



**FACULTAD DE INGENIERÍAS, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA
NATURALEZA**

Carrera Ingeniería Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
MÁQUINA FORMADORA DE CAJAS EN EL ÁREA DE LITOGRAFÍA DE UNA
EMPRESA DE ARTES GRÁFICAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autores:

Martínez Avilés David Salomón

Muñoz Lozada Eduardo Xavier

Tutor:

Phd. Pedro Tobar

Samborondón, julio 2025

ANEXO No. 9

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 07 de Agosto de 2025

Magíster o Doctor

Erika Ascencio

**Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la
Naturaleza**

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA FORMADORA DE CAJAS EN EL ÁREA DE LITOGRAFÍA DE UNA EMPRESA DE ARTES GRÁFICAS.", fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza a los estudiantes: Martínez Avilés David Salomón y Muñoz Lozada Eduardo Xavier, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,



**Pedro Jose Tobar
Espinoza**



Firma

PhD. Pedro J. Tobar Espinoza

Tutor(a)

ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS

DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA FORMADORA DE CAJAS EN EL ÁREA DE LITOGRAFÍA DE UNA EMPRESA DE ARTES GRÁFICAS” elaborado por Martínez Avilés David Salomón y Muñoz Lozada Eduardo Xavier fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del 5 (%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.

Informe de originalidad de SafeAssign Resumen del informe

✓ Riesgo bajo

Estos documentos contienen algunas citas y frases o bloques de texto comunes que coinciden con otros documentos. Por lo general, no es necesario realizar un análisis más profundo de estos documentos, ya que no hay pruebas de plagio.

Similitud de texto general

Coincidencia promedio

1 %

Coincidencia máxima

1 %

MARTINEZ AVILES DAVID SALO...

ATENTAMENTE,



Pedro Jose Tobar Espinoza



Firma

PhD. Pedro J. Tobar Espinoza

Tutor(a)

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mi familia quienes fueron los pilares fundamentales para poder culminar la carrera, quienes siempre me están presionando para que me esfuerce más cada día.

A mi compañero de tesis, por su inagotable compromiso, su esfuerzo continuo y, principalmente, por la amistad tan valiosa que hemos cultivado durante esta investigación y a lo largo de nuestra trayectoria académica.

Aprecio que hayas sido un soporte sólido en los tiempos difíciles y que hayas aportado con dedicación y lealtad en cada fase de este recorrido.

Este éxito también te pertenece.

Agradecimientos

A mi vieja computadora,

Con una esquina rota, píxeles muertos, batería muerta, teclas rebeldes y una lentitud que pondría a prueba la paciencia de cualquiera...

Gracias por resistir, por no apagarse en los momentos clave y por acompañarme hasta el último día de esta tesis. A pesar de tus achaques, estuviste allí, fiel y firme. Este logro también te pertenece, guerrera incansable.

A mi tutor quien estuvo siempre presente guiándonos en el desarrollo de este trabajo, aplicando sus conocimientos, paciencia y dedicación.

Certificado de revisión final

Certificado de porcentaje de coincidencias de plagio

Informe de originalidad de SafeAssign

Resumen del informe

Riesgo bajo

Estos documentos contienen algunas citas y frases o bloques de texto comunes que coinciden con otros documentos. Por lo general, no es necesario realizar un análisis más profundo de estos documentos, ya que no hay pruebas de plagio.

Similitud de texto general

Coincidencia promedio

1 %

Coincidencia máxima

1 %

MARTINEZ AVILES DAVID SALO...

Informes de originalidad (1)



Documento adjunto 1

MARTINEZ AVILES DAVID SALOMON - MUÑOZ LOZ...

1 %



Resumen

En este estudio se analiza la posibilidad técnica, económica y operativa de introducir una máquina semiautomática para la formación de cajas, la necesidad de esta implementación se genera por el aumento constante en la demanda de empaques de cartón microcorrugado, especialmente de sectores como panaderías, comidas rápidas y cafeterías, cuyas solicitudes mensuales excedan los dos millones de cajas. Las máquinas que se utilizan actualmente, que tienen más de 20 años de antigüedad, presentan limitaciones en su capacidad, fallos mecánicos frecuentes y requieren mucho tiempo y mano de obra, lo que afecta negativamente la eficiencia, la calidad del producto y la competitividad de la empresa.

El análisis se basa en metodologías de diagnóstico industrial, que incluyen la observación directa, la matriz DAFO, el árbol de problemas y un análisis costo-beneficio, utilizando como referencia un pedido de producción real. Al evaluar tres alternativas tecnológicas, se identificó que la máquina suiza “CE-PRO” es la opción más apropiada debido a su capacidad para producir hasta 24,000 cajas por hora, su flexibilidad operativa y sus condiciones de pago asequibles. Se prevé que con esta compra se podrá satisfacer la demanda mensual en apenas 14 días, disminuyendo los tiempos extras, los reprocesos y los costos operativos.

Palabras clave:

Máquina formadora de cajas, implementación, cartón, microcorrugado, capacidad productiva, análisis, industria gráfica, mejora continua, procesos productivos, ingeniería industrial, sostenibilidad.

Abstract

This study analyzes the technical, economic, and operational feasibility of introducing a semi-automatic box forming machine. The need for this implementation arises from the constant increase in demand for micro-corrugated cardboard packaging, especially from sectors such as bakeries, fast food outlets, and coffee shops, whose monthly orders exceed two million boxes. The machines currently in use, which are over 20 years old, present capacity limitations, frequent mechanical failures, and require considerable time and labor, all of which negatively impact the company's efficiency, product quality, and competitiveness.

The analysis is based on industrial diagnostic methodologies, including direct observation, SWOT analysis, problem tree analysis, and a cost-benefit evaluation, using a real production order as a reference. After evaluating three technological alternatives, the Swiss machine “CE-PRO” was identified as the most suitable option due to its capacity to produce up to 24,000 boxes per hour, its operational flexibility, and its affordable payment terms. It is projected that with this acquisition, the company will be able to meet the monthly demand in just 14 days, significantly reducing overtime, rework, and operating costs.

Keywords:

Box forming machine, implementation, cardboard, micro-corrugated, production capacity, analysis, graphic arts industry, continuous improvement, production processes, industrial engineering, sustainability.

Índice

Capítulo I	12
1.1 Introducción	12
1.2 Descripción del problema/ Antecedentes	13
1.3 Pregunta científica/idea a defender/argumentación de la propuesta tecnológica	15
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo general	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Justificación de la propuesta	16
Capítulo II	18
Marco teórico	18
2.1 Marco teórico fundamental	18
2.2 Factibilidad	27
2.2.1 Definición	27
2.2.2 Tipos de factibilidad	28
2.2.3 Factibilidad Técnica	28
2.2.4 Factibilidad Económica	29
2.2.5 Retorno de la inversión (ROI)	30
2.2.6 Factibilidad operativa	31
2.2.7 Rediseño de planta	34
2.3 Marco teórico conceptual	45
2.3.1 Tipos de papel corrugado	45
2.3.2 Flauta B	45
2.3.3 Flauta E	46
2.3.4 Flauta F	46
2.3.5 Tipos de certificados para la creación del cartón.	47
2.3.6 FSC	47
2.3.7 FSSC 22000	48
2.3.8 ISO 9001	48

2.3.9 ISO 45001	48
Capítulo III	49
Alcance y metodología de la Investigación	49
3.1 Diseño Metodológico	49
3.2 Alcance de la investigación	50
3.3 Delimitación de la investigación	50
3.4 Población y muestra	51
3.4.1 Población	51
3.4.2 Muestra	51
3.5 Métodos empleados	51
3.5.1 Diagnóstico Inicial	51
3.5.2 Flujo de procesos	52
Capítulo IV	59
Análisis e interpretación de resultados de la investigación	59
4.2 Árbol de problemas	61
4.3 Matriz DAFO	63
Capítulo V	67
Propuesta	67
5.1 Matriz IGO	67
5.2 Estrategias y propuestas	69
5.2.1 Modalidad de trabajo cuatro por tres (Propuesta)	69
5.2.2 Plan de mantenimiento preventivo por periodos de tiempo	79
5.2.3 Rediseño de planta	81
Capítulo VI	82
Conclusiones	82
Bibliografía	86

Índice de Figuras

Figura 1: Ventas locales de los 5 mayores sectores de la economía	18
Figura 2: Evolución de las ventas de las industrias	19
Figura 3: Sectores con más ventas	20
Figura 4: Ingreso por Línea de ventas	21
Figura 5: Diseño actual del área de litografías sin el rediseño.	39
Figura 6: Propuesta de rediseño de planta con las máquinas FCC - FCS	41
Figura 7: Diseño de propuesta para el área de litografías con la implementación de la nueva máquina.	43
Figura 8: Representación de tipos por proceso	57
Figura 9: Representación de tiempos de procesos	58
Figura 10: Gráfica del árbol de problemas	62
Figura 11: Modalidad de turnos propuesta	70
Figura 12: Sobretiempo diurno operador	72
Figura 13: Sobretiempo diurno auxiliar	72
Figura 14: Sobretiempo nocturno operador	73
Figura 15: Sobretiempo nocturno auxiliar	73
Figura 16: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 1	75
Figura 17: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar - Grupo 1	76
Figura 18: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 2	76
Figura 19: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar- Grupo 2	77
Figura 20: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 3	77
Figura 21: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar - Grupo 3	78
Figura 22: Plan de mantenimiento preventivo.	79

Índice de Formulas

Fórmula 1: Retorno de inversión	30
Fórmula 2: Retorno de inversión	31
Fórmula 3: Pago por hora al operador.	35

Índice de Tablas

Tabla 1: Resultados teóricos de producción para las máquinas FCS - FCC	35
Tabla 2: Resultados teóricos de producción para las máquinas FCS - FCC - CE-PRO	36
Tabla 3: Desglose de tiempos y porcentajes actuales	56
Tabla 4: Desglose de tiempos y porcentajes con la máquina “CE-PRO” 57	
Tabla 5: Representación matriz DAFO	65
Tabla 6: Representación de matriz IGO	68

Capítulo I

1.1 Introducción

La industria gráfica ha jugado un papel clave en el mundo del empaque, adaptándose a la creciente demanda de productos impresos de alta calidad que cumplen con los estándares del mercado. En Ecuador, este sector ha visto una notable recuperación tras la pandemia. Según Ekos Research (2024), "el Banco Central del Ecuador proyecta un crecimiento del 1,6% en el sector para el año 2024", impulsado principalmente por la necesidad de empaques más innovadores. Sin embargo, este crecimiento también ha traído consigo desafíos operativos, como la necesidad de mejorar la eficiencia y la rentabilidad de las empresas.

Actualmente, la empresa cuenta con dos máquinas formadoras de cajas, una de un carril y otra de dos carriles, operadas de forma manual y con la asistencia de un equipo de maquila que corrige manualmente las imperfecciones. Este proceso adicional aumenta el tiempo y los costos de producción y deja espacio para errores humanos que afectan la calidad final del producto. Ante el incremento en la demanda de "cajas de cartón" y la previsión de una demanda futura aún mayor, la empresa requiere una solución que cubra la demanda no atendida y mejore la capacidad productiva.

La implementación de esta tecnología requiere, no solo de la incorporación de la nueva máquina, sino también de un rediseño en la disposición de las máquinas y recursos dentro de la planta. Un layout adecuado puede mejorar significativamente el flujo de materiales y el tiempo de respuesta, permitiendo una mayor eficiencia en la producción. Este rediseño también implica la gestión precisa de los recursos y una coordinación efectiva entre las distintas etapas de la producción. Además, es esencial que el rediseño

considere aspectos como la ergonomía y la seguridad en la operación de las máquinas, para evitar riesgos laborales y asegurar un entorno de trabajo adecuado.

Este estudio explora la factibilidad de implementar una nueva máquina formadora de cajas en el área de litografía de una empresa de artes gráficas ubicada en Durán, Ecuador. Según Noboa Ycaza (2024), “la tecnología adecuada trae eficiencia, como también disminución de desperdicios en general, y nos permite ofrecer un cartón de excelente calidad y resistencia”, lo cual resalta la importancia de esta adquisición. Esta máquina se plantea como una solución para mejorar la eficiencia productiva, reducir costos y asegurar una mayor consistencia en la calidad del producto final.

1.2 Descripción del problema/ Antecedentes

La empresa objeto de estudio presenta un problema de capacidad productiva a futuro, ya que las dos máquinas formadoras de cajas semiautomáticas actuales sólo llegan a abastecer lo solicitado por sus clientes actuales dejando nada de margen para crecer en el mercado y captar más clientes, lo que genera como resultado la pérdida de potenciales clientes, reducción de crecimiento en el mercado y competitividad.

Para lograr una situación óptima, tanto el departamento de ventas como el de producción plantean adquirir una nueva máquina formadora de cajas semiautomática que logre producir entre 8.000 a 15.000 unidades por hora, debido a que los clientes ponen órdenes de compra con un promedio de 250.000 y 350.000 cajas, con un sistema de fácil manejo para personal no técnico, buscando reducir los problemas derivados de la intervención manual, como errores humanos, tiempos de inactividad prolongados por fallas mecánicas, problemas de calibración durante el arranque de producción, entre otros.

Hasta el momento se tiene tres propuestas por parte de una empresa suiza, especializada en este tipo específico de máquina, Sin embargo, el presupuesto es limitado y aún no se ha tomado una decisión sobre cuál adquirir, hasta el momento ya se tiene pensado el área a rediseñar para la implementación, pero falta el montaje del cableado eléctrico 220V trifásico que se necesita para cualquiera de las tres opciones.

Se espera que la compra e implementación de esta nueva máquina logre aumentar nuestra capacidad productiva facilitando cubrir la demanda actual y futura, solventar los problemas de calidad, captar nuevos clientes potenciales, mantenerse competitivo ante un mercado en constante cambio tanto en lo tecnológico como exigente en términos de calidad, eficiencia y capacidad de respuesta a la demanda.

Este estudio de factibilidad se va a realizar mediante un análisis costo-beneficio para la adquisición e implementación tomando como base tres puntos claves: El incremento de la capacidad productiva, retorno de la inversión y sostenibilidad a largo plazo. En base a lo anterior se tomará la opción óptima para el crecimiento de la empresa y el cumplimiento de sus objetivos actuales y futuros.

1.3 Pregunta científica/idea a defender/argumentación de la propuesta tecnológica

¿Cómo influye en la eficiencia de producción la implementación de una nueva máquina formadora de cajas en el área de litografía en una empresa de artes gráficas?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Desarrollar un análisis de factibilidad para la adquisición e implementación de una máquina formadora de cajas semiautomática en el área de litografía de una empresa de artes gráficas, con el fin de aumentar la capacidad productiva, mejorar la calidad del producto y optimizar la competitividad en el mercado, garantizando así un retorno de inversión sostenible a largo plazo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar las opciones disponibles de máquinas formadoras de cajas semiautomáticas, considerando aspectos técnicos, económicos y operativos, para seleccionar la alternativa más adecuada que se alinee con las necesidades de la empresa.
- Diseñar un análisis de retorno de inversión (ROI) que integre los costos de adquisición, instalación y operación de la máquina seleccionada, junto con los beneficios proyectados en términos de productividad.
- Proponer un rediseño de planta que integre eficientemente la máquina formadora de cajas, optimizando los espacios, el flujo de recursos, para reducir los tiempos de espera y aumentar la productividad en el área de litografía.

1.5 Justificación de la propuesta

A través de un enfoque teórico, metodológico y práctico, se busca generar información clave que apoye la toma de decisiones empresariales y contribuya al desarrollo del sector en un entorno competitivo y cambiante. Desde una perspectiva teórica, el estudio pretende enriquecer el conocimiento sobre la relación entre innovación tecnológica y eficiencia productiva en la industria gráfica.

La adopción de tecnologías avanzadas en la producción de empaques servirá como un caso de estudio, demostrando el impacto positivo de la modernización sobre la calidad y competitividad de las empresas. Los hallazgos contribuirán al fortalecimiento del marco teórico en la gestión de operaciones dentro del sector, y el análisis costo-beneficio ofrecerá un modelo replicable para otras organizaciones, facilitando decisiones informadas sobre inversiones tecnológicas.

Este estudio presenta un modelo técnico para evaluar la viabilidad de inversiones en tecnología, basado en un análisis costo-beneficio. Este enfoque metodológico permite medir los beneficios en eficiencia operativa y retorno de inversión (ROI). Además, este modelo puede ser aplicado a otras empresas del sector, ayudando a tomar decisiones fundamentadas sobre inversiones tecnológicas, y contribuyendo al bagaje técnico-instrumental y procedimental de la gestión en la industria gráfica.

Desde el punto de vista práctico, el estudio aborda los problemas de capacidad productiva insuficiente en una empresa de artes gráficas ubicada en Durán, Ecuador. Se propone la adquisición de una máquina formadora de cajas semiautomática, lo que mejorará la eficiencia, reducirá errores humanos y tiempos de inactividad, y fortalecerá la competitividad de la empresa en el mercado. El análisis costo-beneficio proporcionará una base sólida para tomar decisiones estratégicas y sostenibles a largo plazo,

contribuyendo directamente a la solución de un problema práctico en el contexto de la empresa.

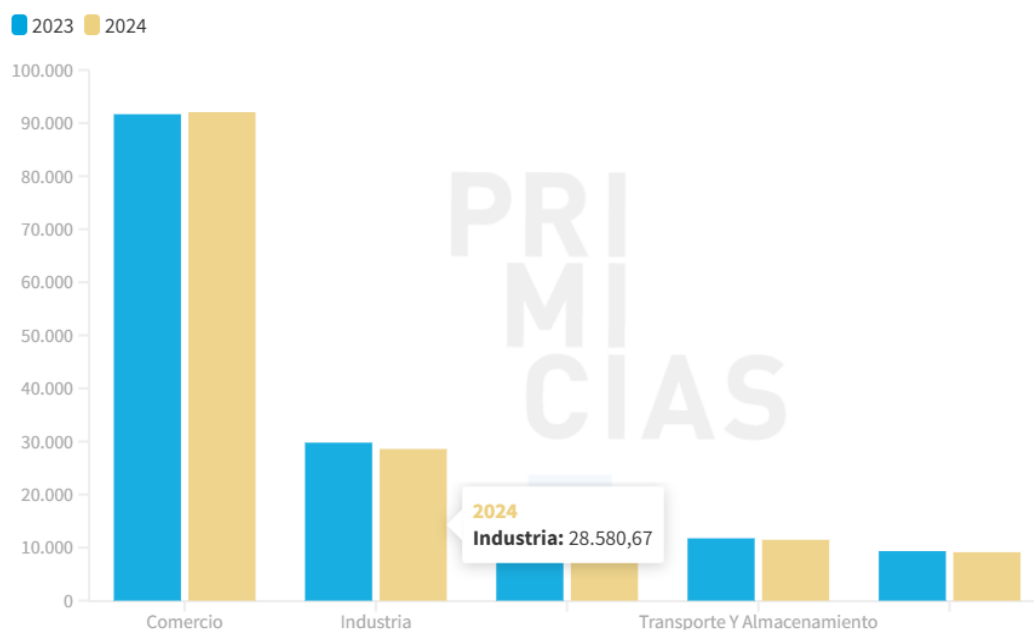
Capítulo II

Marco teórico

2.1 Marco teórico fundamental

Las artes gráficas se definen como la creación de elementos visuales que desembocan en la imprenta, las cuales se emplean en varios sectores y ámbitos, desde el diseño gráfico, literatura, cine, la industria, entre otros. En el Ecuador este sector se encuentra dentro de la rama de actividad económica “Industria manufacturera” y es un pilar fundamental para la economía del país, tal como se observa en la figura 1.

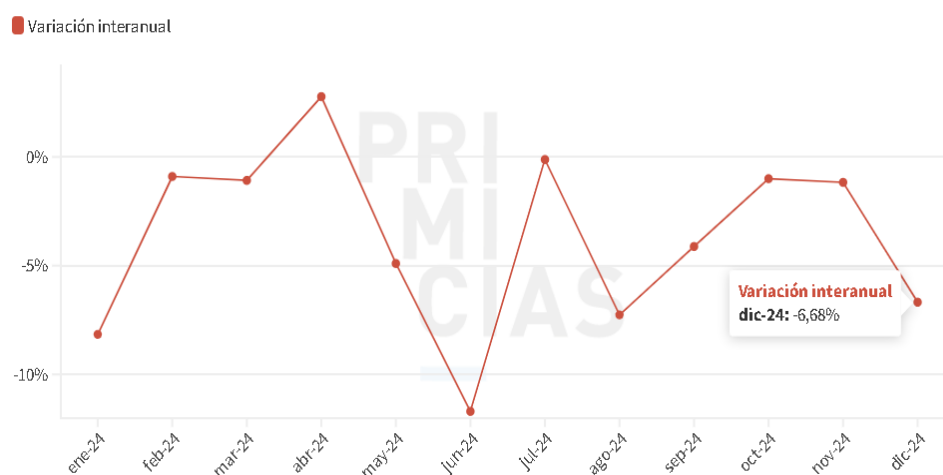
Figura 1: Ventas locales de los 5 mayores sectores de la economía



Nota. Fuente: SRI • Gráfico: (Dilan Zapata/Primicias, 2025)

En el año 2024 Ecuador tuvo uno de sus mayores golpes a su economía, debido al fuerte estiaje que tuvo el país, ocasionando que las centrales hidroeléctricas se quedarán sin agua almacenada para seguir produciendo electricidad, lo que llevó a cortes de luz en la región costa de hasta 14 horas y en la sierra de 24 horas en el sector industrial, que duró desde el 23 de septiembre hasta el 20 de diciembre terminando el año con pérdidas 1.201 millones con respecto al año pasado según primicias (2024), tal como se observa en la figura 2.

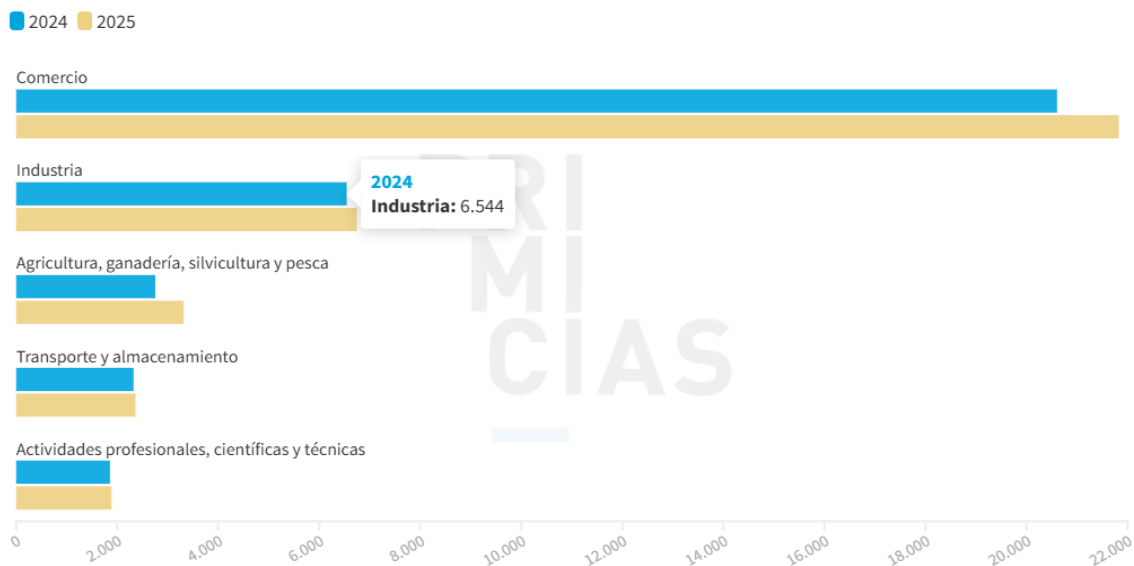
Figura 2: Evolución de las ventas de las industrias



Nota. Fuente: SRI • (Evelyn Tapia/PRIMICIAS, 2025)

En la actualidad la industria manufacturera mostró un repunte en sus ventas de un 3% (200 millones) y las ventas locales en un 5,3% (4.053 millones) en comparación con el año pasado, lo cual demuestra una recuperación económica modesta según primicias (2025). Las industrias son el motor que impulsa una economía y el pilar fundamental para su desarrollo, brinda empleo digno, dinamiza la producción y consumo lo cual da como resultado a una economía circular positiva, tal como se observa en la figura 3 en la categoría de industria un aumento del 3% en el 2025 en comparación al año 2024.

Figura 3: Sectores con más ventas

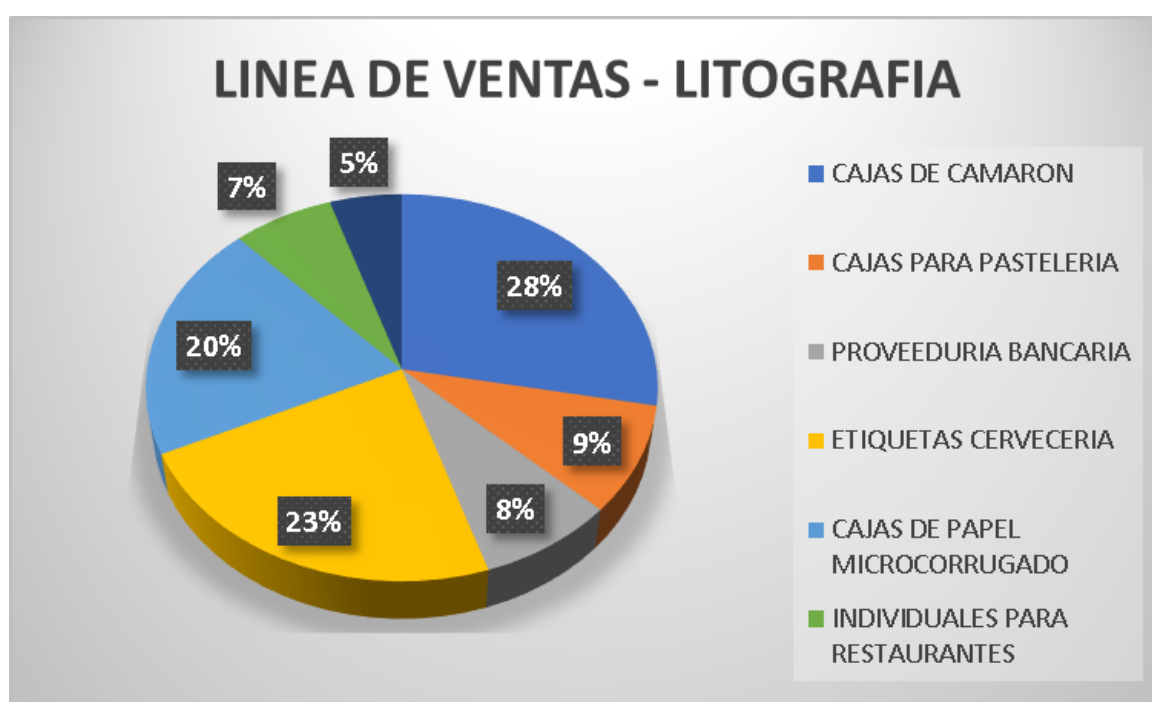


Nota. Fuente SRI • (Evelyn Tapia/Primicias, 2025)

Este estudio se fundamenta en una necesidad clara y que parte de una demanda en crecimiento de la línea de ventas de cajas de papel microcorrugado en el mercado de la industria manufacturera tal como se observa en la figura 3. Uno de los principales motivos para este incremento parte del gran impacto que tiene el “packaging” como publicidad visual, lo que ha llevado a que negocios busquen esta alternativa como factor diferenciador tomando como objetivos captar atención del posible cliente y destacar entre la competencia.

Para ello el producto que se fabrica tiene las siguientes características: papel estucado, resistente, cumple con la normativa ISO 22000, ya que se utilizan tintas de grado alimenticio (TGA), y a su vez se cuenta con la certificación FSC Reciclado lo cual lo hace altamente competitivo hacia el mercado tanto global como local, donde las panaderías, cafeterías, Restaurantes de comida rápida, negocios de manualidades tipo bisutería son los mayores compradores

Figura 4: Ingreso por Línea de ventas



Fuente propia del autor

Como se observa en la figura 4, Las ventas que registra la producción de cajas de papel microcorrugado representan el 20% del ingreso por mes del área de litografía, lo que hace fundamental mantener a nuestros clientes con despachos constantes y sin retrasos que lleguen a fragmentar la relación comercial, para el estudio presentaremos a los tres principales clientes y a un cuarto que representará a nuestros otros clientes minoritarios:

Cliente 1: Su negocio parte de la venta de panadería y pastelería, para cada tipo de producto tiene su modelo de caja y un diseño personalizado, al mes solicita 400,000 cajas para abastecer sus 25 locales a nivel nacional a lo cual representa el 27.5% de la producción con un ingreso mensual de \$12,000

Cliente 2: Su línea de negocio se direcciona a la venta de comida rápida donde los modelos de cajas son más diversos desde cajas para papas fritas, hamburguesas, Alitas, etc. Este cliente solicita al mes 650,000 cajas para cubrir su necesidad con despachos periódicos durante el mes para mantener la inocuidad y facilitar su distribución interna. Esto representa el 44.8% de la producción mensual con un ingreso de \$16,400

Cliente 3: Es una de las cafeterías con mayor presencia en el mercado con múltiples locales a nivel nacional, y para cubrir su demanda solicitan al mes 280,000 cajas de dos tipos de modelo, esto representa el 19.3% de la producción mensual con un ingreso de \$9,100

Cliente 4: Son nuestros compradores de menor volumen y están compuestos por Pequeñas empresas de manualidades, heladerías, dulcerías, entre otros. La demanda alcanza como máximo las 120,000 cajas con impresión y es por temporadas, representando aproximadamente el 8.27% de la producción con un ingreso aproximado de \$5000 a \$6000 dólares mensuales.

Los clientes tienden a modificar sus pedidos dependiendo de la temporada y en meses con feriados largos, donde la venta aumenta exponencialmente y a sí mismo el consumo de su inventario, según datos del año 2024 brindadas por ventas, las cajas de hamburguesa tuvieron un repunte del 20% y las cajas de papitas fritas un 12% más de lo normal durante los feriados nacionales y eventos esporádicos, lo cual dio como resultado un aumento del costo operativo, extensiones de horarios fuera de lo presupuestado y reducción del porcentaje de beneficio esperado para poder cubrir esa demanda, todo debido a la capacidad de las máquinas y su a estado mecánico-eléctrico.

Los clientes están en un constante crecimiento y eso va de la mano con la solicitud de más producto para cubrir sus consumos, según estimaciones de los ejecutivos de ventas el mercado crecerá un 15% durante año en comparación con el anterior que fue del 8%. mientras que la capacidad productiva actual es insuficiente para abarcar este pronóstico y nos complica el mantener y conseguir más clientes. las formadoras de cajas que dispone la empresa cumplen la producción de manera ineficiente debido a paradas no planeadas por daños en el equipo, lo que provoca extender los horarios laborales hasta el sábado y en ciertos casos los domingos para cumplir con fechas de entrega, llegando a generar un sobretiempo de área del 20% sobre la venta perjudicando su facturación mensual.

En resumen, el proceso exclusivo de fabricación de cajas de papel microcorrugado al mes tiene un ingreso promedio de \$42,500 lo cual representa el 20% del ingreso total del área de litografía, como se mencionó previamente el mercado es variable, nuestros clientes tienen una demanda que alcanzamos a cumplir mediante jornadas laborales extendidas que incurre en gastos no considerados y disminuyen los ingresos del área. Esto brinda poco margen de crecimiento y estanca el progreso del área.

Lo antes mencionado se sustenta de un levantamiento de información del mercado y clientes, realizado por el área de ventas y a su vez un análisis de los problemas y retos que posee el área de litografía a nivel productivo, lo que deja en claro que el problema más grande que se tiene es de capacidad productiva, lo que conlleva a plantearse una solución tecnológica a este problema.

La empresa objeto de estudio tiene a su espalda más de 100 años de historia y tradición, es líder en su campo de negocio y con basta presencia en el mercado nacional, su cartera de productos va desde etiquetas, cheques, libros, cajas entre otros cientos de productos, como toda empresa su objetivo es abarcar la demanda no cubierta por la competencia y aumentar sus ingresos, por lo cual se centraran en expandir primero su línea de productos de tipo de cartón de papel microcorrugado debido a su alta demanda y pronósticos de venta.

En base a esto y para cumplir la meta deseada, tanto el área técnica como ventas revisaron tres propuestas de máquina formadora de cajas, tomando en cuenta los siguientes puntos:

Presupuesto y facilidad de pago: El límite permitido por gerencia a nivel de gastos para cumplir un proyecto que generará beneficios a futuro, en este caso se designó un valor máximo de \$170,000 dólares americanos, que permita facilidades de pago por partes y que se entregue dentro de 4-6 meses.

Capacidad productiva: Es la capacidad máxima que puede producir un bien en un tiempo determinado, según estimaciones de ventas los clientes crecerán sus órdenes de compra en un 15-20% durante este y el siguiente año, y se están realizando negociaciones previas con clientes grandes para añadir 1,120,000 cajas a la producción mensual con un ingreso estimado de \$35,000 a futuro. El área de producción requiere una capacidad de 15,000 - 18,000 cajas/hora para cumplir con las metas planeadas antes dichas.

Operatividad, Diversos formatos y reducción de costos: La cantidad de personas que requieran una máquina para operar eficientemente. Se busca que sea un operador y un ayudante, y que el área tenga un 5% de sobretiempo sobre la venta, a su vez que tenga la facilidad de cambiar formatos de manera práctica y sencilla.

Propuesta 1: “FCC XIMING”

Es una máquina de origen chino que tiene una capacidad de producción de 8,000 a una sola vía y 12,000 a dos vías cajas/ hora con un costo de \$140,000 dólares, sin facilidades de pago y con entrega posterior a seis meses después de hacer el pago total, sin capacitación para los operadores, los moldes van por separado y no se incluyen en el valor final.

Propuesta 2: “CE-PRO”

Máquina de origen suizo con una capacidad de producción de 12,000 Cajas/hora a una sola vía y 24,000 a dos vías, con un costo de \$160,000 dólares, con facilidades de pago del 20% puesta la orden, 70% previo al envío y 10% restante después de la puesta a punto y de la capacitación del técnico especializado por una semana, y por último la máquina incluye cuatro moldes personalizados, da la facilidad para modificar el formato y añadir arreglos para trabajos especiales y llegaría en 4 meses.

Propuesta 3: “ULTRA RAPID FORM”

Máquina de origen alemán con una capacidad de producción de 18,000 Cajas/hora a una vía y 36,000 a dos vías con un costo de \$210,000 dólares, cuenta con facilidades de pago de 60% puesta la orden, 30% previo envío, 10% posterior a la puesta a punto y capacitación para el manejo de la máquina por técnico especializado por 3 días. Incluye dos moldes y cada molde extra cuesta \$1000 según la complejidad, sistema de autoajuste y autoaprendizaje con IA integrada. La máquina estaría llegando 6 meses después de puesta la orden.

Se optó por la máquina “CE-PRO” debido a que se acerca más a los parámetros establecidos por la gerencia y cumple con la capacidad productiva proyectada, y se prevé que solventara los problemas previamente mencionados durante este proceso, para lo cual se presentará los diversos métodos que se utilizarán para demostrar que este estudio es realizable, rentable y sostenible en el tiempo, partiendo con el apartado de factibilidad: técnica, económica y operativa, siguiendo con el análisis de retorno de inversión (ROI) y finalizando con la propuesta de rediseño de planta, brindando de esta manera un estudio completo que beneficiará a la empresa objeto de estudio.

2.2 Factibilidad

2.2.1 Definición

Es el análisis crítico que determinará si un proyecto, estudio, propuesta o solución es viable técnica, económica y operativo. También se lo puede definir como el estudio previo que evalúa si la investigación o implementación propuesta puede realizarse, considerando los recursos disponibles de la empresa y las limitaciones económicas del mismo.

2.2.2 Tipos de factibilidad

2.2.3 Factibilidad Técnica

Es el análisis que determina si un proyecto puede implementarse exitosamente en un espacio determinado tomando en cuenta requerimientos de instalación, infraestructura y adaptabilidad a los procesos adyacentes. El área designada para su instalación cuenta con una longitud de veinte metros, seis metros de ancho y dos metros y medio de alto. Las dimensiones de la máquina son tres metros de largo por un metro setenta de ancho y dos metros de alto con un peso de dos toneladas.

El área designada brinda el espacio suficiente para la instalación adecuada de la máquina y ofrece un margen cómodo para operar, dar mantenimiento, rápido flujo de Producto por procesar y producto terminado mediante yale. Como dato a mencionar la estructura del piso del área mencionada fue diseñada para soportar peso y vibraciones

La máquina cuenta con múltiples partes de accionamiento neumático para la sección de extrusión y paso de material lo que requerirá una acometida de aire comprimido, en el apartado eléctrico se requiere de una conexión trifásica 220V para abastecer de energía a todo el equipo y un transformador de 25 KVA el cual brindará de estabilidad de frecuencia y potencia.

2.2.4 Factibilidad Económica

Es el análisis que determina la viabilidad financiera de un proyecto, evaluando si los beneficios esperados justifican los costos de inversión y operación, como previamente se menciona la empresa tiene un presupuesto limitado y un plazo definido máximo de seis meses para lograr su meta y adelantarse a la competencia, debido a ello se optó por la máquina Formadora de Cajas “CE-PRO” cuyo precio se ajusta al presupuesto aprobado

La adquisición de esta nueva máquina representa una inversión estratégica que posiciona a la empresa por delante a nivel tecnológico puesto que al ser un modelo nuevo cuenta con las necesidades actuales del mercado a nivel de medidas de formatos de cajas, estándares de calidad y sensores en cada parte del proceso lo cual añade precisión y mantiene la producción sin variaciones.

La máquina es de procedencia suiza con un costo de \$160,000.00 USD, la ficha técnica destaca que tiene una productividad de 12,000 Tiros/hora a una vía y dos vías a 24,000 Tiros/hora, lo que apunta a cubrir las necesidades esperadas y da un margen grande para ampliar la cartera de clientes. Las facilidades de pago que brinda el fabricante son 20% de anticipo, un 70% previo al embarque y el 10% faltante posterior a la puesta a punto del técnico especialista enviado que incluye a su vez capacitación del manejo de máquina. La garantía tiene un plazo de 12 meses desde la instalación lo cual cubre piezas y mano de obra exceptuando piezas dañadas por desgaste.

2.2.5 Retorno de la inversión (ROI)

El ROI (Return of investment) es una métrica financiera que utilizan las empresas para medir la eficiencia de la inversión en relación con su coste y evalúa su rentabilidad según BBVA (2024),

Fórmula 1: Retorno de inversión

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficio obtenido neto}}{\text{Coste de la inversión}} \times 100$$

Nota. Fuente propia del autor

La amortización es un gasto contable que se distribuye a lo largo del tiempo de vida útil que tiene un objeto de valor, si en caso de que la inversión se recupere antes del tiempo previsto dejará de ser considerado un gasto y pasará a ser ganancia, En base a esto la vida útil de la máquina formadora de cajas “CE-PRO” según la ficha técnica es de 10 a 15 años según su cuidado y mantenimiento.

Los datos necesarios para calcular el ROI son los siguientes:

- Beneficio obtenido neto anual: ganancia bruta generada por la máquina - costos totales (Repuestos, operación, servicios mecánicos, entre otros.)
- Costo de inversión: Precio de la máquina + materiales de instalación y repuestos para stock

Según proyecciones estimadas por el área de ventas el integrar esta máquina a la línea de producción generará por sí mismo un beneficio neto de \$40,000 anual para el año 2025 y con una tendencia positiva en base a la demanda del mercado actual.

Fórmula 2: Retorno de inversión

$$ROI = \left(\frac{40.000}{160.000} \right) * 100\% = 25 \%$$

Nota. Fuente propia del autor

El resultado del ROI en base a las estimaciones indica que tomará cuatro años recuperar la inversión y quedarán seis años de ganancia neta esperada, estos datos justifican que la adquisición de esta máquina será rentable, realizable y sostenible.

2.2.6 Factibilidad operativa

Es un estudio que evalúa la capacidad de una empresa para implementar una máquina y mantener su eficiencia considerando los recursos humanos, técnicos y procedimientos que se tenga. La Máquina “CE - PRO” requiere de un operador y su auxiliar por turno, Se proyecta a futuro implementar un esquema de cuatro días de doce horas diarias y tres de descanso a la semana mediante tres turnos, lo cual reducirá en gran medida los gastos en sobretiempo e incumplimientos en fechas de entrega, lo cual sumado con la capacidad productiva facilitará alcanzar las metas de producción que requiera el área de ventas según la demanda y reducirá el cuello de botella.

Para garantizar el buen estado de la máquina se solicitará un programa de capacitación técnica especializada por parte del fabricante hacia los operadores como a técnicos de la empresa, lo cual ayudará a extender la vida útil y reducirá considerablemente paradas por mantenimiento correctivos, ya que sabrán identificar problemas y se solventaron en menor tiempo.

La implementación de esta máquina representará un aumento significativo en la capacidad productiva, tomando en cuenta la capacidad actual:

Las formadoras de cajas actuales tienen una capacidad de:

- FCC = 2100 tiros/hora Real FCC Teórico = 3000 tiros/hora
- FCS = 2800 tiros/hora Real FCS Teórico = 4000 tiros/hora

Estas máquinas tienen casi 20 años en uso, sobrepasando por 10 años su vida útil, su capacidad se redujo un 30 % para reducir más daños en sus componentes y pérdidas de material.

En comparación la máquina Formadora de cajas “CE - PRO” alcanza:

- 12,000 Tiros/Hora a una vía lo cual equivale a un incremento del 42% en eficiencia.
- 24,000 Tiros/Hora a dos vías lo cual representa un aumento del 63% en eficiencia.

Estos datos reflejan el gran aporte en capacidad productiva que aportaría la adquisición de esta nueva máquina, dando como capacidad de planta:

A una vía nominal real: 16,900 A una vía teórico: 19,000 Cajas/Hora

A dos vías nominal real: 31,000 A dos vías teórico: 33,000
Cajas/Hora

Por lo cual tendríamos una capacidad productiva por turno de 7,5 horas de día y noche, considerando que las máquinas actuales solo trabajarán a una vía para reducir problemas durante el proceso y la “CE-PRO” a dos vías, se dará una hora por calibración de máquina y media hora para paradas planeadas por turno, lo cual da como tiempo productivo por turno de 6 horas.

$$= 28,900 \text{ Cajas/Hora} * 6 \text{ Horas} = 173,400 \text{ Cajas/Turno}$$

$$= 28,900 \text{ Cajas/Hora} * 12 \text{ Horas} = 346,800 \text{ Cajas/Turno (2 turnos)}$$

La demanda tanto actual como Pronosticada por el área de ventas solicitan de 2,570,000 cajas por mes, a lo cual mediante la implementación de esta nueva máquina la demanda se cumplirá en:

$$= \frac{346,800 \text{ Cajas/Día}}{2,570,000 \text{ Cajas}} = 13 \approx 14 \text{ días aproximadamente}$$

Este resultado nos demuestra que tendríamos una planta que a mitad de mes cumple con los pedidos, no genera sobretiempos y da un margen bastante amplio para crecer la cartera de clientes y sus pedidos, generando así una mayor rentabilidad para la empresa.

2.2.7 Rediseño de planta

En la empresa objeto de estudio con enfoque en el área de litografía, el proceso de empaque de productos es fundamental para garantizar la seguridad del producto durante su transporte y entrega al cliente. La creciente demanda de productos empaquetados de forma eficiente y rentable ha llevado a muchas empresas a implementar tecnologías automatizadas, como las máquinas formadoras de cajas, con el fin de reducir tiempos de producción y mejorar la calidad del empaquetado. En este sentido, la adquisición de una nueva máquina formadora de cajas para el área litográfica de la empresa en cuestión surge como una necesidad para atender las demandas del mercado y optimizar los procesos de empaque actuales.

El rediseño de plantas industriales es un campo ampliamente investigado, pero con desafíos específicos en cada sector de la industria. En este caso, la implementación de una máquina formadora de cajas en una empresa de artes gráficas permite aportar al conocimiento existente sobre la optimización de los flujos productivos en industrias con procesos de manufactura complejos y específicos. El estudio contribuirá a la teoría relacionada con la ingeniería industrial, particularmente en el ámbito del diseño de plantas, al ofrecer un análisis detallado sobre cómo un cambio en la disposición y uso de equipos industriales impacta en la eficiencia y productividad de una línea de producción especializada. Además, la investigación explorará cómo la introducción de nuevas tecnologías en el proceso de litografía, como la máquina formadora de cajas, puede mejorar la calidad y reducir tiempos de fabricación, lo que enriquecerá el conocimiento sobre la integración de maquinaria avanzada en procesos tradicionales.

Para conocer las mejoras que aplicará esta máquina en la industria se demostrara con un ejemplo de fabricación, tomando en cuenta un pedido de producción de 500.000 cajas para hamburguesas donde todos los valores utilizados serán teóricos, dando a conocer los resultados de las dos máquinas actuales con los resultados aplicando la tercera máquina en el área de litografías, la carga de trabajo será dividida de acuerdo a la capacidad de producción que cada máquina pueda soportar además de los tiempos de producción que les tomaría realizar dicha cantidad ingresada, para este cálculo también se tomará en cuenta valores como el costo por hora a los operadores ya que cada máquina necesita ser operada por dos personas capacitadas, tal como se muestra en la fórmula 3 y tabla 1.

Fórmula 3: Pago por hora al operador.

$$\text{Costo hora} = \frac{\text{salario}}{\text{hora/mes}} = \frac{\$580}{160 \text{ horas}} = \$3.625 / h$$

Fuente propia del autor

Tabla 1: Resultados teóricos de producción para las máquinas FCS - FCC

PRODUCCION DE 250.000 CAJAS MAQUINA FCS		
Elemento	Cálculo	Resultado corregido
Capacidad de la máquina	—	2,800 cajas/hora
Tiempo necesario (neto)	250,000 / 2,800 = 89.29 h	89 h 17 min
Tiempos muertos (15%)	89.29 × 0.15 = 13.39 h	13 h 23 min
Tiempos de espera (10%)	89.29 × 0.10 = 8.93 h	8 h 56 min
Tiempo total estimado	89.29 + 13.39 + 8.93 = 111.61 h	111 h 37 min
Costo operativo total	111.61 × 2 × \$3.625	\$809.18
PRODUCCION DE 250.000 CAJAS MAQUINA FCC		
Elemento	Cálculo	Resultado corregido
Capacidad de la máquina	—	2,100 cajas/hora
Tiempo necesario (neto)	250,000 / 2,100 = 119.05 h	119 h 3 min
Tiempos muertos (15%)	119.05 × 0.15 = 17.86 h	17 h 52 min
Tiempos de espera (10%)	119.05 × 0.10 = 11.91 h	11 h 55 min
Tiempo total estimado	119.05 + 17.86 + 11.91 = 148.82 h	148 h 49 min
Costo operativo total	148.82 × 2 × \$3.625	\$1,078.89
Costo total de las dos maquinas en uso: \$ 1,888.07		

Fuente propia del autor

Como se muestra en la tabla 1 el costo de los cuatro operadores por las dos máquinas genera un total de \$1,888.07, la producción de este pedido tardará alrededor de 148h y 49 minutos, en estos valores teóricos obtenidos se esta considerando el proceso completo de las máquinas lo que integra la conversión, impresión, troquelado y armado de las cajas. Aplicando la nueva máquina al área de litografías esta es capaz de trabajar a doble vía donde cada vía puede realizar 12.000 cajas/hora, se distribuirá el trabajo de producción en base a la capacidad productiva de cada máquina y los tiempos de producción que esta le tomaría a cada una de las máquinas.

Tabla 2: Resultados teóricos de producción para las máquinas FCS - FCC - CE-PRO

PRODUCCION DE 25.000 CAJAS MAQUINA FCS		
Elemento	Cálculo	Resultado teórico
Capacidad de la máquina	—	2,800 cajas/hora
Tiempo necesario (neto)	$25,000 / 2,800$	8.93 h = 8 h 56 min
Tiempos muertos (15%)	$8.93 \times 0.15 = 1.34$ h	1 h 20 min
Tiempos de espera (10%)	$8.93 \times 0.10 = 0.893$ h	0 h 54 min
Tiempo total estimado	$8.93 + 1.34 + 0.893 = 11.17$ h	11 h 10 min
Costo operativo total	$11.17 \times 2 \times \$3.625$	\$81.00
PRODUCCION DE 25.000 CAJAS MAQUINA FCC		
Elemento	Cálculo	Resultado teórico
Capacidad de la máquina	—	2,100 cajas/hora
Tiempo necesario (neto)	$25,000 / 2,100$	11.90 h = 11 h 54 min
Tiempos muertos (15%)	$11.90 \times 0.15 = 1.785$ h	1 h 47 min
Tiempos de espera (10%)	$11.90 \times 0.10 = 1.19$ h	1 h 11 min
Tiempo total estimado	$11.90 + 1.785 + 1.19 = 14.88$ h	14 h 53 min
Costo operativo total	$14.88 \times 2 \times \$3.625$	\$107.85
PRODUCCION DE 450.000 CAJAS MAQUINA CE-PRO		
Elemento	Cálculo	Resultado teórico
Capacidad de la máquina	—	24,000 cajas/hora
Tiempo necesario (neto)	$450,000 / 24,000$	18.75 h = 18 h 45 min
Tiempos muertos (15%)	$18.75 \times 0.15 = 2.8125$ h	2 h 49 min
Tiempos de espera (10%)	$18.75 \times 0.10 = 1.875$ h	1 h 53 min
Tiempo total estimado	$18.75 + 2.8125 + 1.875 = 23.44$ h	23 h 26 min
Costo operativo total	$23.44 \times 2 \times \$3.625$	\$169.94
Costo total de las 3 maquinas en uso: \$358.79		

Fuente propia del autor

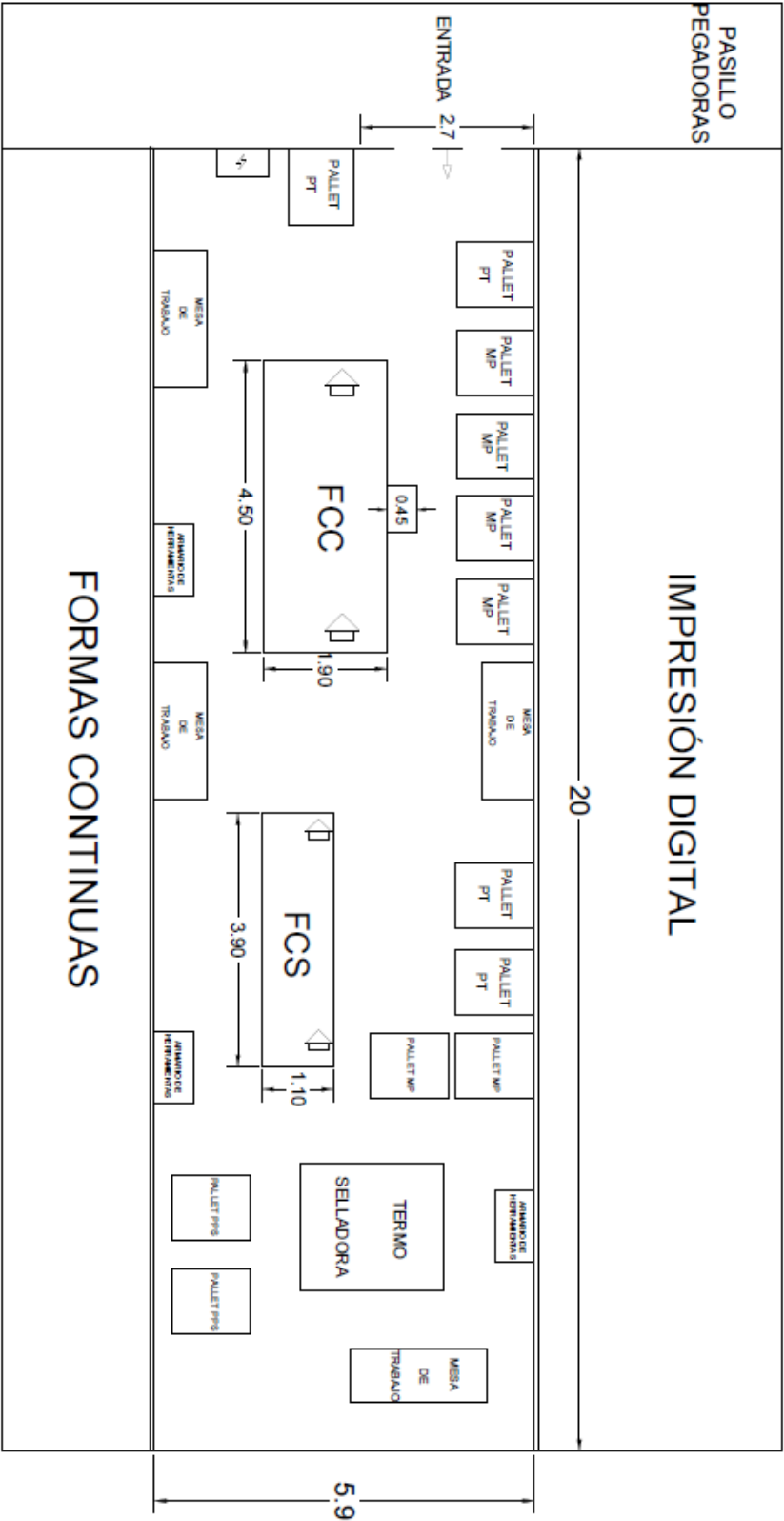
En la tabla 2 se demuestra de manera teórica la reducción no solo en costos sino también en los tiempos de producción donde realizar el pedido de las 500.000 cajas tardaría un total de 23 horas y 26 minutos, esto se genera por la carga de trabajo que se le aplica a la nueva máquina, mientras las máquinas más antiguas trabajan con poca producción estas generan una ventaja en tiempos para dar inicio a las nuevas órdenes de producción que están programadas, así mientras la nueva máquina trabaja a doble vía produciendo a su máxima capacidad las otras máquinas pueden dar inicio a las siguientes órdenes trabajando de igual manera en su máxima capacidad productiva.

La producción actual con las dos máquinas FCS - FCC poseen un tiempo elevado para una producción de 500.000 cajas esto sin considerar los tiempos de espera que genera los desplazamientos de los operadores para adquirir alguna herramienta o material que necesitará la máquina, los mantenimientos programados y los no programados, con la distribución actual del área de litografías los desplazamientos por personas aumentan en un 6%, con los mantenimientos programados pueden generar hasta un 9% en aumentos de tiempos, y con los mantenimientos no programados pueden llegar a aumentar hasta un 10% lo que equivale a un total de aumento en un 25% en tiempos para la producción de un lote.

Los mantenimientos se rigen a una programación previamente revisada con producción, esto se debe a la carga de trabajo que se puede llegar a acumular por lo cual ambas áreas deben planificar los tiempos que se van a usar para las máquinas, estos tiempos se encuentran entre 2 a 6 horas de mantenimiento programado por máquina, en esta programación se considera la gravedad de la máquina, las piezas que requerirán cambios, las calibraciones necesarias dentro de la máquina antes de darle arranque. Los tiempos de espera tienden a aumentar cuando ocurre un mantenimiento no programado esto se debe a los problemas que puede llevar la máquina y no fueron correctamente

examinados en las inspecciones anteriores, una descalibración o daño en el troquel, lo cual exige realizar una parada de máquina inmediata para revisar su estado actual, estos problemas se pueden aumentar si el daño se encuentra en una pieza especial de la máquina la cual no se tiene repuesto o ya se dejó de fabricar, esto conlleva a dos opciones, la primera mandar hacer la pieza con una empresa que se especializa en realizar piezas industriales para máquinas de la industria cartonera lo cual se deberá de considerar que no se posee el plano y la única guía sería la pieza dañada, si esta pieza no sufrió grandes fracturas podrá ser revisada para la creación de una nueva pero si fue gravemente dañada se optara por la segunda opción que es adaptar diferentes piezas para poder compensar la dañada, en estos casos se considera como primordial el tiempo que llevara cada uno de estos procesos, para la industria tener una maquina parada por mucho tiempo es perdida para lo cual el area de mantenimiento debe estar debidamente preparado para este tipo de inconvenientes que ese puede presentar los tiempos de espera para la producción aumentara si el personal no tiene cuidado con la materia prima de la industria que es el cartón, al momento de ingresar las láminas a una máquina que no han revisado correctamente y esta presenta algún tipo de avería podría dañar las láminas, retrasando más a la producción por no inspeccionar como es debido a la máquina.

Figura 5: Diseño actual del área de litografías sin el rediseño.



Nota. Fuente propia del autor

El aumento de los tiempos de espera por parte del personal debido a una mala manipulación del empaque provoca que se generen mayores tiempos de espera, tiempos que retrasa al ciclo total de la producción, los costos elevados que van de la mano con los tiempos de espera o tiempos muertos se incrementan con estos costos operativos, además de cubrir los errores de armados de forma manual lo que generará mayor desperdicio del material principal. La calidad en la producción de las cajas puede llevar a daños con los productos del cliente durante el transporte, ya sea por un transporte en tierra, marítimo o aéreo, esto afectará de forma negativa ante la experiencia del cliente y puede resultar como punto final en una devolución o reposición de todas las cajas entregadas al cliente, además de la pérdida de oportunidades para poder cumplir con los plazos de entrega.

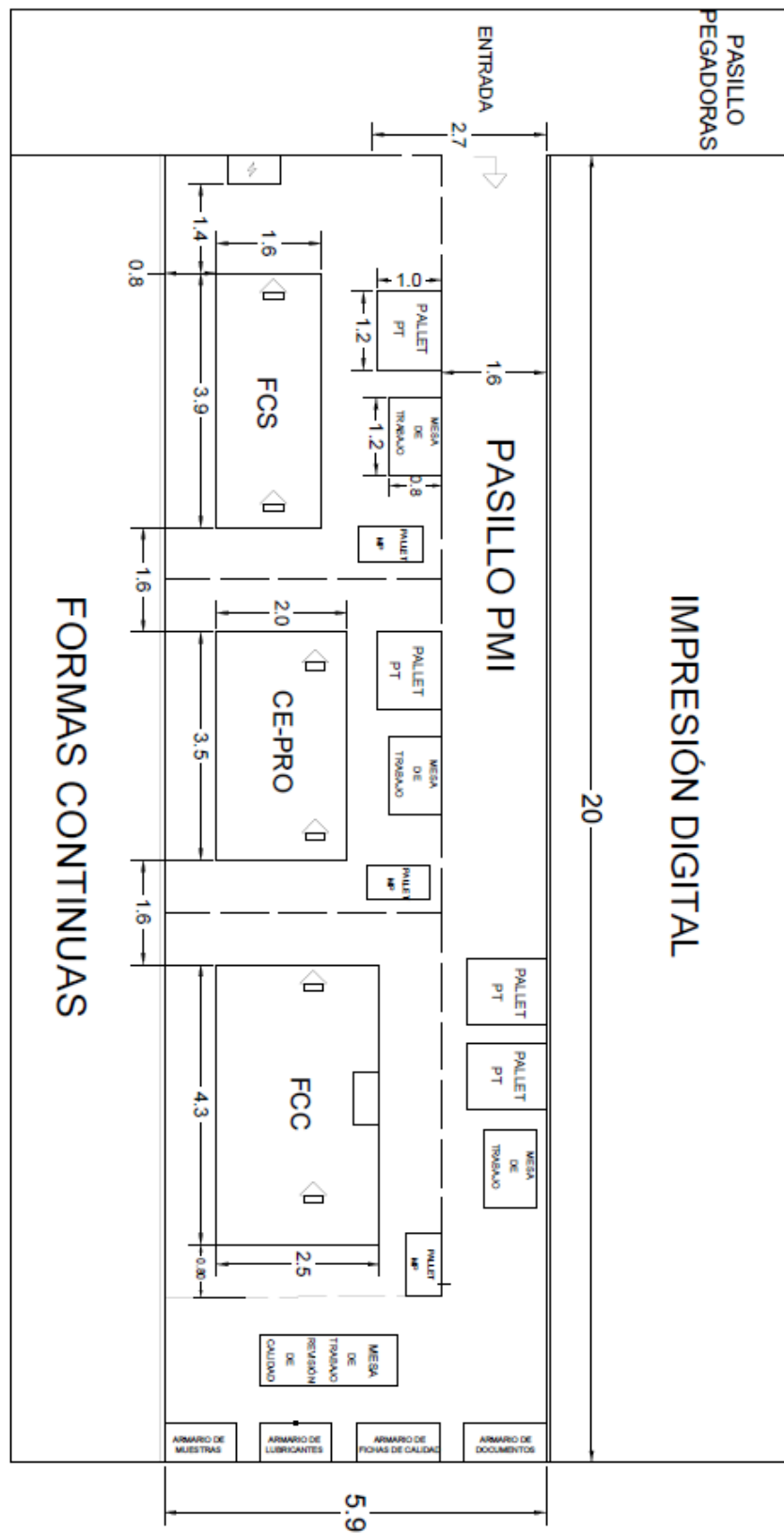
El área de litografías necesita un rediseño el cual permita mejorar los tiempos de desplazamientos del personal y estos tengan un impacto en la producción de las cajas, de esta manera se optara por una mejora en el área donde se utilice de manera óptima los espacios, al reducir los tiempos de desplazamiento de cada operador generará que ellos se concentren debidamente en las máquinas, para esto se realizará un ajuste en la ubicación de las máquinas y sus alrededores, el cual fue contemplado ya que las máquinas posee una base que permite el desplazamiento de estas mismas, los cableados eléctricos se pueden extender para dar la corriente necesaria a las máquinas y no afecten a su funcionamiento, como se observa en la figura 5.

Fuente propia del autor



Con esta mejora en distribución en el área se contempla una reducción en tiempos de desplazamiento del 2% sin embargo esto solo afecta a los movimientos que necesita realizar el operador para adquirir algún material necesario para alimentar a la máquina, no se ve afectado los tiempos de producción, el objetivo de este rediseño de planta debe afectar a los tiempos de producción reducirlos para poder cubrir la demanda que solicita el cliente, con esto al no verse afectado los tiempos de producción con la redistribución del área se propone el rediseño de planta para el área de litografías implementando la nueva máquina formadora de cajas CE-PRO, la cual aportará a la producción con su doble línea de trabajo cada una capaz de realizar 12.000 cajas/hora lo que lleva a un total de 24.000 cajas/hora en esta máquina, reduciendo los tiempos de producción de manera considerable en un 87.6% dando una mejora significativa para la producción, tal como se muestra en la figura 6.

Figura 7: Diseño de propuesta para el área de litografías con la implementación de la nueva máquina.



Nota. Fuente propia del autor

El principal aporte práctico de este estudio radica en la resolución de un problema concreto en el contexto de la empresa de artes gráficas en cuestión. Actualmente, la empresa enfrenta limitaciones en su capacidad productiva y tiempos de respuesta debido a la falta de automatización en el proceso de formación de cajas en el área de litografía. La implementación de una máquina formadora de cajas permitirá mejorar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de ciclo y disminuir los costos de producción, lo que a su vez aumentará la competitividad de la empresa. Este trabajo no solo busca optimizar el proceso interno, sino también contribuir a la mejora del entorno laboral, ya que el rediseño propuesto busca crear un espacio de trabajo más seguro, ordenado y eficiente. De esta manera, el estudio ofrece una solución práctica a un desafío real en el ámbito de la producción de artes gráficas, alineándose con las necesidades actuales de la empresa y proporcionando un modelo replicable en otras industrias con características similares, tal como se muestra en la figura 7.

Esta tecnología permitiría reducir significativamente los tiempos de formación de cajas, garantizar la calidad y precisión en la producción y disminuir los costos asociados al trabajo manual, realizarle esta mejora en el rediseño de la planta por la adquisición y reubicación de las máquinas para poder instalar la nueva máquina formadora de cajas dará una mejora a la misma para mencionarles a los clientes o darles una respuesta de producción más rápida, en los tiempos de respuesta que ellos esperan obtener para esta productividad que se necesita con urgencia.

El rediseño de planta para la implementación de una máquina formadora de cajas en el área de litografía de una empresa de artes gráficas tiene una justificación sólida desde las tres dimensiones planteadas: teórica, metodológica y práctica. A nivel teórico, se enriquecerá el conocimiento sobre la optimización de flujos productivos en industrias especializadas. Desde un enfoque metodológico, se aportará al desarrollo de nuevas

herramientas y enfoques para el diseño de plantas industriales. Finalmente, el impacto práctico de la investigación será crucial para la mejora de los procesos productivos en la empresa, contribuyendo directamente a su competitividad y eficiencia operativa.

2.3 Marco teórico conceptual

2.3.1 Tipos de papel corrugado

Existen diferentes tipos de Test, Flautas e incluso sustrato que se manejan en la industria cartonera, para esto se determina de acuerdo al tipo de producto que va a ir dentro del empaque de cartón corrugado se evalúa por las cantidades a contener, el peso, dimensiones, acomodo, su forma de conservación o duración esto más que todo por producto de consumo alimenticio que necesita refrigeración, la ventilación necesaria para productos que necesitan la circulación de aire por cada uno de sus empaques como son las frutas para el transporte de estas es necesario que su empaque posea varios puntos de ventilación con la finalidad de evitar que la fruta transpire y llegue a dañarse durante su viaje, el tiempo de transporte, como se transportará si es por vía aérea, marítima o terrestre.

A continuación, se nombran los diferentes tipos de flautas que se utilizan en esta industria cartonera:

2.3.2 Flauta B

Posee un calibre o grosor de alrededor de 3 mm, lo cual la hace ideal para aplicaciones con ligeras limitaciones de espacio. Estas mayormente se utilizan en los empaques a minoristas, expositores en puntos de venta y empaques para diversos

productos como serían las cajas de lácteos. Gracias a su calibre permite una excelente impresión conservando su calidad ante todo, además de ofrecer sustrato kraft, blanco, blanco-semi estucado, blanco-estucado.

2.3.3 Flauta E

Es una de las más utilizadas en la industria posee un calibre de 2 mm esta ofrece una excelente resistencia y gran calidad para la impresión, es compacto y ligero de manejar y armar. Al tener una superficie lisa es ideal para los expositores de ventas, embalajes de productos livianos además de ser visualmente atractivo por sus detalles de impresión y estructural.

2.3.4 Flauta F

Su calibre o grosor es sumamente fino, con una altura alrededor de 1 mm. Aporta una excelente resistencia al aplastamiento, lo cual la hace ideal para aplicaciones que requieren protección, una presentación más sofisticada y elegancia ante el público. Su grosor estructural permite crear diferentes tipos de troquelados detallados y diseños complejos que son fáciles de desprender. Por eso se usa en empaques premium, productos de consumo exclusivos, así como en artículos más frágiles como son las botellas de vidrio, joyería o cosméticos.

2.3.5 Tipos de certificados para la creación del cartón.

2.3.6 FSC

Es una organización no gubernamental que promueve la gestión y sostenibilidad de los bosques a nivel mundial con esta certificación se garantiza que los papeles obtenidos para la creación del cartón corrugado provienen de bosques gestionados de manera responsable tomando en cuenta los diferentes ambientes, sociales y económicos. El papel FSC (Forest Stewardship Council) posee 3 tipos de etiquetas la FSC 100%, FSC Reciclado y FSC Mixto:

- **FSC 100%:** Todos los papeles utilizados provienen de bosques que han sido auditados para garantizar la conformidad rigurosa de los estándares sociales y ambientales, esta etiqueta es la que contribuye de manera directa el objetivo FSC.
- **FSC Reciclado:** Los papeles de esta etiqueta han sido verificados al 100% que utiliza material reciclado, esto ayuda a aliviar la presión sobre la demanda de los materiales vírgenes, aportando a proteger los bosques.
- **FSC Mixto:** Los papeles de esta etiqueta fueron elaborados con mezcla de materiales provenientes de bosques auditados y materiales reciclados, de acuerdo con los estándares que estos deben cumplir para ser aceptados los materiales no pueden venir de fuentes inaceptables.

2.3.7 FSSC 22000

Este certificado tiene de objetivo garantizar la inocuidad alimentaria, proporciona un amplio esquema donde hace hincapié a los peligros que se encuentran los productos de consumo alimenticio por lo cual se debe controlar y minimizar los diferentes riesgos de seguridad alimentaria con esto garantizar la producción de empaques de protección para estos productos. Con este estándar garantiza auditorías consistentes y de alta calidad que son monitoreadas por un programa de integridad.

2.3.8 ISO 9001

Esta certificación se centra en satisfacer las necesidades del cliente y a su vez las expectativas que tiene hacia el cartón, realizando énfasis en la mejora continua de la fabricación del cartón, aplicando de manera eficaz un sistema de gestión de la calidad hacia el papel de cartón corrugado.

2.3.9 ISO 45001

En esta certificación hace hincapié a las normativas de seguridad con el fin de garantizar un entorno de trabajo seguro, esto ayuda a las industrias a estar en constante mejora por la seguridad de los empleados, reducir al mínimo los riesgos laborales existentes y generar condiciones de trabajos más seguros para todos los que trabajan dentro de esta industria.

Capítulo III

Alcance y metodología de la Investigación

3.1 Diseño Metodológico

La metodología será mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos para garantizar un análisis completo y fundamentado:

En lo cualitativo nos enfocaremos en recopilar toda la información sobre el proceso productivo con las máquinas actuales, y con el generar un plan de acción que reduzca reprocesos, tiempos muertos y pérdidas de producto en proceso para la nueva máquina, con el personal técnico de mantenimiento se desarrollará en conjunto un plan de mantenimiento preventivo óptimo para alargar la vida útil y resguardar la inversión de la empresa.

En lo cuantitativo nos enfocaremos en recopilar datos que nos permitan determinar los cuellos de botella durante la producción actual de las formadoras de cajas, partiendo desde la toma de tiempos en el arranque de línea hasta la entrega al palet de producto terminado, con el fin de reconocer oportunidades de mejora que faciliten la integración eficiente de una nueva máquina a la línea de producción.

Este estudio tiene un enfoque exploratorio-diagnóstico, ya que busca examinar y comprender las condiciones actuales de la capacidad productiva de este proceso en el área de litografía de la empresa, antes de proponer una solución tecnológica. Adicionalmente, el diagnóstico se sustentará en criterios técnicos, operativos y económicos alineados con los objetivos de producción y ventas, garantizando así una decisión estratégica basada en datos.

3.2 Alcance de la investigación

El presente estudio demostrará la factibilidad de la implementación de una máquina formadora de cajas en el área de litografía de una empresa de artes gráficas, mediante la metodología Costo-beneficio como base fundamental para demostrar la rentabilidad de esta inversión a la empresa objeto de estudio, y a su vez un análisis técnico - económico que complemente y aporte con una visión global de la máquina.

Como aporte a la empresa objeto de estudio, se presentarán tres propuestas de rediseño de planta, mediante el programa “AutoCAD”, diseñaremos un área con flujo de procesos óptimos y pérdidas de tiempo mínimas, a su vez se basará en la normativa ISO 9001 con enfoque en la seguridad de los operadores y la inocuidad del proceso.

3.3 Delimitación de la investigación

El estudio se delimitará de la siguiente manera:

Delimitación Espacial: Se realizará en una empresa ubicada en Durán- Ecuador, que se dedica a las artes gráficas enfocándose en el área de litografía donde se implementará la nueva máquina formadora de cajas.

Delimitación Temporal: Se recopilarán datos del mes de junio sobre este proceso productivo, con el fin de obtener los datos para desarrollar el método costo-beneficio y el análisis técnico - económico.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Se tomará a todas las máquinas, procesos y operadores que participan en la producción de una caja de papel microcorrugado.

3.4.2 Muestra

El presente estudio tiene como fin demostrar la factibilidad de la implementación de una máquina formadora de cajas es realizable, rentable y sostenible en el tiempo, para lo cual la muestra será de tipo no probabilística por juicio, conformada por los operadores, técnicos y vendedores que poseen información relevante para el estudio: 10 colaboradores.

Se tomará como muestra la orden de producción de cajas de papel microcorrugado de tipo caja de hamburguesa para la toma de tiempos de inicio a fin, estudio del flujo actual del proceso y cuellos de botella.

3.5 Métodos empleados

3.5.1 Diagnóstico Inicial

Observación directa: Se observarán las operaciones actuales en el área de litografía para identificar problemas específicos relacionados con las máquinas formadoras de cajas, fallos operativos y tiempos de producción. Según López y García (2020), la observación directa es una herramienta clave en la identificación de problemas operacionales y oportunidades de mejora en los procesos industriales.

3.5.2 Flujo de procesos

Orden de producción muestreada: OP 15628 Fecha inicio: 17/07/2025 - 21/07/2025

Cajas de papel cartón microcorrugado:

- Producto caja de Hamburguesa
- Cantidad de cajas: 500,000
- Formato: dos cajas por pliego

1) Conversión

En base a la Orden de producción se solicita la materia prima necesaria para la conversión de bobina a pliego, se monta la bobina y se calibran los cortes a la medida pedida en la orden, se sacan pruebas y corroboran medidas, al final se embala pallet con stretch Film para pasar al siguiente proceso.

Personal por Máquina:

- Un operador.
- Un auxiliar.

Velocidad de máquina:

- **Corta:** 12,000 Pliegos/Hora.

Tiempo de preparación:

- **Montada de bobina:** 7 min.
- **Calibración de corte y medidas:** 15 min.

Tiempo de producción:

- **Pliegos / velocidad máquina**= $250,000/12,000 = 20$ horas y 50 minutos aprox.
- Se entregan pallets de 30,000 pliegos para que avance la OP en paralelo.

2) Impresión

Se recibe y revisa la materia prima, posterior se limpian tinteros y unidades impresoras para eliminar problemas de tonalidad, se cargan los tinteros con la tinta requerida para la OP, se sacan muestras para comparar tonalidad con el pliego patrón aprobada por el cliente y en caso de necesitar se reformulará la tinta, Se procede con la impresión de toda la orden y se entrega en pallet a calidad para su muestreo.

Personal por Máquina:

- Un operador.
- Un auxiliar de primera.
- Un auxiliar de segunda.

Velocidad de máquina:

- **Imprime:** 11,000 Pliegos/Hora.

Tiempo de preparación:

- **Limpieza y carga de tinta:** 25 min.
- **Calibración de tonalidad:** 10 min.

Tiempo de producción:

- **Pliegos / velocidad máquina**= $250,000/11,000 = 22$ horas con 43 minutos aprox.
- Se entregan pallets de 10,000 pliegos para que avance la OP en paralelo.

3) Troquelado

Se recibe el producto impreso, se toma un pliego para cuadrar el troquel y establecer los cortes que requiera la caja, se monta pallet de pliegos impresos en la pila de entrada, se saca una tirada de muestra para corroborar los cortes y se arma uno como muestra, al final se entrega en pallet para su revisión.

Personal por Máquina:

- Un operador.
- Un auxiliar.

Velocidad de máquina:

- **Troquela:** 6,500 Pliegos/Hora.

Tiempo de preparación:

- **Encuadre de troquel:** 30 min.
- **Muestra de armado:** 5 min

Tiempo de producción:

- **Pliegos / velocidad máquina**= $250,000/6,500 = 1 \text{ día, } 14 \text{ horas con } 27 \text{ minutos}$
aprox.
- Se entregan pallets de 10,000 pliegos para que avance la OP en paralelo.

4) Formadora de Cajas

Se revisa el refilado del plegable, en caso de necesitar se despica los cortes faltantes, se calibra la máquina según la medida y movimientos a realizar de las pinzas, se revisa gomeros y bandas, se saca muestra para revisión de estructura y funcionalidad. Durante el empaquetado en la caja se revisan por muestreo las cajas para asegurar la calidad que se entrega a bodega.

Personal por Máquina:

- Un operador.
- Un auxiliar.

Velocidad de máquina:

- **Formado:** 4,900 Cajas/Hora a una Vía. (FCS = 2,800 Y FCC= 2,100)

Tiempo de preparación:

- **Revisión de troquelado:** 10 min.
- **Calibración y revisión de gomeros:** 35 min.

Tiempo de producción:

- **Pliegos / velocidad máquina=** $500,000/4,900 = 4 \text{ días, } 6 \text{ horas y } 2 \text{ minutos}$ aprox.
- Se entregan pallets con estiba de 20 cajas a bodega como producto terminado para su almacenamiento, empaquetado y posteriormente sea despachado al cliente de acuerdo con sus indicaciones para recibir el lote.

El proceso de producción previamente explicado se presentó bajo condiciones ideales y no se consideran paradas de máquina por mantenimientos correctivos o por los múltiples motivos de paradas durante la producción, como serían por inconformidad en color de impresión en comparación con prueba patrón, De registro en el troquel, Exceso de goma en los pliegues del cartón, poco margen para corte en el pliego, entre otros.

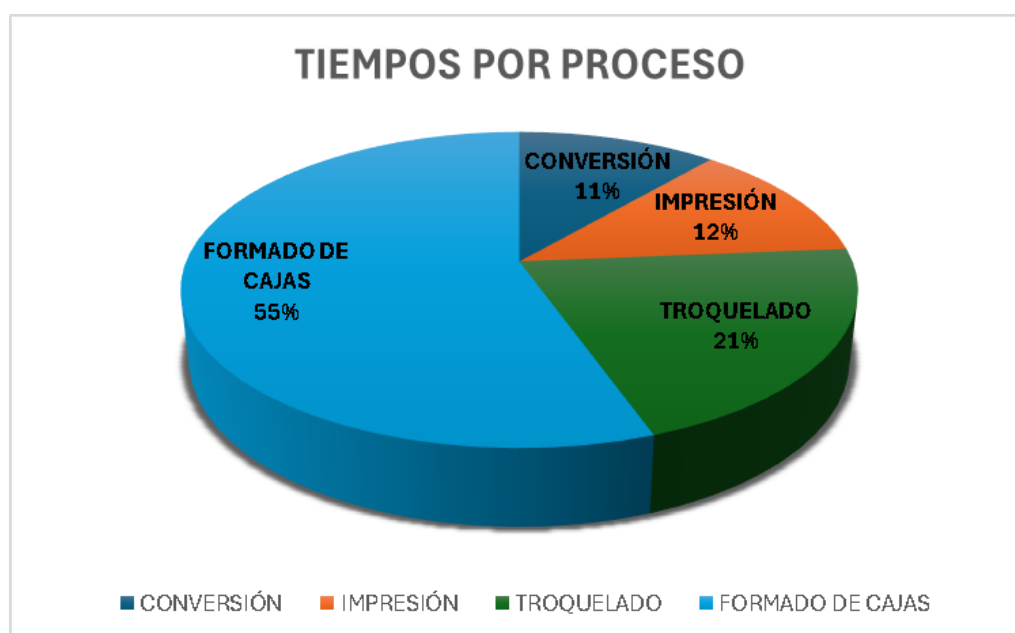
El proceso completo tarda aproximadamente 4 días. 6 horas y 2 minutos según las condiciones previamente mencionadas, y se observa mediante este desglose de tiempos que el cuello de botella se encuentra en el formado de cajas, ya que toma el 55% del tiempo total de producción dejando en claro que se requiere una mejora dentro del proceso, el cual solvente la baja capacidad de producción actual.

Tabla 3: Desglose de tiempos y porcentajes actuales

ACTUALIDAD		
PROCESO	TIEMPO EN HORAS	PORCENTAJE
CONVERSIÓN	20,833	11%
IMPRESIÓN	22,717	12%
TROQUELADO	38,450	21%
FORMADO DE CAJAS	102,033	55%
TOTAL HORAS:	184,033	100%

Fuente propia del autor

Figura 8: Representación de tipos por proceso



Fuente propia del autor

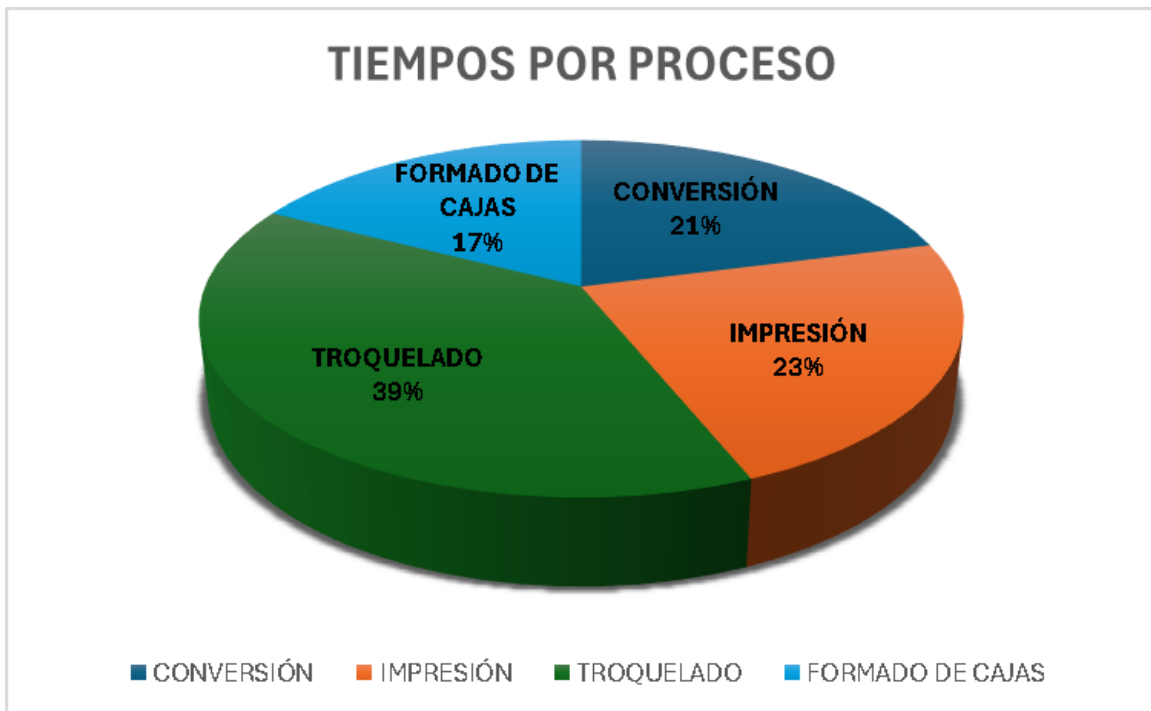
Mediante la implementación de la máquina “CE-PRO” al flujo productivo y trabajando a dos vías (24,000 cajas/hora), los tiempos de producción del proceso formado de cajas se reducirán en un 83,05%, brindando una eficiencia seis veces mayor en comparación con el proceso actual. reduciendo el tiempo que se tardaría en terminar este proceso en solo 17 horas con 18 minutos, tal como se observa en la tabla 2 y figura 7.

Tabla 4: Desglose de tiempos y porcentajes con la máquina “CE-PRO”

CON LA MÁQ "CE-PRO"		
PROCESO	TIEMPO EN HORAS	PORCENTAJE
CONVERSIÓN	20,833	21%
IMPRESIÓN	22,717	23%
TROQUELADO	38,450	39%
FORMADO DE CAJAS	17,301	17%
TOTAL HORAS:	99,301	100%

Fuente propia del autor

Figura 9: Representación de tiempos de procesos



Fuente propia del autor

En resumen, el resultado de este análisis de tiempos, donde se tomó como muestra una orden de producción recurrente con un volumen alto de cajas, demuestra que el 55% del tiempo de producción lo abarca el proceso de formado de cajas debido a su baja capacidad productiva, pero con la implementación de la máquina formadora de cajas “CE-PRO” al flujo productivo, se lograría reducir en un 54% el tiempo total actual de producción, aumentando en seis veces la eficiencia actual.

Capítulo IV

Análisis e interpretación de resultados de la investigación

El análisis de los resultados de este estudio se fundamenta en una evaluación técnica, económica y operativa acerca de la viabilidad de introducir una nueva máquina formadora de cajas en el área de litografía de una compañía de artes gráficas. La información recolectada mediante observación directa, análisis del flujo de procesos y entrevistas con el personal técnico, operarios y vendedores permitió detectar los principales obstáculos del sistema actual, así como las posibilidades de mejora que ofrece la incorporación de esta nueva tecnología.

Tras la recopilación de datos y el estudio de una orden de producción representativa (cajas de hamburguesa), se encontró que el proceso de formación de cajas es el más problemático, acumulando cerca de tres días de producción en condiciones óptimas, sin incluir los parones inesperados. Este punto crítico ocasiona retrasos en la cadena de producción, generando sobretiempos del 20% en relación con las ventas mensuales de este proceso, aumentando los gastos operativos y afectando de forma negativa la rentabilidad del área.

Además, el estudio del comportamiento del mercado, respaldado por datos del área comercial, indica un incremento proyectado del 15% anual en la demanda de cajas, lo que excede la capacidad de las máquinas actuales. Los plazos de entrega tienden a no cumplirse, la necesidad del trabajo manual y los recurrentes fallos en equipos antiguos han ocasionado descontento entre nuestros clientes al recibir su producto con problemas de calidad, resultando en retrasos en los pagos, gastos en reprocesos y daños a la imagen de la empresa.

La elección de la máquina "CE-PRO" se basa en criterios estratégicos: su capacidad de producción de hasta 24,000 cajas por hora a doble vía constituye un incremento notable en comparación con las 4,900 cajas por hora que producen los equipos actuales a nivel teórico, lo que se traduce en una mejora estimada del 83% en la eficiencia del proceso. Esta nueva capacidad permite satisfacer la demanda mensual prevista (2,570.000 cajas) en alrededor de 14 días de operación, otorgando a la empresa un margen operativo para adaptarse a cambios en el mercado, gestionar nuevos pedidos y reducir de manera significativa las horas extra y los tiempos muertos.

El cálculo del Retorno de Inversión (ROI), que se estima en 4 años, confirma la viabilidad económica del proyecto, ya que no solo facilita la recuperación de la inversión inicial, sino que también proyecta al menos 6 años adicionales de ganancias netas, teniendo en cuenta la vida útil esperada del equipo. Esto está en línea con los principios de sostenibilidad económica y eficiencia operativa que rigen el modelo de gestión de la empresa.

Por otro lado, el rediseño de la planta incluye mejoras en ergonomía, disminución de tiempos de espera, eliminación de reubicaciones innecesarias de materiales y un mayor control sobre la calidad del producto final. Esta reestructuración se justifica no solo por el nuevo equipo, sino también por los principios de mejora continua, seguridad y organización establecidos en normativas como ISO 9001 e ISO 45001.

Finalmente, la combinación de diferentes métodos (observación, registro de tiempos y análisis de documentos) junto con el empleo de herramientas como el diagrama de problemas y el análisis DAFO, refuerzan la credibilidad del estudio al detectar las raíces estructurales del problema y ofrecer soluciones completas. La adquisición de la máquina "CE-PRO" no solo satisface una necesidad a corto plazo, sino que coloca a la

empresa en una mejor posición para abordar los desafíos futuros del mercado con una perspectiva tecnológica, competitiva y sostenible.

4.2 Árbol de problemas

Se presenta un esquema de "árbol de problemas", una herramienta pensada para entender a fondo cualquier situación problemática. Su objetivo principal es desglosar el problema central, exponiendo tanto sus raíces causales como las consecuencias que desencadena. Esta representación visual ayuda a diseñar estrategias e intervenciones más efectivas, enfocándose no solo en lo superficial, sino también en las causas subyacentes del problema, tal como se observa en la figura 8 clasificando las causas y efectos.

Problema central:

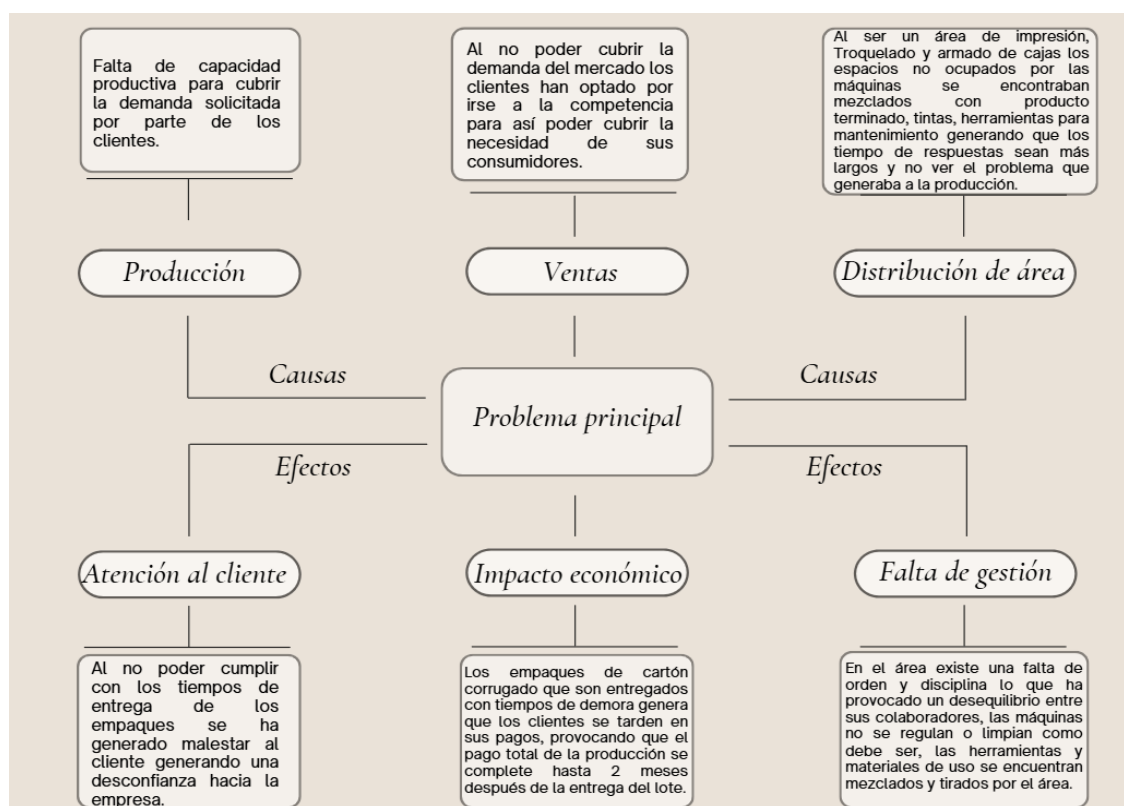
Causas:

- **Producción:** Falta de capacidad productiva para cubrir la demanda solicitada por parte de los clientes a tiempo y sin generar sobretiempos excesivos.
- **Ventas:** Al no poder cubrir la demanda del mercado a tiempo los clientes han optado por irse a la competencia para así poder cubrir el producto que necesita.
- **Distribución del área:** Al ser un área de impresión, Troquelado y armado de cajas los espacios no ocupados por las máquinas se encontraban mezclados con producto terminado, tintas, herramientas para mantenimiento generando que los tiempo de respuestas sean más largos y no ver el problema que generaba a la producción.

Efectos:

- **Atención al cliente:** Al no poder cumplir con los tiempos de entrega de los empaques se ha generado malestar al cliente generando una desconfianza hacia la empresa.
- **Impacto económico:** Los empaques de cartón corrugado que son entregados con tiempos de demora genera que los clientes se tarden en sus pagos, provocando que el pago total de la producción se complete hasta 2 meses después de la entrega del lote.
- **Falta de gestión:** En el área existe una falta de orden y disciplina lo que ha provocado un desequilibrio entre sus colaboradores, las máquinas no se regulan o limpian adecuadamente, las herramientas y materiales se encuentran mezclados.

Figura 10: Gráfica del árbol de problemas



Nota, Fuente propia del autor

4.3 Matriz DAFO

Fortalezas:

- **Trabajo en equipo:** Al existir una carga de trabajo excesiva cuando se le solicita ayuda al personal del área todos colaboran para poder darle salida a la necesidad de la empresa, generando una buena imagen para el cliente interno y externo.
- **Solución de problemas:** Al generarse un problema como reclamos, devoluciones, variación de medidas o impresión el personal del área se reúne y evalúan rápidamente una solución eficaz para el cliente dando una respuesta rápida tanto al cliente externo como interno.

Debilidades:

- **Máquinas antiguas:** Al ser una empresa con más de 50 años de experiencia en el mercado, el mantenimiento y calibración en las máquinas es más seguido debido al riesgo de daño en una pieza, actualmente se le complica a la empresa encontrar los repuestos por sus características “especiales”.
- **Falta de comunicación entre las áreas:** En el área de litografías los compañeros se comunican los requerimientos solicitados en el sistema sin embargo no es igual con las áreas, suelen existir requerimientos especiales de los clientes que no son mencionados en el sistema y lo comunican cuando ya se está corriendo el pedido generando pérdidas de tiempo y materia prima.

Oportunidades:

- **Mejora de eficiencia:** Al realizar la implementación de la nueva máquina formadora de cajas la producción mejorará debido a la cantidad extra de material que se podrá trabajar.
- **Ampliación de mercado:** La capacidad de producir nuevos productos en menor cantidad de tiempo permitirá que la empresa pueda ampliarse al mercado, mejorando sus tiempos de respuesta y producción de cajas solicitadas.

Amenazas:

- **Máquinas Modernas:** La nueva tecnología empleada por la competencia les genera una ventaja competitiva para la producción y acabado de la caja, demostrando una mayor calidad de imprenta con más brillo en la imagen sin la necesidad de papeles especiales.
- **Precios bajos de la competencia:** Utilizan papeles más pesados en el interior del cartón y ofreciendo al mismo precio, dando una textura de mayor rigidez que los nuestros generando una duda en los clientes si los nuestros en verdad soportan el producto y transporte.

Estrategias:

- **Análisis de papeles:** Realizar un análisis de los papeles existentes y test que se ofrecen a los clientes para poder bajarle el corrugado medio asegurando la resistencia que debe soportar la caja y bajando precios.
- **Respuesta rápida:** El promedio de tiempo de producción y entrega de pedidos en la competencia se encuentra entre 2 a 3 semanas, la gestión en ventas, producción y despachos hace posible realizarlo entre 1 y 2 semanas la entrega del lote.

Matriz DAFO

Tabla 5: Representación matriz DAFO

DEBILIDADES ● Máquinas antiguas: El mantenimiento y calibración en las máquinas es más seguido debido al riesgo de daño, actualmente se le complica a la empresa encontrar los repuestos. ● Falta de comunicación entre las áreas: En el área de litografías se comunican los requerimientos del cliente sin embargo existen requerimientos especiales que no son mencionados o comunicados.	AMENAZAS ● Máquinas Modernas: La nueva tecnología empleada por la competencia les genera una ventaja competitiva para la producción y acabado de la caja, demostrando una mejor respuesta en tiempos. ● Precios bajos de la competencia: Utilizan papeles más pesados en el interior del cartón y ofreciendo al mismo precio, dando una textura de mayor rigidez generando una duda en los clientes sobre los papeles que se ofrecen.
TABLA DAFO	ESTRATEGIAS ● Análisis de papeles: Realizar un análisis de los papeles existentes y test que se ofrecen a los clientes para poder bajarle el corrugado medio asegurando la resistencia que debe soportar la caja y bajando precios.

	● Respuesta rápida: El promedio de tiempo de producción y entrega de pedidos en la competencia se encuentra entre 2 a 3 semanas, la gestión en ventas, producción y despachos hace posible realizarlo entre 1 y 2 semanas la entrega del lote.
FORTALEZAS ● Trabajo en equipo: Al existir una carga de trabajo excesiva se solicita ayuda a todo personal del área para poder darle salida a la necesidad de la empresa. ● Solución de problemas: Al generarse un problema el personal del área se reúnen y evalúan rápidamente una solución eficaz.	OPORTUNIDADES ● Mejora de eficiencia: Al realizar la implementación de la nueva máquina formadora de cajas la producción mejorará debido a la cantidad extra de material que se podrá trabajar. ● Ampliación de mercado: La capacidad de producir nuevos productos en menor cantidad de tiempo permitirá que la empresa pueda ampliarse al mercado, mejorando sus tiempos de respuesta y producción de cajas solicitadas.

Nota, Fuente propia del autor

Capítulo V

Propuesta

5.1 Matriz IGO

La matriz IGO ayuda a organizar las debilidades que se han encontrado, relacionándolas con oportunidades estratégicas y sugiriendo acciones específicas destinadas a mejorar el sistema de producción. Este método simplifica la detección priorizada de intervenciones, al mismo tiempo que ajusta los recursos disponibles a los objetivos técnicos, comerciales y operativos de la empresa, tal como se observa en la tabla 4.

En este marco, se han clasificado los principales inconvenientes que están impactando la producción actual (como la baja capacidad, la antigüedad de los equipos, la falta de coordinación entre áreas y los elevados costos operativos) y se han comparado con las oportunidades de mejora (como la automatización, la expansión del mercado, la modernización tecnológica y el rediseño del área de litografías). De este modo, cada inconveniente reconocido da origen a una acción que se alinea con un objetivo estratégico, lo que permite crear un plan claro para implementar la nueva máquina formadora de cajas y otras mejoras complementarias.

La aplicación de la matriz IGO en esta propuesta se considera una herramienta esencial para asegurar la alineación entre el diagnóstico y la intervención, ofreciendo un fundamento metodológico a las decisiones realizadas y apoyando el fortalecimiento del modelo de gestión operativa en el campo de la litografía.

Tabla 6: Representación de matriz IGO

Identificación del problema	Generación de iniciativas	Oportunidad estratégica	Recomendaciones
Falta de capacidad productiva.	Automatizar el formado de cajas.	Aumento de la demanda del mercado.	Adquirir la máquina CE-PRO y rediseño del área.
Paradas innecesarias	Rediseño de planta para mejorar tiempos.	Reducción de gastos operativos y mejora en eficiencia.	Mejorar los desplazamientos bajando tiempos muertos.
Retrasos en entregas de lotes a clientes	Controles de calidad mejorando empaques.	Refuerzo de atención al cliente.	Rediseño del área para mejorar los desplazamientos y tiempos de producción.
Antigüedad en equipos	Sustitución tecnológica de acuerdo a los nuevos estándares.	Modernización de planta y mejora competitiva.	Mejorar la producción con la nueva máquina CE-PRO

Fuente propia del autor

5.2 Estrategias y propuestas

En base a todo lo mencionado en el presente estudio se han mencionado diferentes metodologías que han demostrado la factibilidad de la adquisición de una nueva máquina formadora de cajas a nivel técnico, económico y operativo, dejando en datos la mejora de eficiencia en comparación con las máquinas actuales, Incremento de capacidad productiva, reducción de costos operativos y ahorros en sobretiempos.

Como estrategias para proteger la inversión y optimizar el flujo de proceso se plantean los siguientes puntos:

5.2.1 Modalidad de trabajo cuatro por tres (Propuesta)

Esta modalidad consiste en armar tres grupos o tripulación de trabajo para ampliar mi capacidad de producción sin aumentar mi sobretiempo, trabajado 12 horas cuatro días seguidos lo que dará como resultado 48 horas a la semana siendo esto 6 horas de sobretiempo, 40 horas de trabajo con recargos nocturnos si aplican y 2 horas menos por alimentación y descanso.

Implementar esta modalidad expandirá de manera considerable la cantidad de cajas que se pueden hacer por día y a su vez nos daría un mayor margen para aumentar la cartera de clientes y vender capacidad no tiempo. Se plantea de la siguiente manera:

Figura 11: Modalidad de turnos propuesta

MÁQUINA "CE PRO"							
DIAS / TURNO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
DIA	1	1	2	2	2	2	
NOCHE	3	3	3	3	1	1	
EXPLICACIÓN HORARIOS DE TRABAJO MODALIDAD CUATRO POR TRES:							
GRUPO 1:	LUNES Y MARTES DE 08:00 AM A 20:00 PM VIERNES Y SABADO AMANECER DOMINGO DE 20:00 PM A 08:00 AM						
GRUPO 2:	MIERCOLES, JUEVES, VIERNES Y SABADO DE 08:00 AM A 20:00 PM						
GRUPO 3:	LUNES MARTES, MIERCOLES Y JUEVES DE 20:00 PM A 08:00 AM						

Fuente propia del autor

Esta forma de trabajo consiste en armar tres grupos de dos personas (un operador y su auxiliar) y tiene como objetivo barrer con toda la producción atrasada y reducir sobretiempos, a su vez favorece al trabajador dándole más tiempo de descanso y generando mayor eficiencia en comparación con el modelo actual de tiempos de seis días a la semana con turno rotativo, tal como se observa en la figura 9.

Sobretiempo o Horas Suplementarias

Es aquel tiempo laboral fuera de la jornada ordinaria con excepción de las horas al 25% y se calculan en función de la franja horaria donde se aplique, según el código de trabajo del Ecuador en el artículo 49 y 55 se regulan de la siguiente manera:

Horas al 25%: Son aquellas horas que se reciben en horario laboral nocturno ordinario, que parten desde las 19:00 PM hasta las 06:00 AM del día siguiente y se cargan un 25% más según el costo hora de la persona.

Horas extra al 50%: Abarcan la franja de 06:00 AM a 00 AM y se recarga el 50% extra de la hora ordinaria.

Horas extra al 100%: Solo se pagan cuando se trabaja los fines de semana y feriados fuera de las 40 horas semanales pactadas con el empleador

En este caso el operador de la máquina tiene un salario de \$580 y se calcula sobre las 160 horas pactadas con el empleador por mes, donde su costo/hora equivale a \$3,625, en cambio el auxiliar tiene un ingreso de \$480 lo que representa \$3 la hora laboral.

Cálculo de sobretiempo (Operador de Máquina)

$$\text{Al } 25\% = \$3,625 * 1.25 = \$4,53$$

$$\text{Al } 50\% = \$3,625 * 1,5 = \$5,44$$

$$\text{Al } 100\% = \$3,625 * 2 = \$7,25$$

Cálculo de sobretiempo (Auxiliar de máquina)

$$\text{Al } 25\% = \$3 * 1.25 = \$3,75$$

$$\text{Al } 50\% = \$3 * 1,5 = \$4,50$$

$$\text{Al } 100\% = \$3 * 2 = \$6$$

Comparativa en generación de sobretiempo:

Para este estudio se tomará como ejemplo la semana del 14/07/2025 - 20/07/2025 en el área de litografía - máquina formadora de cajas - FCS - Muestra: Operador de máquina y su auxiliar, turno de día y noche modalidad de sobretiempo actual Vs propuesta modalidad 4 x 3.

Modalidad actual:

Figura 12: Sobretiempo diurno operador

SOBRETIEMPO MODALIDAD DE TURNO ACTUAL DIURNO - OPERADOR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$19,04
15/7/2025	MARTES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$19,04
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$19,04
17/7/2025	JUEVES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,00	0,00	\$16,32
18/7/2025	VIERNES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,50	0,00	\$2,72
19/7/2025	SÁBADO	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,00	8,00	\$58,00
20/7/2025	DOMINGO	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,00	5,5	\$39,88
7 DIAS	TOTAL:	27,5 HORAS SOBRETIEMPO	0	14	13,50	\$ 174,04

Fuente propia del autor

Figura 13: Sobretiempo diurno auxiliar

SOBRETIEMPO MODALIDAD DE TURNO ACTUAL DIURNO - AUXILIAR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$15,75
15/7/2025	MARTES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$15,75
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,50	0,00	\$15,75
17/7/2025	JUEVES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	3,00	0,00	\$13,50
18/7/2025	VIERNES	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,50	0,00	\$2,25
19/7/2025	SÁBADO	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,00	8,00	\$48,00
20/7/2025	DOMINGO	DE DIA 08:00 AM - 16:30 PM	0,00	0,00	5,5	\$33,00
7 DIAS	TOTAL:	27,5 HORAS SOBRETIEMPO	0	14	13,50	\$144,00

Fuente propia del autor

Figura 14: Sobretiempo nocturno operador

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO ACTUAL NOCTURNO - OPERADOR						
FECHA	DÍAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,00	\$54,37
15/7/2025	MARTES	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$58,00
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$58,00
17/7/2025	JUEVES	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$58,00
18/7/2025	VIERNES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	0,00	3,00	\$57,99
19/7/2025	SÁBADO	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	0,00	0,00	9,50	\$68,88
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DÍAS	TOTAL:	66 HORAS SOBRETIEMPLO	40	8	18,00	\$ 355,22

Fuente propia del autor

Figura 15: Sobretiempo nocturno auxiliar

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO ACTUAL NOCTURNO - AUXILIAR						
FECHA	DÍAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,00	\$45,00
15/7/2025	MARTES	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$48,00
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$48,00
17/7/2025	JUEVES	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	8,00	2,00	1,50	\$48,00
18/7/2025	VIERNES	DE NOCHE 20:00 PM - 04:30 AM	8,00	0,00	3,00	\$48,00
19/7/2025	SÁBADO	DE NOCHE 20:00 AM - 04:30 AM	0,00	0,00	9,50	\$57,00
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DÍAS	TOTAL:	66 HORAS SOBRETIEMPLO	40	8	18,00	\$ 294,00

Fuente propia del autor

En base de la figura 11 a la figura 14, donde se muestra la modalidad actual de trabajo en el horario diurno y nocturno se generaron en total 27,5 y 66 horas respectivamente por turno, dando un total de 187 horas de sobretiempo por los dos operadores y sus auxiliares, lo cual representa un costo de \$967,26 por dos turnos de cuatro personas para la empresa objeto de estudio. Durante esta semana tomada como muestra se observaron múltiples desviaciones de producción que repercutieron en un aumento considerable de horas extras debido a problemas mecánicos-eléctricos de las máquinas y operativos, dando como resultado la extensión del horario laboral.

Uno de los principales problemas que presenta esta forma de trabajo es laborar sin casi descanso por semana, lo que conlleva al desgaste de energía, motivación e interés por parte de los operadores también conocido como “Burnout”, esto trae consigo problemas de eficiencia en la producción, mayor probabilidad de rechazos por calidad y reprocesos innecesarios. Para lo cual se plantea la siguiente modalidad de sobretiempo que beneficiará a los operadores y a la empresa, reduciendo el costo por extensión de horario laboral, aumentando el descanso y eficiencia de los trabajadores :

Modalidad propuesta:

Para la implementación de esta modalidad 4x3 se requiere de un acuerdo mutuo entre el empleador y el trabajador, debido a que se reducirá el ingreso por sobretiempo beneficiando a la empresa y ampliando la jornada laboral a doce horas diarias por cuatro días a la semana, para lo cual se necesita una revisión al salario y llegar a un punto que favorezca a ambas partes.

Por motivos del estudio se aumentará en un 10% el salario del operador pasando de \$580 a \$640 y del auxiliar de \$480 a \$530 siendo esto un incremento del 9,43%.

Cálculo de sobretiempo (Operador de Máquina)

$$\text{Al } 25\% = \$4 * 1.25 = \$5$$

$$\text{Al } 50\% = \$4 * 1,5 = \$6$$

$$\text{Al } 100\% = \$4 * 2 = \$8$$

Cálculo de sobretiempo (Auxiliar de máquina)

$$\text{Al } 25\% = \$3,3125 * 1.25 = \$4,14$$

$$\text{Al } 50\% = \$3,3125 * 1,5 = \$4,97$$

$$\text{Al } 100\% = \$3,3125 * 2 = \$6,63$$

Figura 16: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 1

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 1 - OPERADOR						
FECHA	DÍAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE DÍA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
15/7/2025	MARTES	DE DÍA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
16/7/2025	MIÉRCOLES	DESCANSO				
17/7/2025	JUEVES	DESCANSO				
18/7/2025	VIERNES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
19/7/2025	SÁBADO	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DÍAS	TOTAL:	26 HORAS DE SOBRETIEMPLO	20	6	0	\$ 136,00

Fuente propia del autor

Figura 17: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar - Grupo 1

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 1 - AUXILIAR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
15/7/2025	MARTES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
16/7/2025	MIÉRCOLES	DESCANSO				
17/7/2025	JUEVES	DESCANSO				
18/7/2025	VIERNES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
19/7/2025	SÁBADO	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DIAS	TOTAL:	26 HORAS DE SOBRETIEMPLO	20	6	0	\$ 112,63

Fuente propia del autor

Figura 18: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 2

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 2 - OPERADOR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DESCANSO				
15/7/2025	MARTES	DESCANSO				
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
17/7/2025	JUEVES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
18/7/2025	VIERNES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
19/7/2025	SÁBADO	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 9,00
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DIAS	TOTAL:	6 HORAS DE SOBRETIEMPLO	0	6	0	\$ 36,00

Fuente propia del autor

Figura 19: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar- Grupo 2

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 2 - AUXILIAR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES			DESCANSO		
15/7/2025	MARTES			DESCANSO		
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
17/7/2025	JUEVES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
18/7/2025	VIERNES	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
19/7/2025	SÁBADO	DE DIA 08:00 AM - 20:00 PM	0	1,5	0	\$ 7,45
20/7/2025	DOMINGO			DESCANSO		
7 DIAS	TOTAL:	6 HORAS DE SOBRETIEMPLO	0	6	0	\$ 29,81

Fuente propia del autor

Figura 20: Propuesta turno 4 x 3 operador - Grupo 3

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 3 - OPERADOR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
15/7/2025	MARTES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
17/7/2025	JUEVES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 59,00
18/7/2025	VIERNES			DESCANSO		
19/7/2025	SÁBADO			DESCANSO		
20/7/2025	DOMINGO			DESCANSO		
7 DIAS	TOTAL:	46 HORAS DE SOBRETIEMPLO	40	6	0	\$ 236,00

Figura 21: Propuesta turno 4 x 3 auxiliar - Grupo 3

SOBRETIEMPLO MODALIDAD DE TURNO 4X3 (PROPUESTA) - GRUPO 3 - AUXILIAR						
FECHA	DIAS	HORARIO	HORAS AL 25%	HORAS AL 50%	HORAS AL 100%	MONTO GANADO
14/7/2025	LUNES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
15/7/2025	MARTES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
16/7/2025	MIÉRCOLES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
17/7/2025	JUEVES	DE NOCHE 20:00 - 08:00 AM	10	1,5	0	\$ 48,86
18/7/2025	VIERNES	DESCANSO				
19/7/2025	SÁBADO	DESCANSO				
20/7/2025	DOMINGO	DESCANSO				
7 DIAS	TOTAL:	46 HORAS DE SOBRETIEMPLO	40	6	0	\$ 195,44

Fuente propia del autor

Mediante esta simulación del sobretiempo con la implementación del nuevo sistema cuatro por tres según las figuras 15 a la 19 dando como resultado lo siguiente:

El sobretiempo total en una semana pasa de 187 horas a 160 lo cual reduce significativamente el costo para la empresa pasando de \$967,26 a \$745,88 siendo esto una reducción del 23%, sin extender los horarios laborales y con el beneficio de expandir nuestra capacidad productiva de lunes a sábado amanecer domingo.

5.2.2 Plan de mantenimiento preventivo por periodos de tiempo

Son las actividades que se enfocan en mantener en correcto funcionamiento las máquinas, mediante actividades como limpieza y lubricación del equipo entero que evitan daños durante producción, son realizadas por personal técnico y se programan previamente con el planificador. En este estudio se propone un plan de mantenimiento por periodos de tiempo para las máquinas formadoras de caja, y se plantea de la siguiente manera:

Figura 22: Plan de mantenimiento preventivo.

DIARIO
Limpiar residuos de adhesivo, cartón y polvo en zona de formado y pegado
Verificar funcionamiento de sensores y finales de carrera
Inspeccionar visualmente rodillos, cadenas, guías y correas
Lubricar ligeramente los ejes, guías laterales y bisagras (si aplica)
Revisar niveles de adhesivo y funcionamiento del sistema de pegado
Limpiar superficie externa de la máquina y alrededores
TIEMPO ESTIMADO = 2 HORAS
SEMANAL
Lubricar rodillos de presión, cadenas de arrastre y guías de alimentación
Verificar presión y alineación de los sistemas de formado y doblado
Revisar desgaste en rodillos y correas; ajustar tensión si es necesario
Limpiar filtros del sistema neumático
Inspeccionar el sistema de aplicación de pegamento y boquillas
TIEMPO ESTIMADO = 4 HORAS
MENSUAL
Revisar y ajustar tensión de cadenas, correas y engranajes
Verificar nivel y calidad del adhesivo; limpiar sistema de alimentación
Inspeccionar estado de motores, reductores y conexiones eléctricas
Limpiar sensores fotoeléctricos y ópticos
Revisar estado y presión del sistema neumático: válvulas, mangueras y cilindros
TIEMPO ESTIMADO = 6 HORAS

TRIMESTRAL
Cambio de aceite o engrase profundo en reductores y cajas de transmisión
Desmontar y limpiar sistema de arrastre y formado completamente
Verificar paralelismo y ajuste de la estación de formado
Revisar precisión de doblado, centrado y presión de formado
Inspección general de estructura, bases y sujeciones de la máquina
TIEMPO ESTIMADO = 12 HORAS

Fuente propia del autor

Este cuadro de mantenimiento fue creado en base a lo recomendado por los manuales de la máquina para mantener en buen estado el funcionamiento y ampliar la vida útil, En dicho manual se menciona las piezas con mayor desgaste y que requieren un cambio cada cierto tiempo, como, por ejemplo: Rodamientos especiales, Gomeros, Mangueras del sistema neumático, entre otros

Partiendo de lo diario se enfocan en mantenimientos llevados a cabo por los operadores de la máquina como actividades diarias previo al arranque de producción que consisten en limpieza y lubricación, con el objetivo de reducir la probabilidad de una parada durante la actividad productiva y mejorando la eficiencia a nivel mecánico.

Los mantenimientos semanales, mensuales y trimestrales serán realizados por el personal de mantenimiento en base a los manuales y se programan con producción para no interrumpir el flujo de trabajo, en dichos trabajos se inspeccionará cada parte de la máquina desde lo mecánico como por ejemplo rodamientos, freno, balancín, gomero, cajas reductoras; Hasta lo eléctrico como Sensores fotoeléctricos y ópticos, motores, panel eléctrico. Este plan tiene como fin prevenir una interrupción dentro de la producción que ocasione retrasos en las entregas al cliente.

5.2.3 Rediseño de planta

Como propuesta para la adquisición de una nueva máquina formadora de cajas, se plantea el rediseño del área de litografías para optimizar los flujos de trabajo, reducir los tiempos muertos y mejorar la eficiencia de la producción.

La implementación de esta tecnología requiere, no solo de la incorporación de la nueva maquinaria, sino también de un rediseño en la disposición de las máquinas y recursos dentro de la planta. Un layout adecuado puede mejorar significativamente el flujo de materiales y el tiempo de respuesta, permitiendo una mayor eficiencia en la producción (Jain et al., 2019). Este rediseño también implica la gestión precisa de los recursos y una coordinación efectiva entre las distintas etapas de la producción. Además, es fundamental que la reestructuración considere aspectos como el confort y la protección al operar las máquinas, con el fin de evitar riesgos y asegurar un entorno de trabajo adecuado. (Williams & Smith, 2020).

La automatización del proceso de formación de cajas en una industria litográfica no es solo una cuestión de modernización tecnológica, sino una necesidad estratégica para enfrentar los retos de un mercado competitivo. La implementación de una máquina formadora de cajas puede ser la clave para resolver los problemas actuales de tiempo y calidad, permitiendo a la empresa adaptarse a las demandas del mercado y asegurar su crecimiento a largo plazo.

Capítulo VI

Conclusiones

Este estudio ha permitido evidenciar, a través de un análisis completo en términos técnicos, económicos y operativos, la viabilidad de instalar una máquina para la formación de cajas de papel microcorrugado en el área de litografía de una empresa de artes gráficas situada en Durán, Ecuador. Desde el reconocimiento del problema principal la limitada capacidad productiva de las máquinas actuales ante el creciente aumento de la demanda del mercado hasta la propuesta específica para adquirir la máquina “CE-PRO” y su integración en un rediseño de planta, se abordó cada objetivo para brindar un estudio completo y que facilite la decisión de la empresa objeto de estudio.

En primer lugar, se puso de manifiesto que el proceso de producción de cajas, utilizando el sistema actual que incluye dos máquinas con más de 20 años de antigüedad, está generando un importante cuello de botella dentro del ciclo de producción. A pesar de los intentos del personal técnico y operativo por mantener la producción mediante largas jornadas laborales y ajustes constantes en las máquinas, las horas extras se han vuelto una constante que, en lugar de representar una solución viable, ha ocasionado un incremento en los costos, desgaste del personal y una disminución en la competitividad frente a otras compañías del sector. Esto ha quedado demostrado a partir del estudio de una orden de producción que abarcaba 500,000 cajas, donde el proceso de formación de cajas representó más del 55% del tiempo total dedicado a la producción.

La proyección de un aumento del 15% anual en la demanda de cajas, estimada por el departamento de ventas, agrava aún más esta situación. La incapacidad para satisfacer pedidos adicionales debido a la falta de capacidad productiva limita el crecimiento del negocio, poniendo en peligro la lealtad de los clientes actuales, quienes podrían recurrir a proveedores más eficientes ante retrasos o incumplimientos programados. Este panorama justifica plenamente la necesidad de una solución tecnológica que no sólo eleve la producción, sino que también asegure calidad, eficiencia y flexibilidad.

En este escenario, se investigaron tres opciones de maquinaria, destacando la opción suiza “CE-PRO” como la más adecuada. Esta elección se basó en criterios previamente definidos, como la capacidad de producción, facilidad de uso, disponibilidad de moldes, condiciones de pago razonables, capacitación técnica y tiempos de entrega. Aunque otras opciones ofrecieron mayor velocidad, como la “ULTRA RAPID FORM”, su elevado coste y complejidad operativa estaban fuera del alcance financiero. Por lo tanto, la “CE-PRO” se presentó como un balance ideal entre rendimiento, inversión y funcionalidad.

Desde una perspectiva económica, el análisis del Retorno de Inversión (ROI) estimó que la máquina se amortizará en un plazo de cuatro años, dejando un margen de al menos seis años de ganancia neta, considerando una vida útil mínima de diez años con un plan de mantenimiento preventivo riguroso. Este dato es fundamental, ya que valida la sostenibilidad financiera del proyecto y brinda seguridad a la empresa respecto a la recuperación de su inversión.

En lo operativo, la propuesta de rediseño de planta no solo busca adecuar el espacio físico para la instalación de la nueva máquina, sino que además busca optimizar los desplazamientos del personal, reducir tiempos muertos y asegurar una integración

eficiente del nuevo equipo al flujo de producción. El rediseño está fundamentado en principios de ergonomía, seguridad industrial y cumplimiento normativo (ISO 9001 e ISO 45001), lo que convierte esta mejora en una intervención completa.

De igual manera, se desarrollaron estrategias complementarias como la modalidad de turnos cuatro por tres, el plan de mantenimiento preventivo por periodos definidos y la capacitación especializada para los operadores. Estas medidas no solo apuntan a maximizar el rendimiento de la nueva maquinaria, sino que fortalecen la cultura organizacional basada en la mejora continua, el aprendizaje técnico y la proactividad.

Los resultados obtenidos a través de simulaciones teóricas y el desglose de tiempos de producción muestran que, con la nueva máquina, la demanda mensual de cajas (estimada en 2. 570. 000 unidades) podría cumplirse en tan solo 14 días operativos, liberando la planta para asumir nuevos pedidos y permitiendo una planificación mucho más flexible y competitiva. Asimismo, la reducción del tiempo de formación de cajas en más del 80% y la disminución del costo operativo evidencian una mejora significativa en la eficiencia global del sistema productivo.

A nivel metodológico, el uso de herramientas como la matriz DAFO, el árbol de problemas, la matriz IGO y el análisis costo-beneficio aportaron un marco estructurado para el diagnóstico y la formulación de soluciones. Este acercamiento permitió no solo evidenciar los problemas visibles, sino también sus causas y efectos hacia las áreas como ventas, atención al cliente y producción. La propuesta final, por tanto, no responde a una solución aislada, sino a una estrategia de mejora que abarca a la línea de abastecimiento de principio a fin.

Desde un enfoque teórico, este estudio contribuye al campo de la ingeniería industrial y la gestión de operaciones al ofrecer un ejemplo específico de cómo la actualización tecnológica puede tener un efecto favorable en la producción, la calidad del producto y la satisfacción de los clientes. Al mismo tiempo, se convierte en un modelo que puede ser replicado por otras empresas del sector gráfico o similares que enfrentan desafíos afines y que busquen alternativas factibles y sostenibles.

Finalmente, es importante señalar que este estudio va más allá de la compra de una maquinaria para el área de litografías. Representa un compromiso con la mejora de procesos, la modernización tecnológica y el aumento de la competitividad de una compañía con más de un siglo de experiencia. La incorporación de la máquina formadora de cajas “CE-PRO” no solo atenderá los inconvenientes actuales, sino que también brindará nuevas posibilidades para el crecimiento, la innovación y la consolidación en el mercado.

En resumen, la tesis ha logrado los objetivos establecidos, demostrando que la integración de la nueva máquina es viable tanto desde el punto de vista técnico como económico y operativo, y que su implementación permitirá a la empresa enfrentar los retos del presente y del futuro con una base más sólida, eficaz y enfocada en la excelencia productiva.

Bibliografía

- **Brandvoice Contenido. (2024). La Industria Cartonera Ecuatoriana (ICE) va hacia la vanguardia tecnológica y la mejor experiencia de compra del mercado. Forbes Ecuador.**
<https://www.forbes.com.ec/brandvoice/industria-cartonera-ecuatoriana-ice-v-a-vanguardia-tecnologica-mejor-experiencia-compra-mercado-n51020>
- **Alfredo, z. S. (2019). Mejorar los procesos en el área de corrugado para disminuir los desperdicios en la empresa cartones del pacifico s.a. Lima, Perú: Universidad inca Garcilaso de la Vega.**
- **Bustos, e. A. (enero de 2016). Estudio de factibilidad técnica y económica en la implementación de máquinas herramientas de mayor capacidad en maestranza “maef” . Chile, Chile: Universidad Andrés Bello.**
- **Escobedo, l. D., picón, d. L., gonzález, d. L., olguín, d. I. (22 de octubre de 2021). Mejora del desempeño de un proceso de manufactura de cajas de cartón para empaque y distribución. Hidalgo, México: artículos del congreso internacional de investigación academia journals Hidalgo 2021.**
- **Marcucci, X. R. (Mayo de 2018). Estudio de factibilidad para la implementación de maquinaria para el empaque primario . Guatemala, Guatemala: Universidad Galileo.**
- **Negocios, E. (2024, marzo 12). Especial papel y cartón. Ekos Negocios.**
<https://ekosnegocios.com/articulo/especial-papel-y-carton>

- **López, F., & García, A. (2020). Metodologías de diagnóstico y mejora continua en procesos industriales. Revista Internacional de Ingeniería de Producción, 15(4), 1-11.**
- **Ramírez, E., & Mendoza, J. (2021). Evaluación técnica y económica de inversiones en tecnología industrial. Journal of Industrial Engineering and Management, 14(2), 89-103.**
- **Certifications, P. (22 de FEBRERO de 2024). PACIFIC CERT. Obtenido de <https://blog.pacificcert.com/iso-certification-for-packaging-services-companies-and-iso-applicable-standards/#:~:text=Las%20certificaciones%20ISO%20son%20fundamentales,con%20support@pacificcert.com%20.>**
- **España, F. (2025). FSC ESPAÑA. Obtenido de <https://es.fsc.org/es-es/visibilidad-fsc/etiquetas-fsc>**
- **Garcia, G. (27 de ENERO de 2023). THE FOOD TECH. Obtenido de <https://thefoodtech.com/normatividad-y-certificaciones/fssc-22000-asi-aplica-para-envases-de-alimentos/#:~:text=La%20certificaci%C3%B3n%20FSSC%2022000%20tiene,la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20envases%20alimentarios.>**
- **Tapia, E. (17 de mayo de 2025). PRIMICIAS. Obtenido de <https://www.primicias.ec/economia/sectores-economicos-crecimiento-ventas-primer-trimestre-96468/>**
- **Tapia, E. (26 de FEBRERO de 2025). PRIMICIAS. Obtenido de <https://www.primicias.ec/economia/ventas-industrias-manufacturas-caida-crisis-cortes-luz-recesion-90655/>**

- **Icontec. (26 de junio de 2020). ICONTEC. Obtenido de [https://www.icontec.org/eval-conformidad/certificacion-ntc-iso-450012018-sg-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/#:~:text=La%20certificaci%C3%B3n%20con%20la%20norma%20ISO%2045001:%202018%20ayuda%20a,en%20el%20trabajo%20\(SST\).](https://www.icontec.org/eval-conformidad/certificacion-ntc-iso-450012018-sg-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/#:~:text=La%20certificaci%C3%B3n%20con%20la%20norma%20ISO%2045001:%202018%20ayuda%20a,en%20el%20trabajo%20(SST).)**
- **Núñez, b. A. (agosto de 2021). Estudio tecnico y economico para el uso de materiales reciclados de cartón, papel y madera en la producción de cajas para empaque de babaco y tomate riñón. Pelileo, tungurahua, ecuador: universidad técnica de cotopaxi .**
- **SANTIZO, H. E. (Febrero de 2022). Diagnóstico e identificación de atributos y variables críticas de los empaques de cartón corrugado para la reducción de desperdicio en una empresa corrugadora de empaques. Guatemala, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.**
- **Shirley, A. A., & Rodrigo, B. R. (Marzo de 2022). Implementación de una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso . Guayaquil, guayas, Ecuador: universidad técnica de cotopaxi extensión la maná.**
- **Toxqui, J. M. (09 de Julio de 2023). Diseño e implementación de una máquina grabadora/cortadora láser para la innovación en el proceso de manufactura de la empresa Ideen. México, México: Universidad Politécnica de Puebla .**
- **Congreso Nacional. (2005). Código de trabajo. Quito.**