza Inicial
2	[]	[]	[]	[]	[]	10:00 a. m.		Limpieza cada 4 horas (10 min)
3	[]	[]	[]	[]	[]	2:00 p. m.		Limpieza cada 4 horas (10 min)
4	[]	[]	[]	[]	[]	5:30 p. m.		Limpieza Final

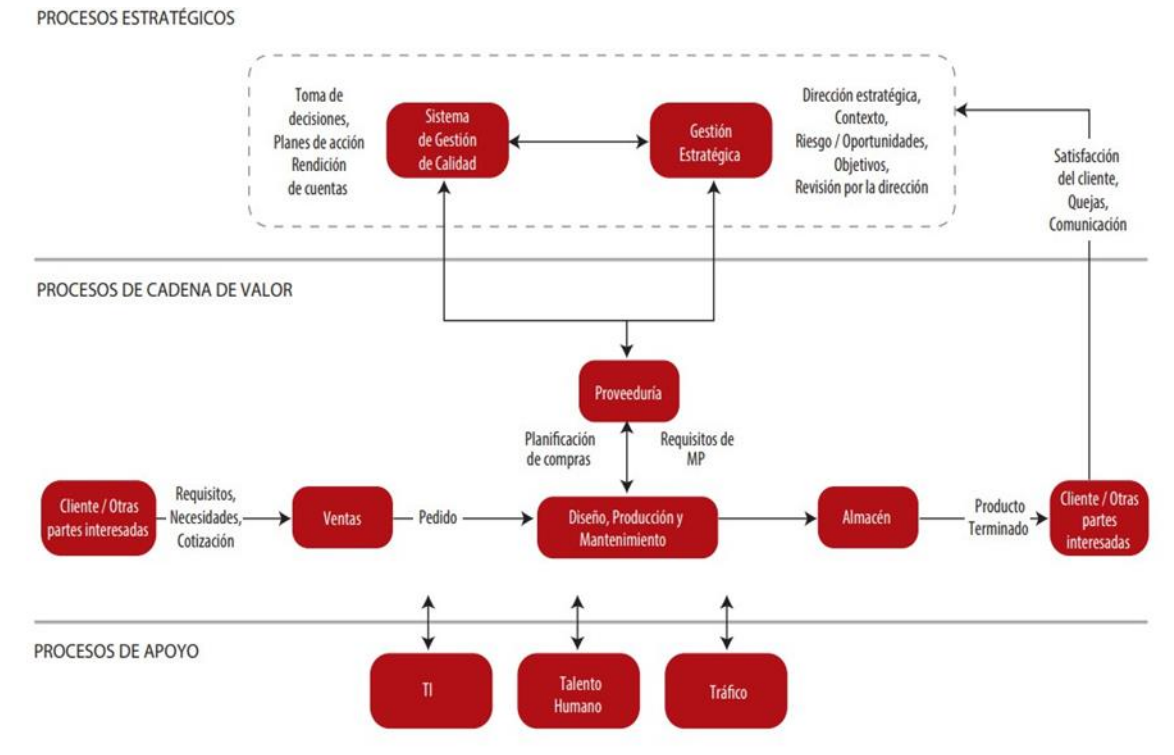
Turno Nocturno

# Limpieza	Limpieza de Rodillos ✓/X	Limpieza de Cabezales ✓/X	Limpieza de Bandejas ✓/X	Limpieza de Paños ✓/X	Limpieza de Áreas Circundantes ✓/X	Hora de Limpieza	Iniciales del Responsable	Observaciones
1	[]	[]	[]	[]	[]	6:00 p. m.		Limpieza Inicial
2	[]	[]	[]	[]	[]	10:00 p.m		Limpieza cada 4 horas (10 min)
3	[]	[]	[]	[]	[]	2:00 a. m.		Limpieza cada 4 horas (10 min)
4	[]	[]	[]	[]	[]	5:00 a. m.		Limpieza Final

Disposición Final: (Aceptado/Rechazado)

Firma:

ANEXO 2: Diagrama de Flujo de proceso productivo



ANEXO 3: Impresora 1 Litografía



ANEXO 4: Termoformadora



ANEXO 5: Defectos apartados

