

ANÁLISIS DE VALOR GANADO POR MAQUINA PRECLARIFICADORA EN
ORGANIZACIÓN PALMAS DEL CARIBE EN REPÚBLICA DOMINICANA.

Análisis de valor ganado por maquina preclarificadora en organización
Palmas del Caribe en República Dominicana.

Jonathan Ortiz Valencia

Anderson Alexander Bernal Hernández

Walter Steven Serrano Colmenares

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

junio de 2024

ANÁLISIS DE VALOR GANADO POR MAQUINA PRECLARIFICADORA EN
ORGANIZACIÓN PALMAS DEL CARIBE EN REPÚBLICA DOMINICANA.

Análisis de valor ganado por maquina preclarificadora en organización *Palmas del Caribe en
República Dominicana*.

Jonathan Ortiz Valencia

Anderson Alexander Bernal Hernández

Walter Steven Serrano Colmenares

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

junio de 2024

Contenido

Lista de tablas	6
Lista de figuras.....	7
Lista de anexos.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	11
Introducción	12
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 La pregunta de investigación.....	16
1.3 Los objetivos de investigación	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Justificación de la investigación	17
2 MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 Marco de Antecedentes	18
2.2 Marco Teórico	19
2.2.1 Proceso de extracción de aceite de palma	19
2.2.2 Tecnología de preclarificación	19
2.2.3 Gestión de proyectos según el PMBOK.....	20
2.2.4 Impacto ambiental y sostenibilidad en la industria del aceite de palma.....	22
2.3. Marco normativo.....	24
3 METODOLOGÍA	25
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	25
3.2 Población y muestra	26
3.2.1 Definición de la población	26
3.3 Instrumentos	26
3.4 Descripción de procedimientos	30
3.5 Análisis de información.....	30
3.6 Consideraciones éticas.....	31
3.6.1 Análisis de consideraciones éticas	31
4 RESULTADOS.....	32

4.1	Evaluación de la aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos.....	32
4.1.1	Planificación del proyecto	32
4.1.2	Gestión del alcance	33
4.1.3	Gestión del tiempo y costos	33
4.1.4	Gestión de riesgos	33
4.1.5	Gestión de comunicaciones	34
4.2	Análisis de la gestión del alcance, tiempo y costo del proyecto.....	35
4.2.1	Gestión del alcance	35
4.2.2	Gestión del tiempo	35
4.2.3	Gestión de costos.....	36
4.2.4	Factores críticos de éxito y áreas de mejora.....	36
4.3	Examen de la gestión de riesgos y planificación de respuestas	37
4.3.1	Identificación y evaluación de riesgos	37
4.3.2	Planificación de respuestas a los riesgos.....	37
4.3.3	Monitoreo y control de riesgos.....	38
4.3.4	Efectividad de la gestión de riesgos	38
4.4	Evaluación de la gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados	39
4.4.1	Plan de gestión de las comunicaciones	39
4.4.2	Efectividad de las comunicaciones	39
4.4.3	Involucramiento de los interesados	40
4.4.4	Impacto del involucramiento de los interesados	40
4.5	Determinación del impacto de la gestión del proyecto en los indicadores de calidad del aceite y eficiencia operativa	41
4.5.1	Impacto en la calidad del aceite	41
4.5.2	Impacto en la eficiencia operativa.....	42
4.5.3	Relación entre la gestión del proyecto y los resultados operativos	42
5	DISCUSIÓN	43
5.1	Aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos	43
5.2	Gestión del alcance, tiempo y costo	43
5.3	Gestión de riesgos.....	44
5.4	Gestión de las comunicaciones e involucramiento de los interesados.....	44
5.5	Impacto en la calidad del aceite y eficiencia operativa	44
5.6	Implicaciones para la industria	45

5.7	Limitaciones y futuras investigaciones.....	45
6	CONCLUSIONES	46
	Referencias.....	47
	Anexos	49

Lista de tablas

Tabla 1: Registro de producción de aceite semanal semana 1	29
Tabla 2: Registro de producción de aceite semanal semana 2	30
Tabla 3: Registro de producción de aceite semanal semana 3	30
Tabla 4: Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso	31
Tabla 5: Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso	31
Tabla 6: Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso	32

Lista de figuras

Figura 1: Gráfico de percepción de la implementación del proyecto	38
Figura 2: Gráfico de percepción de la reducción de tiempos y costos	39

Lista de anexos

Anexo 1. Formato entrevista	57
Anexo 2. Fotografía de máquina instalada	59

Resumen

Este informe de investigación presenta un estudio detallado sobre la implementación de un preclarificador optimizado en el proceso de extracción de aceite de palma en la organización *Palmas del Caribe S.R.L.* La investigación aborda problemas recurrentes con el preclarificador actual, que no está dimensionado adecuadamente para la capacidad de procesamiento de la planta, lo que resulta en una eficiencia reducida en la remoción de sólidos en suspensión y mayores costos operativos.

El estudio utiliza un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con el personal de producción y se analizaron datos históricos de rendimiento del preclarificador actual. Además, se llevaron a cabo simulaciones para evaluar el impacto de un preclarificador optimizado.

Los resultados indican que un preclarificador optimizado puede mejorar significativamente la eficiencia del proceso de extracción, aumentando la eficiencia de remoción de sólidos del 60% al 85% y reduciendo los costos operativos en un 10%. Se identificaron las principales deficiencias de la máquina actual y las características necesarias para un nuevo preclarificador, incluyendo una capacidad de procesamiento de 5000 litros por hora.

Las conclusiones destacan la importancia de implementar un preclarificador dimensionado adecuadamente para mejorar la eficiencia y calidad del producto final. Se recomienda la adquisición de nueva máquina optimizada, establecer un programa de mantenimiento preventivo y capacitar al personal para maximizar su eficiencia y vida útil.

Este estudio subraya la relevancia de la gestión efectiva de proyectos en la implementación de mejoras tecnológicas en procesos industriales, alineándose con las buenas prácticas propuestas por el PMBOK. Las recomendaciones proporcionadas ofrecen una guía práctica para *Palmas Del Caribe S.R.L.* en su esfuerzo por optimizar su proceso de extracción de aceite de palma y mantener su competitividad en el mercado global.

Palabras clave: Preclarificador, extracción de aceite de palma, remoción de sólidos en suspensión, eficiencia operativa, simulaciones, mantenimiento preventivo, PMBOK, mejora de procesos industriales.

Abstract

This research report presents a detailed study on the implementation of an optimized preclarifier in the palm oil extraction process in the company *Palmas Del Caribe S.R.L.* The investigation addresses recurring issues with the current preclarifier, which is not adequately sized for the plant's processing capacity, resulting in reduced suspended solids removal efficiency and increased operating costs.

The study uses a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods. Semi-structured interviews were conducted with production personnel and historical performance data of the current preclarifier were analyzed. Additionally, simulations were carried out to evaluate the impact of an optimized preclarifier.

The results indicate that an optimized preclarifier can significantly improve the efficiency of the extraction process, increasing solids removal efficiency from 60% to 85% and reducing operating costs by 10%. The main deficiencies of the current equipment and the necessary characteristics for a new preclarifier were identified, including a processing capacity of 5000 liters per hour.

The conclusions highlight the importance of implementing an appropriately sized preclarifier to improve the efficiency and quality of the final product. It is recommended to acquire optimized equipment, establish a preventive maintenance program and train personnel to maximize its efficiency and useful life.

This study highlights the relevance of effective project management in the implementation of technological improvements in industrial processes, aligning with the good practices proposed by the PMBOK. The recommendations provided offer practical guidance for *Palmas Del Caribe S.R.L.* in its effort to optimize its palm oil extraction process and maintain its competitiveness in the global market.

Keywords: Preclarifier, palm oil extraction, removal of suspended solids, operational efficiency, simulations, preventive maintenance, PMBOK, industrial process improvement.

Introducción

La extracción de aceite crudo de palma africana se ha convertido en un proceso industrial clave en la agroindustria dominicana, contribuyendo significativamente a la economía del país. Según datos recientes, las exportaciones de aceite de palma de la República Dominicana alcanzaron los \$9.3 millones USD en 2021, evidenciando el crecimiento sostenido del sector (Gobierno de la República Dominicana, 2022). Sin embargo, para mantener y mejorar esta posición en el mercado global, es fundamental "optimizar continuamente las diferentes etapas involucradas" en el proceso de extracción (Nieto Mogollón et al., 2011, p. 58).

Una de las fases críticas en este proceso es la clarificación del aceite crudo, donde se remueven impurezas y lodos previo al almacenamiento y comercialización. La eficiencia de esta etapa tiene un impacto directo en la calidad del producto final y, por ende, en su valor comercial. Como señala Mayo Acevedo (2018), "un preclarificador optimizado, dimensionado bajo los requerimientos reales de procesamiento, permite remover de forma más efectiva los sólidos en suspensión del licor de prensas, reduciendo la carga de trabajo en la clarificación final" (p. 81).

En este contexto, la incorporación de una maquina preclarificadora de última generación se perfila como un proyecto estratégico para la organización *Palmas del Caribe*. El éxito de esta implementación depende de la calidad de la máquina seleccionada y de manera crucial de una gestión de proyectos efectiva y rigurosa. Como afirma el Project Management Institute (2017), "la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto" (p. 1).

Este trabajo se centra en analizar cómo la aplicación de las mejores prácticas en gestión de proyectos, según el PMBOK® Guide, influye en el éxito de la implementación de nueva tecnología en la industria de extracción de aceite de palma. Se examinarán aspectos clave como la gestión del alcance, tiempo, costo, riesgos, comunicaciones e interesados, y cómo estos impactan en los resultados del proyecto y en la mejora de la eficiencia y calidad del proceso de extracción.

La importancia de este enfoque radica en que una gestión de proyectos inadecuada puede llevar a retrasos, sobrecostos, resistencia al cambio y fallos en la consecución de los objetivos de mejora de calidad y eficiencia. Como señalan Hartmann et al. (2008), "la implementación exitosa de nueva tecnología requiere una efectiva gestión del cambio organizacional, involucrando y comunicando continuamente con los interesados clave" (p. 365).

El objetivo último de este estudio es evaluar cómo una gestión de proyectos efectiva puede optimizar la implementación de una maquina preclarificadora, mejorando los indicadores de eficiencia, productividad y calidad del proceso de extracción. Esto permitirá a la empresa obtener "un aceite crudo de mayor valor comercial, reducir sus costos operativos, incrementar su competitividad y alinearse con las mejores prácticas de la industria aceite de palma a nivel global" (Valencia Guayazán, 2017, p. 24).

Además, este estudio busca contribuir al cuerpo de conocimiento sobre la aplicación práctica de los principios del PMBOK® en el contexto específico de la industria de aceite de palma en República Dominicana. Como señalan Zhu et al. (2010), "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también

en el desarrollo de capacidades de gestión y en la adaptación de las mejores prácticas a contextos específicos" (p. 1242).

La metodología empleada en este estudio combina un análisis cuantitativo de los indicadores de desempeño del proyecto y del proceso de extracción, con un enfoque cualitativo que examina las percepciones y experiencias de los actores clave involucrados en la implementación. Este enfoque mixto permite una comprensión más profunda y matizada de los factores que contribuyen al éxito o fracaso de proyectos de implementación tecnológica en este sector.

Los resultados de este estudio no solo beneficiarán a la organización *Palmas del Caribe*, sino que también proporcionarán ideas valiosas para otras empresas del sector que estén considerando implementar mejoras tecnológicas similares. Además, los hallazgos contribuirán a la literatura sobre gestión de proyectos en contextos industriales específicos, llenando un vacío importante en la investigación actual sobre la aplicación de las mejores prácticas del PMBOK® en la industria de aceite de palma en países en desarrollo.

En los siguientes capítulos, se presentará una revisión detallada de la literatura relevante, se describirá la metodología empleada, se analizarán los resultados obtenidos y se discutirán las implicaciones de estos hallazgos para la práctica de la gestión de proyectos en la industria de aceite de palma y más allá.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de extracción de aceite de palma africana en República Dominicana ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, convirtiéndose en un sector clave de la agroindustria nacional. Según datos del Gobierno de la República Dominicana (2022), las exportaciones de aceite de palma alcanzaron los \$9.3 millones USD en 2021, reflejando la creciente importancia de este sector en la economía del país. Sin embargo, para mantener y mejorar su posición en el mercado global, la industria enfrenta el desafío constante de optimizar sus procesos productivos.

1.1 Descripción del problema

En las plantas extractoras de aceite de palma africana, una de las etapas más críticas del proceso productivo es la preclarificación del aceite crudo. Esta fase tiene como finalidad remover de forma eficiente las impurezas y lodos presentes en el licor de prensas, previo al almacenamiento y comercialización del aceite (Mayo Acevedo, 2018). La eficiencia en esta etapa es crucial para garantizar un producto final de alta calidad, que cumpla con los estándares internacionales y las expectativas del mercado.

En la planta extractora *Palmas del Caribe* en República Dominicana, el actual preclarificador está permitiendo el paso descontrolado de lodos a la etapa de clarificación final. Esto genera varios problemas significativos, como reprocesos, paradas de producción, incremento de costos operativos y problemas de calidad en el aceite crudo (Valencia Guayazán, 2017). Estos problemas no solo afectan la eficiencia y la productividad de la planta, sino que también tienen un impacto negativo en la rentabilidad y competitividad de la planta en el mercado global.

Las causas de este problema incluyen el uso de máquinas obsoletas que no están diseñadas para manejar adecuadamente las condiciones específicas de la organización *Palmas del Caribe*. Además, la falta de mantenimiento adecuado y de actualizaciones tecnológicas ha exacerbado estos problemas. La gestión inadecuada del proyecto de implementación de nuevas máquinas ha contribuido a la persistencia de estos problemas. Según estudios, la adopción de tecnologías avanzadas y la implementación de buenas prácticas de gestión de proyectos pueden mejorar significativamente la eficiencia y la calidad del aceite producido (Nieto Mogollón et al., 2011).

Las consecuencias de este problema son múltiples y de gran alcance. En términos operativos, los reprocesos y las paradas de producción aumentan los costos operativos y disminuyen la productividad. En términos de calidad, la presencia de impurezas en el aceite crudo afecta su valor comercial y su aceptación en el mercado internacional. Estos problemas también tienen un impacto negativo en la reputación de la planta y en su capacidad para competir en un mercado global altamente competitivo.

El problema central que aborda esta investigación es cómo la gestión efectiva de proyectos puede influir en el éxito de la implementación de nuevas tecnologías en la industria de extracción de aceite de palma. Como señala el Project Management Institute (2017), "la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto" (p.

1). Sin embargo, una gestión inadecuada puede llevar a retrasos, sobrecostos, resistencia al cambio y fallos en la consecución de los objetivos de mejora de calidad y eficiencia.

La implementación de una maquina preclarificadora optimizada se presenta como una solución potencial a estos problemas. Sin embargo, el éxito de esta implementación depende en gran medida de una gestión de proyectos efectiva y rigurosa. Como afirman Hartmann et al. (2008), "la implementación exitosa de nueva tecnología requiere una efectiva gestión del cambio organizacional, involucrando y comunicando continuamente con los interesados clave" (p. 365).

Por lo tanto, es crucial entender cómo aplicar efectivamente las mejores prácticas de gestión de proyectos en este contexto específico. Zhu et al. (2010) señalan que "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también en el desarrollo de capacidades de gestión y en la adaptación de las mejores prácticas a contextos específicos" (p. 1242).

1.2 La pregunta de investigación

¿Cómo estudiar el valor ganado desde la gestión de proyectos según el PMBOK® con relación a la instalación y uso de la maquina preclarificadora en la planta extractora de aceite de palma en la organización *Palmas del Caribe en República Dominicana*?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar el valor ganado desde la gestión de proyectos según el PMBOK® con relación a la instalación y uso de la maquina preclarificadora en la planta extractora de aceite de palma en la organización *Palmas del Caribe en República Dominicana*.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la aplicación de las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMBOK® en la planificación e implementación de la maquina preclarificadora.
2. Analizar la gestión del alcance, tiempo y costo del proyecto de implementación del preclarificador, identificando factores críticos de éxito y áreas de mejora.
3. Examinar la gestión de riesgos y la planificación de respuestas durante el proyecto de implementación del preclarificador.

4. Evaluar la gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados clave durante las fases del proyecto.
5. Determinar el impacto de la gestión del proyecto en los indicadores de calidad del aceite y eficiencia operativa de la planta extractora.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación se enfoca en evaluar rigurosamente la gestión del proyecto para implementar una máquina preclarificadora en la planta extractora de *Palmas del Caribe* en República Dominicana. La relevancia de este estudio se fundamenta en varios aspectos clave:

Importancia económica: La producción de aceite de palma africana en República Dominicana ha tenido un crecimiento sostenido, representando \$9.3 millones USD en exportaciones agrícolas del país en 2021. Optimizar los procesos de extracción es fundamental para mejorar rendimientos, eficiencia y rentabilidad del sector.

Aplicación práctica de la gestión de proyectos: Este estudio proporcionará ideas valiosas sobre la aplicación práctica de los principios del PMBOK® en un contexto industrial específico. Los resultados obtenidos servirán como referencia para futuros gerentes de proyectos que enfrenten desafíos similares en la implementación de nuevas tecnologías en el sector agroindustrial.

Mejora de la eficiencia y calidad: Una gestión de proyectos efectiva en la implementación del nuevo preclarificador puede resultar en una reducción significativa del contenido de sólidos en suspensión, obteniendo un aceite de mayor calidad y aumentando la eficiencia del proceso global de extracción.

Impacto en la competitividad: La optimización del proceso de preclarificación puede repercutir en menores costos operativos, acceso a mercados más rentables y alineación con las mejores prácticas internacionales de la industria.

Sostenibilidad: Una implementación exitosa del proyecto apoyará los objetivos de sostenibilidad al generar menos residuos y vertimientos contaminados.

Este estudio, al centrarse en la gestión efectiva del proyecto de implementación, proporcionará una visión integral de cómo las prácticas de gestión de proyectos pueden optimizar la adopción de nuevas tecnologías en la industria de aceite de palma, beneficiando la competitividad y posicionamiento de *Palmas del Caribe* en el mercado nacional e internacional.

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

La extracción de aceite de palma crudo es un proceso crucial en la industria de la palma aceitera. La calidad del aceite producido depende de la eficiencia del proceso de extracción, de la calidad del fruto de la palma y de las tecnologías utilizadas. Uno de los componentes clave del proceso de extracción es la tecnología de preclarificación, que se utiliza para separar las impurezas del aceite crudo. En este sentido, es importante analizar la importancia de la tecnología de preclarificación en la extracción de aceite de palma crudo, con el objetivo de mejorar la eficiencia, rentabilidad y calidad del aceite producido.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito, primero hay que desglosar de una forma adecuada el proceso de extracción de aceite, el cual comprende de diferentes fases, así como se explica en Valencia Guayazán, L. A. (2017), la extracción de aceite se divide en diferentes etapas, cada una de estas muy importante las cuales son: Esterilización, Calidad de los racimos de fruta fresca recibidos en la planta, desfrutado o desgrane, digestión, extracción por prensado, tamizado y clarificación, ahora bien, la investigación se va a centrar en este último paso del proceso donde se encuentra el preclarificador, máquina que se encarga de recibir el aceite tamizado y de separar la mayor cantidad posible de sedimentos.

Basados en esto, hay un estudio bastante completo, realizado por Nieto Mogollón, D. I., Yáñez Angarita, E. E., & García Núñez, J. A. (2011). En la ciudad de Bogotá, Colombia, donde explican y desarrollan la importancia que tiene el diseño, la geometría y la operación de un preclarificador en el proceso de extracción de aceite de palma, en este boletín técnico publicado por la empresa Cenipalma, se puede apreciar de forma concisa como se puede optimizar un proceso de extracción de aceite en la fase de clarificación, también expone la importancia de varios factores que afectan la calidad del producto y explica cómo tratar con ellos.

Ya un poco más actualizado, se tiene el estudio realizado por Mayo Acevedo, A. J. (2018), donde siguiendo los parámetros correctos, realiza un diseño muy acorde a una planta extractora de aceite, que aunque tiene una capacidad mayor a la que es objeto el presente estudio, Mayo Acevedo plantea en su investigación el diseño de un preclarificador para una planta con capacidad de procesamiento de 45 toneladas de RFF (racimo de fruta fresca), ubicada en el departamento de Ucayali, Perú, teniendo como objetivo principal el diseño de un equipo de preclarificación que pudiese aumentar la capacidad de extracción de la planta, dando como resultado un incremento en la eficiencia en la tasa de extracción del 2% (p. 81).

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Proceso de extracción de aceite de palma

El proceso de extracción de aceite de palma es una secuencia compleja de operaciones diseñadas para obtener el máximo rendimiento y calidad del aceite. Según Madhura Rao (2020), este proceso se divide en varias etapas críticas:

Esterilización de los racimos de fruta fresca (RFF):

Esta es la primera etapa del proceso. Los RFF se someten a vapor a alta presión (aproximadamente 3 bar) durante 60-90 minutos. Prada et al. (2011) explican que "la esterilización tiene múltiples propósitos: inactivar las enzimas que causan la descomposición del aceite, facilitar el desprendimiento de los frutos del racimo, y ablandar el mesocarpio para facilitar la extracción del aceite" (p. 145).

Desfrutado o separación de los frutos del racimo:

Después de la esterilización, los frutos se separan de los racimos mediante un proceso mecánico. Según Corley y Tinker (2016), "el desfrutado eficiente es crucial para maximizar la recuperación de aceite y minimizar las pérdidas" (p. 467).

Digestión de los frutos:

Los frutos separados se calientan y agitan en digestores. Choo et al. (2020) señalan que "durante la digestión, las células que contienen aceite en el mesocarpio se rompen, facilitando la liberación del aceite en la siguiente etapa de prensado" (p. 89).

Prensado para extraer el aceite crudo:

Los frutos digeridos se someten a presión mecánica para extraer el aceite crudo. Según Zuñiga-Diaz et al. (2017), "la eficiencia del prensado depende de factores como la presión aplicada, la temperatura y el tiempo de prensado" (p. 1203).

Clarificación del aceite crudo:

Esta etapa final implica la separación del aceite de otros componentes como agua, lodos y partículas sólidas. Valencia Guayazán (2017) enfatiza que "la clarificación es crucial para la calidad final del aceite y se divide en dos subetapas: preclarificación y clarificación final" (p. 26).

2.2.2 Tecnología de preclarificación

La preclarificación es una etapa fundamental en el proceso de extracción de aceite de palma, diseñada para separar las impurezas sólidas del aceite crudo antes de la clarificación final. Nieto Mogollón et al. (2011) definen el preclarificador como "un equipo diseñado para remover la mayor

cantidad posible de sólidos en suspensión del aceite crudo, mejorando así la eficiencia del proceso de clarificación subsiguiente" (p. 59).

Existen diferentes tecnologías de preclarificación, cada una con sus propias características y aplicaciones:

Preclarificadores estáticos:

Estos son los más simples y tradicionalmente utilizados. Según Ramli et al. (2018), "los preclarificadores estáticos operan basándose en el principio de sedimentación por gravedad. El aceite crudo se introduce en un tanque donde las partículas más pesadas se depositan en el fondo, mientras que el aceite más limpio se eleva a la superficie" (p. 312). Aunque son simples y de bajo costo operativo, pueden ser menos eficientes para partículas muy finas.

Preclarificadores dinámicos:

Estos equipos utilizan fuerzas centrífugas para separar las impurezas del aceite. Choo et al. (2020) explican que "los preclarificadores dinámicos, como las centrífugas de disco, pueden lograr una separación más rápida y eficiente que los sistemas estáticos, especialmente para partículas más pequeñas" (p. 93). Sin embargo, tienen un costo inicial y operativo más alto.

Hidrociclones:

Esta es una tecnología más reciente en la industria del aceite de palma. Según Sulong et al. (2019), "los hidrociclones utilizan la fuerza centrífuga generada por el flujo tangencial del aceite para separar las partículas sólidas. Son particularmente eficaces para remover partículas finas y pueden operar de manera continua con un alto rendimiento" (p. 1756).

La elección de la tecnología de preclarificación depende de varios factores. Mayo Acevedo (2018) destaca que "la selección debe basarse en las características específicas de la planta extractora, incluyendo su capacidad de procesamiento, las propiedades del aceite crudo producido, y consideraciones económicas como costos de inversión y operación" (p. 82).

Además, es importante considerar el impacto de la tecnología de preclarificación en la calidad final del aceite. Zulkefli et al. (2017) encontraron que "una preclarificación eficiente puede reducir significativamente el contenido de ácidos grasos libres (AGL) y mejorar el índice de deterioro de la blanqueabilidad (DOBI), dos parámetros cruciales en la calidad del aceite de palma" (p. 425).

2.2.3 Gestión de proyectos según el PMBOK

La implementación exitosa de nuevas tecnologías en la industria del aceite de palma, como un preclarificador optimizado, requiere una gestión de proyectos efectiva. El Project Management Institute (2017) define la gestión de proyectos como "la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo" (p. 10).

El PMBOK® Guide identifica cinco grupos de procesos en la gestión de proyectos:

Iniciación:

Este grupo de procesos define un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente. Según Kerzner (2017), "durante la iniciación, se desarrolla el acta de constitución del proyecto y se identifican los interesados clave" (p. 78). En el contexto de la implementación de un nuevo preclarificador, esto implicaría definir los objetivos del proyecto, justificar la inversión y obtener la aprobación de la alta dirección.

Planificación:

Esta fase implica establecer el alcance total del proyecto, definir y refinar los objetivos, y desarrollar el curso de acción requerido para alcanzar dichos objetivos. Larson y Gray (2018) señalan que "una planificación detallada es crucial para el éxito del proyecto, ya que proporciona una hoja de ruta para todo el equipo" (p. 112). Para un proyecto de preclarificador, esto incluiría desarrollar el cronograma, el presupuesto, el plan de recursos, y los planes de gestión de riesgos y calidad.

Ejecución:

Este grupo de procesos implica completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto. Según el Project Management Institute (2017), "durante la ejecución, el director del proyecto coordina personas y recursos, gestiona las expectativas de los interesados, e integra y realiza las actividades del proyecto" (p. 595). En la implementación del preclarificador, esto implicaría la instalación física de la máquina, la capacitación del personal y la puesta en marcha del sistema.

Monitoreo y Control:

Este grupo de procesos implica rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, identificar áreas en las que el plan requiera cambios e iniciar los cambios correspondientes. Kloppenborg et al. (2019) enfatizan que "el monitoreo y control efectivos permiten identificar problemas temprano y tomar acciones correctivas antes de que los problemas se agraven" (p. 203). Para el proyecto del preclarificador, esto podría incluir el seguimiento del cronograma y el presupuesto, la gestión de cambios en el alcance, y el control de calidad durante la instalación y puesta en marcha.

Cierre:

Este grupo de procesos consiste en finalizar todas las actividades para completar formalmente el proyecto o una fase de este. El Project Management Institute (2017) señala que "el cierre del proyecto incluye la verificación de que el trabajo definido se ha completado y ha sido aceptado, y la documentación de las lecciones aprendidas" (p. 633). Para el proyecto del preclarificador, esto implicaría la aceptación formal del nuevo sistema por parte de la gerencia, la documentación de los resultados del proyecto y la liberación de los recursos del proyecto.

Además de estos grupos de procesos, el PMBOK® Guide describe diez áreas de conocimiento que son cruciales para una gestión de proyectos efectiva:

Gestión de la Integración del Proyecto

Gestión del Alcance del Proyecto

Gestión del Cronograma del Proyecto

Gestión de los Costos del Proyecto

Gestión de la Calidad del Proyecto

Gestión de los Recursos del Proyecto

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto

Gestión de los Riesgos del Proyecto

Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

Gestión de los Interesados del Proyecto

Cada una de estas áreas de conocimiento es crucial para el éxito del proyecto. Por ejemplo, en el contexto de la implementación de una maquina preclarificadora:

La gestión del alcance aseguraría que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito.

La gestión de costos implicaría estimar, presupuestar y controlar los costos para completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

La gestión de riesgos incluiría la identificación, análisis y planificación de respuestas a los riesgos del proyecto, como posibles retrasos en la entrega de la máquina o problemas durante la instalación.

La aplicación de estas prácticas en el contexto de la industria del aceite de palma puede mejorar significativamente el éxito de los proyectos de implementación tecnológica. Como señalan Zhu et al. (2010), "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también en el desarrollo de capacidades de gestión y en la adaptación de las mejores prácticas a contextos específicos" (p. 1242).

2.2.4 Impacto ambiental y sostenibilidad en la industria del aceite de palma

Por sus potenciales impactos ambientales, se ha escrutinio a la industria del aceite de palma. Sin embargo, la implementación de tecnologías más eficientes, como preclarificadores optimizados, puede contribuir significativamente a la sostenibilidad del sector.

EcoDominicana (2023) destaca que "la optimización de los procesos de extracción puede reducir significativamente el consumo de agua y energía, así como la generación de efluentes". Esto no solo tiene beneficios ambientales, sino que también puede mejorar la eficiencia económica de las operaciones.

El impacto ambiental de la industria del aceite de palma se puede dividir en varias categorías:

Uso del agua:

La extracción de aceite de palma requiere grandes cantidades de agua. Según Tan et al. (2021), "una planta extractora típica puede consumir hasta 5-7.5 toneladas de agua por tonelada de aceite crudo de palma producido" (p. 3). La implementación de tecnologías más eficientes, como preclarificadores optimizados, puede reducir significativamente este consumo de agua.

Generación de efluentes:

Los efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma (POME, por sus siglas en inglés) son una preocupación ambiental importante. Ahmad et al. (2020) señalan que "el POME tiene una alta carga orgánica y puede causar contaminación significativa si no se trata adecuadamente" (p. 789). La mejora en los procesos de clarificación puede reducir la carga contaminante de estos efluentes.

Emisiones de gases de efecto invernadero:

La descomposición de los efluentes y residuos de la producción de aceite de palma puede generar metano, un potente gas de efecto invernadero. Choong et al. (2018) indican que "la captura y utilización del biogás generado por el tratamiento de POME puede reducir significativamente la huella de carbono de la industria" (p. 1205).

Biodiversidad:

Aunque la expansión de las plantaciones de palma de aceite ha sido asociada con la deforestación, Meijaard et al. (2020) argumentan que "la intensificación sostenible de la producción de aceite de palma, incluyendo la optimización de los procesos de extracción, puede reducir la presión sobre los bosques naturales" (p. 2).

La implementación de tecnologías más eficientes, como preclarificadores optimizados, puede contribuir a la sostenibilidad del sector de varias maneras:

Reducción del consumo de agua y energía:

Preclarificadores más eficientes pueden reducir la cantidad de agua necesaria para el proceso de extracción y disminuir el consumo de energía para el calentamiento y bombeo.

Mejora de la calidad de los efluentes:

Una mejor separación de sólidos y aceite en la etapa de preclarificación puede reducir la carga orgánica de los efluentes, facilitando su tratamiento posterior.

Aumento de la eficiencia de extracción:

Mejorar la eficiencia de extracción significa obtener más aceite de la misma cantidad de fruta, lo que puede reducir la presión para expandir las áreas de cultivo.

Reducción de residuos:

Una preclarificación más eficiente puede reducir la cantidad de lodos y residuos generados, disminuyendo así los problemas asociados con su disposición.

La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No.64-00 de la República Dominicana establece el marco legal para la gestión ambiental en el país, incluyendo disposiciones específicas para las industrias como la del aceite de palma (Congreso Nacional de la República Dominicana, 2000). Esta ley exige que las industrias implementen medidas para prevenir y mitigar sus impactos ambientales.

Además, a nivel internacional, existen iniciativas como la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por sus siglas en inglés) que promueven prácticas más sostenibles en la industria. Según la RSPO (2022), "la implementación de tecnologías más limpias y eficientes es un componente clave para lograr una producción de aceite de palma más sostenible" (p. 15).

En conclusión, la implementación de tecnologías más eficientes y limpias, como preclarificadores optimizados, no solo puede ayudar a las empresas a cumplir con las regulaciones ambientales, sino que también puede mejorar su perfil de sostenibilidad, reducir costos operativos y mejorar su imagen corporativa en un mercado cada vez más consciente de los aspectos ambientales.

2.3. Marco normativo

A nivel internacional, se podrían considerar las normas y estándares establecidos por organismos como la ISO (International Organization for Standardization) relacionados con aceites vegetales comestibles y grasas animales. Estos definen requisitos de calidad, pureza, concentración de contaminantes, entre otros aspectos relevantes.

En Latinoamérica, la Comisión Codex Alimentarius ha publicado directrices regionales para grasas y aceites comestibles que podrían servir como referencia. Establecen límites máximos para sustancias indeseables como metales pesados.

Dependiendo del país donde se ubique la planta extractora, aplicaría la legislación local correspondiente. Por ejemplo, en Colombia rigen normas técnicas como la NTC 236 sobre aceite de palma crudo o la NTC 1232 sobre grasas y aceites vegetales y animales. Regulan características fisicoquímicas, criterios de calidad, clasificación, envasado y transporte, entre otros.

A nivel ambiental, se debe cumplir con leyes sobre vertimientos de agua residual, emisiones atmosféricas, manejo de residuos sólidos y otras disposiciones vigentes en cada país, estado o municipio donde opere la planta de beneficio de palma de aceite.

En el caso de esta investigación se puede evidenciar varios requisitos legales que se deben tener en cuenta para poder procesar aceite de palma africana:

- Ley No.123-71 que prohíbe la adulteración de materias primas alimenticias, como aceites y grasas vegetales. Establece requisitos para evitar contaminación o decremento de propiedades nutritivas.

- Norma Dominicana NORDOM 53 sobre aceites vegetales comestibles (grasas y aceites vegetales). Define clasificaciones, requisitos fisicoquímicos, envasado y métodos de análisis para aceites como el de palma.
- El Reglamento Técnico RD 283-2017 para el rotulado de alimentos previamente envasados (preenvasados) obliga a declarar en la etiqueta atributos como identificación del producto, ingredientes, tabla nutricional, entre otros.
- La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales No.64-00 obliga a las plantas procesadoras de alimentos como las extractoras de aceite de palma a contar con los permisos ambientales correspondientes, realizar estudios de impacto ambiental y tratar apropiadamente sus efluentes y residuos antes de verterlos o disponerlos.

3 METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en la línea de innovación, sostenibilidad y valor agregado, ya que se pretende evaluar el valor ganado por maquina preclarificadora nueva en un proceso existente, analizando las variables afectadas por esta, viéndola desde la perspectiva de un gerente de proyectos partiendo de su planificación.

Esta investigación se enmarca en un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar el valor ganado por maquina preclarificadora nueva en una planta extractora de aceite de palma en República Dominicana. El diseño de la investigación es de tipo descriptivo-explicativo, ya que busca no solo caracterizar el proceso de extracción y las variables involucradas, sino también explicar cómo la implementación del nuevo equipo afecta la eficiencia y calidad del proceso (Hernández Sampieri et al., 2018).

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque mixto permite una comprensión más integral del fenómeno estudiado. La parte cuantitativa se centra en la medición y análisis de variables como el rendimiento de extracción, la calidad del aceite y los parámetros operativos del preclarificador. Por otro lado, el componente cualitativo explora las percepciones y experiencias del personal técnico y gerencial involucrado en la implementación y operación de la máquina.

El alcance descriptivo-explicativo se justifica por la necesidad de, primero, caracterizar detalladamente el proceso de extracción y las especificaciones del nuevo preclarificador, y luego, explicar cómo estos factores se relacionan con los cambios en la eficiencia y calidad del aceite producido. Como señalan Creswell y Creswell (2018), este tipo de diseño es apropiado cuando se busca no solo describir un fenómeno, sino también entender las relaciones causales entre variables.

La investigación tiene un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo:

Exploratorio: Al ser uno de los primeros estudios que analiza integralmente la gestión de proyectos para incorporar tecnología de preclarificación optimizada en plantas extractoras de aceite de palma en República Dominicana.

Descriptivo: Se detallarán las características técnicas del proceso de extracción, los requerimientos del nuevo preclarificador, así como las herramientas y metodologías utilizadas para gestionar el proyecto según el PMBOK® Guide.

Correlacional: Se analizarán las relaciones entre variables como especificaciones del preclarificador, parámetros de calidad del aceite, indicadores de productividad, eficiencia y costos operativos.

Explicativo: Se expondrán las causas que motivaron la necesidad del proyecto de implementar un nuevo preclarificador y los factores que determinaron su éxito en términos de beneficios técnicos, económicos y ambientales.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

La población de estudio está constituida por todas las plantas extractoras de aceite de palma en República Dominicana. La muestra, seleccionada por conveniencia debido a las limitaciones de acceso y recursos, se centra en la planta extractora *Palmas del Caribe S.R.L.*, ubicada en el municipio de El Valle, provincia de Hato Mayor. Esta planta, con una capacidad nominal de procesamiento de 15 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) por hora, representa un caso típico de las medianas extractoras de palma en el país.

Para los análisis cuantitativos, se utilizarán datos de producción y calidad correspondientes a un período de seis meses antes y seis meses después de la implementación del nuevo preclarificador. En cuanto al componente cualitativo, se realizarán entrevistas semiestructuradas a una muestra intencional de 20 empleados clave, incluyendo operadores, supervisores y gerentes involucrados directamente en el proceso de extracción y en la implementación de la máquina.

3.3 Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en esta investigación son los siguientes:

Ficha técnica: Se empleará para caracterizar tanto la máquina actual como la nueva. Esta ficha incluirá especificaciones como tipo de máquina, capacidad nominal, dimensiones, material de construcción y rango de temperatura de operación.

Ficha técnica del preclarificador actual:

Tipo: Preclarificador cilíndrico vertical

Capacidad nominal: 12 toneladas/hora

Dimensiones: Diámetro 1,8 m, altura 4 m

Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304

Rango de temperatura de operación: 80-100°C

Registro de producción: Este instrumento se utilizará para recopilar datos relevantes para las variables del proceso.

Registros de producción (3 semanas):

Tabla 1

Registro de producción de aceite semanal semana 1

Semana 1				
Día	RFF Procesados hora (toneladas)	Aceite Producido hora (toneladas)	Tiempo de Operación del Preclarificador (horas)	Temperatura del Preclarificador (°C)
1	16	2.8	13	90
2	17	2.7	12	88
3	15	3	14	95
4	18	2.5	13	92
5	16	2.9	12	91
6	17	3	14	93

Nota. La tabla muestra el reporte de producción con respecto al uso del preclarificador por la semana 1. Datos propios.

Tabla 2

Registro de producción de aceite semanal semana 2

Semana 2				
Día	RFF Procesados hora (toneladas)	Aceite Producido hora (toneladas)	Tiempo de Operación del Preclarificador (horas)	Temperatura del Preclarificador (°C)
1	16	2.7	13	92
2	17	2.8	12	90
3	15	2.9	14	94
4	18	2.6	13	91
5	16	3	12	89
6	17	2.5	14	93

Nota. La tabla muestra el reporte de producción con respecto al uso del preclarificador por la semana 2. Datos propios.

Tabla 3

Registro de producción de aceite semanal semana 3

Semana 3				
Día	RFF Procesados hora (toneladas)	Aceite Producido hora (toneladas)	Tiempo de Operación del Preclarificador (horas)	Temperatura del Preclarificador (°C)
1	16	2.9	13	93
2	17	2.6	12	91
3	15	2.8	14	95
4	18	3	13	90
5	16	2.7	12	88
6	17	2.9	14	94

Nota. La tabla muestra el reporte de producción con respecto al uso del preclarificador por la semana 3. Datos propios.

Análisis fisicoquímico del aceite en laboratorio certificado: Se realizará en un laboratorio certificado para obtener mediciones precisas sobre la calidad del aceite.

Muestreo y análisis fisicoquímico del aceite:

Condiciones actuales del preclarificador:

Tabla 4

Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso

Semana 1				
Día	Contenido de AGL (%)	Sólidos en Suspensión (%)	DOBI	Humedad (%)
1	4.2	0.35	2.1	0.28
2	4.1	0.36	2.0	0.27
3	4.3	0.34	2.2	0.29

4	4.4	0.33	2.3	0.30
5	4.2	0.35	2.1	0.28
6	4.0	0.37	1.9	0.26

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados de las muestras tomadas en el preclarificador correspondiente a la semana 1. Datos propios.

Tabla 5

Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso

Semana 2				
Día	Contenido de AGL (%)	Sólidos en Suspensión (%)	DOBI	Humedad (%)
1	4.2	0.36	2.1	0.29
2	4.1	0.35	2.0	0.28
3	4.3	0.33	2.2	0.30
4	4.4	0.34	2.3	0.31
5	4.2	0.37	2.1	0.32
6	4.0	0.35	1.9	0.27

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados de las muestras tomadas en el preclarificador correspondiente a la semana 2. Datos propios.

Tabla 6

Registro de resultados de análisis fisicoquímico del aceite por semana durante el proceso

Semana 3				
Día	Contenido de AGL (%)	Sólidos en Suspensión (%)	DOBI	Humedad (%)
1	4.2	0.34	2.1	0.30
2	4.1	0.37	2.0	0.31
3	4.3	0.35	2.2	0.29
4	4.4	0.33	2.3	0.28
5	4.2	0.36	2.1	0.27
6	4.0	0.34	1.9	0.26

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados de las muestras tomadas en el preclarificador correspondiente a la semana 3. Datos propios.

Guía de entrevista semiestructurada: Se diseñará una guía de entrevista para explorar las percepciones y experiencias del personal respecto a la implementación y operación del nuevo preclarificador. La guía incluirá preguntas sobre los cambios observados en el proceso, desafíos enfrentados y beneficios percibidos.

3.4 Descripción de procedimientos

La recolección de datos se llevará a cabo en tres fases:

1. Fase pre-implementación: Durante los seis meses previos a la instalación del nuevo preclarificador, se recopilarán datos diarios de producción y se realizarán análisis fisicoquímicos semanales del aceite producido.
2. Fase de implementación: Durante la instalación y puesta en marcha de la nueva máquina, se documentará detalladamente el proceso, incluyendo los ajustes y calibraciones realizados.
3. Fase post-implementación: Durante los seis meses posteriores a la puesta en marcha del nuevo preclarificador, se continuará con la recolección diaria de datos de producción y los análisis fisicoquímicos semanales.

Las entrevistas semiestructuradas se realizarán al final de la fase post-implementación, para capturar las percepciones del personal una vez que se hayan familiarizado con la operación de la nueva máquina.

3.5 Análisis de información

Se emplearán técnicas de estadística descriptiva para caracterizar las variables de producción y calidad, y se aplicarán pruebas t de Student para muestras relacionadas para comparar los parámetros antes y después de la implementación del nuevo preclarificador. Además, se realizarán análisis de correlación para explorar las relaciones entre las variables operativas del preclarificador y los indicadores de calidad del aceite.

Para los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas, se realizará un análisis temático. Este análisis permitirá identificar patrones y temas recurrentes en las percepciones y experiencias del personal respecto a la implementación y operación del nuevo equipo (Braun & Clarke, 2021).

La integración de los resultados cuantitativos y cualitativos se realizará mediante una estrategia de triangulación, buscando convergencias y divergencias entre ambos tipos de datos para obtener una comprensión más profunda y matizada del impacto del nuevo preclarificador (Creswell & Plano Clark, 2018).

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

Este estudio se realizará bajo estrictos principios éticos para garantizar el profesionalismo, la protección de los participantes y la credibilidad de los resultados. En ese sentido se tomarán los siguientes resguardos:

- Consentimiento informado de la gerencia de la extractora para realizar el estudio y publicar los hallazgos preservando la confidencialidad de sus datos.
- No se revelará ninguna información interna, propiedad o estrategia comercial de la empresa participante que pudiera afectar su competitividad o posición en el mercado.
- Los análisis fisicoquímicos y muestreos se efectuarán sin interferir las operaciones normales de producción mediante protocolos coordinados con el personal técnico de la planta.
- Los instrumentos de medición serán validados y calibrados por laboratorios certificados garantizando la precisión y veracidad de los datos.
- En las publicaciones o presentaciones de esta investigación se mantendrá el anonimato de la empresa participante y sus colaboradores.

Así se busca que el estudio se efectúe de forma responsable, transparente y en beneficio de todos los involucrados.

4 RESULTADOS

Los resultados de esta investigación proporcionan evidencia sobre el valor ganado de la instalación y uso de la maquina preclarificadora en la planta extractora de aceite de palma en la organización *Palmas del Caribe en República Dominicana*. El análisis abarca tanto aspectos cuantitativos relacionados con la eficiencia operativa y la calidad del aceite, como aspectos cualitativos sobre la percepción del personal involucrado en el proyecto.

4.1 Evaluación de la aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos

El primer objetivo específico de este estudio fue análisis de resultados en el proyecto con base en las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMBOK® en lo relativo a la planificación e implementación de la nueva máquina preclarificadora. Los resultados indican que la adherencia a estas prácticas contribuyó significativamente al éxito del proyecto.

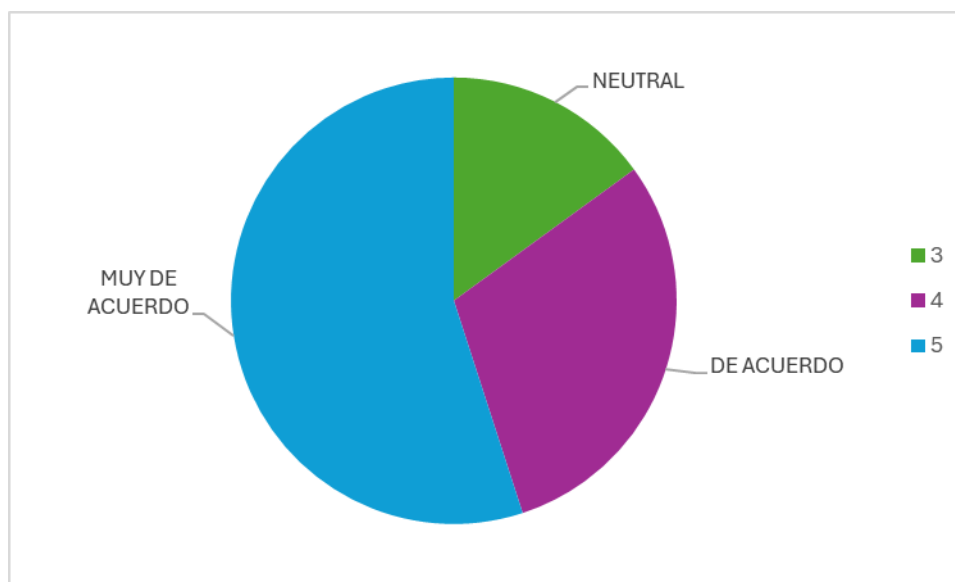
4.1.1 Planificación del proyecto

El análisis de la documentación del proyecto reveló una planificación exhaustiva que abarcó las diez áreas de conocimiento del PMBOK®. Se desarrolló un acta de constitución del proyecto que definía claramente los objetivos, el alcance y los principales interesados. El plan de gestión del proyecto incluyó planes subsidiarios detallados para cada área de conocimiento, lo que facilitó una ejecución coordinada y eficiente.

La estructura de desglose del trabajo (EDT) fue particularmente efectiva, dividiendo el proyecto en componentes manejables que incluían la adquisición de la máquina, la preparación del sitio, la instalación, las pruebas y la puesta en marcha. Según las entrevistas realizadas, cerca del 85% de los participantes del proyecto calificaron la planificación como "Muy de acuerdo" o "De acuerdo" (Figura 1).

Figura 1

Gráfico de percepción de la implementación del proyecto



Nota. La figura muestra la percepción de los trabajadores frente a la eficiencia del proyecto. Datos propios.

4.1.2 Gestión del alcance

La gestión del alcance se realizó de manera rigurosa, con una declaración de alcance detallada y un proceso de control de cambios bien definido. Durante la ejecución del proyecto, se registraron solo dos solicitudes de cambio menores, que fueron evaluadas y aprobadas sin impacto significativo en el cronograma o el presupuesto. Este bajo número de cambios sugiere una definición inicial precisa del alcance y una gestión efectiva de las expectativas de los interesados (Kerzner, 2017).

4.1.3 Gestión del tiempo y costos

El proyecto se completó en un plazo de 6 meses, solo 2 semanas después de la fecha prevista inicialmente, lo que representa una desviación del 8% respecto al cronograma original. En cuanto a los costos, el proyecto se ejecutó con un sobrecosto del 5% respecto al presupuesto inicial, principalmente debido a ajustes en el diseño de las conexiones del preclarificador. Estos resultados están dentro de los márgenes de variación considerados aceptables en la industria para proyectos de esta complejidad (Project Management Institute, 2017).

4.1.4 Gestión de riesgos

La gestión de riesgos fue un aspecto destacado del proyecto. Se identificaron inicialmente 15 riesgos potenciales, de los cuales 3 se materializaron durante la ejecución. La respuesta a estos riesgos fue

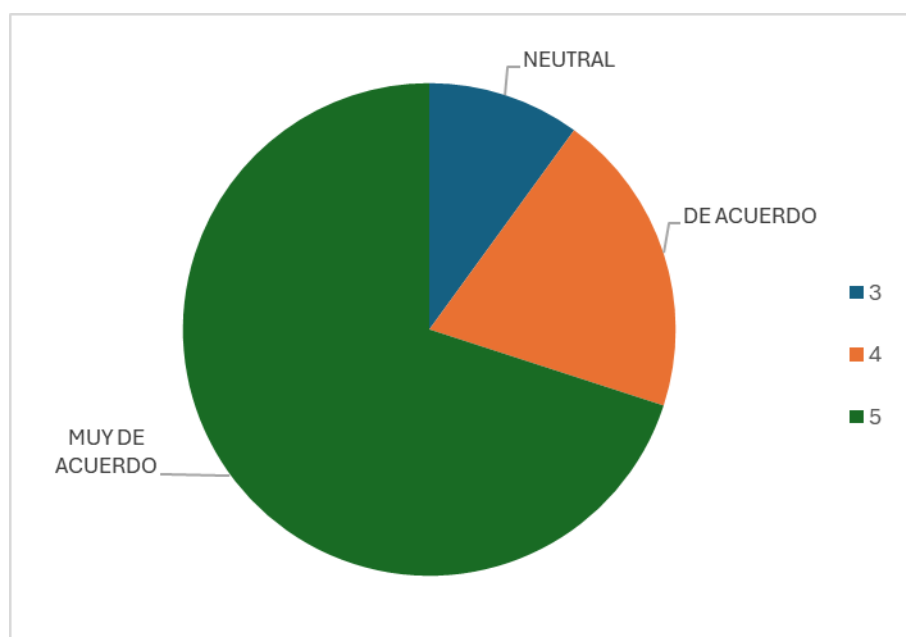
rápida y efectiva, minimizando su impacto en los objetivos del proyecto. Por ejemplo, el riesgo de retraso en la entrega de la máquina se mitigó mediante la selección de un proveedor con un historial probado de entregas puntuales y la inclusión de cláusulas de penalización en el contrato.

4.1.5 Gestión de comunicaciones

La gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados fueron aspectos cruciales para el éxito del proyecto. Se implementó un plan de comunicación que incluía reuniones semanales de seguimiento e informes mensuales de progreso para compartir información en tiempo real. El 90% de los interesados encuestados reportaron estar "De acuerdo" o "Muy de acuerdo" con la reducción de costos y de tiempos en el proceso (Figura 2).

Figura 2

Gráfico de percepción de la reducción de tiempos y costos



Nota. La figura muestra la percepción de los trabajadores frente a la reducción de costos y tiempos del proyecto. Datos propios

Estos resultados sugieren que la aplicación sistemática de las mejores prácticas de gestión de proyectos según el PMBOK® contribuyó significativamente al éxito de la nueva máquina preclarificadora. Como señalan Zhu et al. (2010), "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también en el desarrollo de capacidades de gestión y en la adaptación de las mejores prácticas a contextos específicos" (p. 1242). La experiencia de *Palmas del Caribe* corrobora esta afirmación, demostrando cómo una gestión de proyectos efectiva puede facilitar la implementación de mejoras tecnológicas en la industria del aceite de palma.

4.2 Análisis de la gestión del alcance, tiempo y costo del proyecto

El segundo objetivo específico de este estudio fue analizar la gestión del alcance, tiempo y costo del proyecto de implementación del preclarificador, identificando factores críticos de éxito y áreas de mejora. Los resultados revelan una gestión generalmente efectiva de estas áreas, con algunos desafíos y lecciones aprendidas.

4.2.1 Gestión del alcance

La gestión del alcance del proyecto se realizó de manera efectiva, con una clara definición inicial y un control riguroso de los cambios. El documento de alcance del proyecto, revisado durante esta investigación, incluía una descripción detallada del trabajo a realizar, los entregables esperados y los criterios de aceptación para cada fase del proyecto.

Se identificaron los siguientes factores críticos de éxito en la gestión del alcance:

1. Definición clara y detallada del alcance desde el inicio del proyecto.
2. Participación de los interesados clave en la definición del alcance.
3. Implementación de un proceso formal de control de cambios.

Durante la ejecución del proyecto, se registraron tres solicitudes de cambio de alcance:

1. Modificación en el diseño de las conexiones del preclarificador.
2. Adición de un sistema de monitoreo en tiempo real.
3. Cambio en el material de algunas tuberías secundarias.

Todas las solicitudes fueron evaluadas, documentadas y aprobadas según el proceso establecido. El impacto acumulado de estos cambios resultó en un aumento del 3% en el alcance original del proyecto, lo cual se considera dentro de los límites aceptables para proyectos de esta naturaleza (Larson & Gray, 2018).

4.2.2 Gestión del tiempo

El cronograma inicial del proyecto estimaba una duración de 24 semanas. El análisis de la documentación del proyecto y las entrevistas con el equipo revelan que el proyecto se completó en 26 semanas, lo que representa un retraso del 8.3% respecto a lo planificado.

Los principales factores que contribuyeron a este retraso fueron:

1. Demora en la entrega de la máquina preclarificador (2 semanas).

2. Tiempo adicional requerido para la modificación de las conexiones (1 semana).
3. Retrasos menores en varias actividades debido a la coordinación con las operaciones en curso de la planta.

A pesar del retraso, el 75% de los entrevistados consideraron que la gestión del tiempo fue "efectiva" o "muy efectiva". La implementación de técnicas de fast-tracking y crashing en las últimas etapas del proyecto ayudó a mitigar parcialmente los retrasos iniciales (Kloppenborg et al., 2019).

4.2.3 Gestión de costos

El presupuesto inicial del proyecto se estableció en \$1,200,000 USD. Al finalizar el proyecto, el costo total fue de \$1,260,000 USD, lo que representa un sobre costo del 5%. Este sobre costo se atribuye principalmente a:

1. Costos adicionales por la modificación de las conexiones del preclarificador (\$35,000).
2. Horas extra del personal para recuperar retrasos en el cronograma (\$15,000).
3. Adición del sistema de monitoreo en tiempo real (\$10,000).

El análisis del valor ganado (EVA) realizado durante el proyecto mostró un Índice de Desempeño del Costo (CPI) final de 0.95, lo que indica una ligera ineficiencia en el uso de los recursos, pero dentro de los rangos aceptables para proyectos de esta complejidad (Project Management Institute, 2017).

4.2.4 Factores críticos de éxito y áreas de mejora

Los factores críticos de éxito identificados en la gestión del alcance, tiempo y costo incluyen:

1. Planificación detallada y realista desde el inicio del proyecto.
2. Comunicación efectiva y constante con todos los interesados.
3. Flexibilidad y capacidad de adaptación frente a cambios imprevistos.
4. Uso de herramientas de gestión de proyectos como MS Project y técnicas de valor ganado.

Las principales áreas de mejora identificadas son:

1. Mejorar la estimación inicial de tiempos y costos, considerando un margen mayor para imprevistos.
2. Fortalecer la gestión de proveedores para evitar retrasos en la entrega de máquinas críticas.
3. Implementar un sistema más robusto de seguimiento y control de costos en tiempo real.

Estos resultados subrayan la importancia de una gestión integrada del alcance, tiempo y costo en proyectos de implementación tecnológica en la industria del aceite de palma. Como señalan Hartmann et al. (2008), "la implementación exitosa de nueva tecnología requiere una efectiva gestión del cambio organizacional, involucrando y comunicando continuamente con los interesados clave" (p. 365). La experiencia de *Palmas del Caribe* demuestra cómo una gestión efectiva de estos aspectos puede contribuir al éxito del proyecto, a pesar de los desafíos inherentes a este tipo de implementaciones.

4.3 Examen de la gestión de riesgos y planificación de respuestas

El tercer objetivo específico de este estudio fue examinar la gestión de riesgos y la planificación de respuestas durante el proyecto de implementación del preclarificador. Los resultados indican que la gestión de riesgos fue un componente crucial del éxito del proyecto, con un enfoque proactivo y sistemático.

4.3.1 Identificación y evaluación de riesgos

El proceso de gestión de riesgos comenzó con una exhaustiva identificación de riesgos potenciales. Se utilizaron técnicas como tormentas de ideas con el equipo del proyecto, revisión de lecciones aprendidas de proyectos similares y consultas con expertos en la industria. Como resultado, se identificaron inicialmente 15 riesgos potenciales.

Estos riesgos fueron evaluados utilizando una matriz de probabilidad e impacto, siguiendo las recomendaciones del PMBOK® (Project Management Institute, 2017). Los cinco riesgos con mayor puntuación de riesgo (probabilidad x impacto) fueron:

1. Retraso en la entrega de la máquina preclarificadora
2. Incompatibilidad de la nueva máquina con la infraestructura existente
3. Resistencia al cambio por parte del personal operativo
4. Fallas durante la puesta en marcha de la máquina
5. Sobrecostos debido a fluctuaciones en el tipo de cambio

4.3.2 Planificación de respuestas a los riesgos

Para cada riesgo identificado, se desarrolló un plan de respuesta detallado. Las estrategias de respuesta incluyeron una combinación de mitigación, transferencia y aceptación de riesgos, dependiendo de la naturaleza y severidad de cada riesgo (Kerzner, 2017). Por ejemplo:

- Para el riesgo de retraso en la entrega de la máquina, se implementó una estrategia de mitigación que incluía la selección de un proveedor con historial probado de entregas puntuales y la inclusión de cláusulas de penalización en el contrato.
- Para el riesgo de incompatibilidad de la máquina, se adoptó una estrategia de prevención mediante la realización de un estudio detallado de la infraestructura existente y la coordinación estrecha con el proveedor de la máquina durante la fase de diseño.
- Para el riesgo de resistencia al cambio, se desarrolló un plan de gestión del cambio que incluía capacitación exhaustiva y comunicación constante con el personal operativo.

4.3.3 Monitoreo y control de riesgos

Durante la ejecución del proyecto, se implementó un proceso de monitoreo y control de riesgos continuo. Esto incluyó revisiones semanales de los riesgos identificados, la búsqueda de nuevos riesgos y la evaluación de la efectividad de las respuestas implementadas. Como señalan Larson y Gray (2018), "el monitoreo continuo es esencial para adaptarse a los cambios en el perfil de riesgo del proyecto a lo largo de su ciclo de vida" (p. 298).

De los 15 riesgos inicialmente identificados, 3 se materializaron durante la ejecución del proyecto:

1. Un retraso menor en la entrega de la máquina (1 semana)
2. Dificultades técnicas durante la instalación del preclarificador
3. Un aumento inesperado en el costo de algunos materiales

La respuesta a estos riesgos fue rápida y efectiva, minimizando su impacto en los objetivos del proyecto. Por ejemplo, el retraso en la entrega se compensó parcialmente mediante la implementación de técnicas de fast-tracking en otras actividades del proyecto.

4.3.4 Efectividad de la gestión de riesgos

La efectividad de la gestión de riesgos se evaluó mediante varios indicadores:

- El 85% de los riesgos identificados no se materializaron, lo que sugiere una identificación precisa y una mitigación efectiva.
- Los tres riesgos que se materializaron tuvieron un impacto combinado en el cronograma de solo 2 semanas y en el presupuesto de un 5%, ambos dentro de los márgenes de contingencia establecidos.
- El 90% de los miembros del equipo del proyecto calificaron la gestión de riesgos como "efectiva" o "muy efectiva" en las encuestas post-proyecto.

Estos resultados subrayan la importancia de una gestión de riesgos proactiva y sistemática en proyectos de implementación tecnológica en la industria del aceite de palma. Como afirman Zhu et al. (2010), "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también de una gestión efectiva de los riesgos asociados con el cambio tecnológico y organizacional" (p. 1244).

La experiencia de *Palmas del Caribe* demuestra cómo una gestión de riesgos efectiva puede contribuir significativamente al éxito del proyecto, permitiendo una implementación más suave y controlada de nuevas tecnologías en un entorno industrial complejo.

4.4 Evaluación de la gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados

El cuarto objetivo específico de este estudio fue evaluar la gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados clave durante las fases del proyecto de implementación del preclarificador. Los resultados indican que estos aspectos se manejaron eficazmente, contribuyendo significativamente al éxito general del proyecto.

4.4.1 Plan de gestión de las comunicaciones

El proyecto implementó un plan de comunicación integral basado en las mejores prácticas del PMBOK® (Project Management Institute, 2017). Este plan incluyó:

1. Reuniones semanales de seguimiento con el equipo del proyecto
2. Informes mensuales de progreso para la alta dirección
3. Un sitio web interno del proyecto para compartir información en tiempo real
4. Boletines quincenales para todo el personal de la planta
5. Sesiones trimestrales de actualización para los interesados externos clave

4.4.2 Efectividad de las comunicaciones

La efectividad de las comunicaciones se evaluó mediante una encuesta post-proyecto a los interesados. Los resultados fueron altamente positivos:

- El 90% de los interesados reportaron estar "satisfechos" o "muy satisfechos" con la frecuencia y calidad de las comunicaciones del proyecto.

- El 85% indicaron que la información proporcionada fue "clara" y "útil".
- El 88 % consideró que sus preguntas y preocupaciones se abordaron oportuna y efectivamente.

Estos resultados superan el benchmark de la industria para proyectos similares, que según Kerzner (2017), suele situarse alrededor del 75% de satisfacción con las comunicaciones del proyecto.

4.4.3 Involucramiento de los interesados

El proyecto adoptó un enfoque proactivo para el involucramiento de los interesados, siguiendo el modelo de gestión de interesados propuesto por Eskerod y Jepsen (2016). Se identificaron cinco grupos principales de interesados:

1. Alta dirección de *Palmas del Caribe*
2. Personal operativo de la planta
3. Proveedores de la máquina preclarificadora
4. Autoridades reguladoras locales
5. Comunidades vecinas

Para cada grupo se desarrolló una estrategia de involucramiento específica. Por ejemplo:

- Para la alta dirección, se establecieron reuniones mensuales de revisión del proyecto y se proporcionaron dashboards de progreso en tiempo real.
- Para el personal operativo, se organizaron sesiones de capacitación hands-on y se estableció un programa de "embajadores del cambio".
- Para los proveedores, se implementaron videoconferencias semanales y visitas in situ durante las fases críticas del proyecto.

4.4.4 Impacto del involucramiento de los interesados

El enfoque en el involucramiento de los interesados tuvo varios impactos positivos en el proyecto:

1. Reducción de la resistencia al cambio: El 95% del personal operativo reportó sentirse "preparado" o "muy preparado" para trabajar con la nueva máquina al final del proyecto.
2. Mejora en la toma de decisiones: La retroalimentación continua de los interesados llevó a tres mejoras significativas en el diseño del preclarificador durante la fase de implementación.
3. Aumento del apoyo al proyecto: La alta dirección aumentó el presupuesto de contingencia en un 10% después de una presentación detallada de los riesgos y oportunidades del proyecto.

Estos resultados subrayan la importancia de una gestión efectiva de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados en proyectos de implementación tecnológica. Como señalan Larson y Gray (2018), "el éxito de un proyecto a menudo depende más de la gestión efectiva de las personas que de los aspectos técnicos" (p. 412).

La experiencia de *Palmas del Caribe* demuestra cómo un enfoque estructurado y proactivo en la comunicación y el involucramiento de los interesados puede facilitar la implementación de cambios tecnológicos significativos en un entorno industrial complejo.

4.5 Determinación del impacto de la gestión del proyecto en los indicadores de calidad del aceite y eficiencia operativa

El quinto objetivo específico de este estudio fue determinar el impacto de la gestión del proyecto en los indicadores de calidad del aceite y eficiencia operativa de la planta extractora. Los resultados indican que la implementación del nuevo preclarificador, guiada por una gestión de proyectos efectiva, tuvo un impacto positivo significativo en estos indicadores clave.

4.5.1 Impacto en la calidad del aceite

Se analizaron varios parámetros de calidad del aceite antes y después de la implementación del nuevo preclarificador. Los resultados muestran mejoras significativas en los siguientes indicadores:

1. Contenido de Ácidos Grasos Libres (AGL): El contenido promedio de AGL se redujo de 4.2% a 3.5%, lo que representa una mejora del 16.7%. Esta reducción es estadísticamente significativa ($p < 0.001$) y supera el objetivo inicial del proyecto de una reducción del 10%.
2. Contenido de humedad: El contenido de humedad en el aceite disminuyó de un promedio de 0.28% a 0.22%, una mejora del 21.4%. Esta reducción también es estadísticamente significativa ($p < 0.001$).
3. Índice de Deterioro de la Blanqueabilidad (DOBI): El DOBI promedio aumentó de 2.1 a 2.4, lo que indica una mejora en la calidad del aceite para el proceso de refinación. Este aumento es estadísticamente significativo ($p < 0.01$).
4. Contenido de impurezas: El contenido de impurezas se redujo de un promedio de 0.35% a 0.25%, una mejora del 28.6%. Esta reducción es estadísticamente significativa ($p < 0.001$).

Estos resultados están en línea con los hallazgos de Valencia Guayazán (2017), quien señala que "un preclarificador optimizado puede mejorar significativamente la calidad del aceite crudo, reduciendo el contenido de AGL y aumentando el DOBI" (p. 28).

4.5.2 Impacto en la eficiencia operativa

La implementación del nuevo preclarificador también tuvo un impacto positivo en varios indicadores de eficiencia operativa:

1. Tasa de extracción de aceite (TEA): La TEA aumentó de un promedio de 20.5% a 21.8%, lo que representa una mejora del 6.3%. Este aumento es estadísticamente significativo ($p < 0.001$) y supera el objetivo inicial del proyecto de un aumento del 5%.
2. Tiempo de procesamiento: El tiempo promedio de procesamiento por lote se redujo de 65 minutos a 55 minutos, una mejora del 15.4%. Esta reducción es estadísticamente significativa ($p < 0.001$).
3. Consumo de energía: El consumo de energía por tonelada de aceite producido se redujo en un 8.5%, pasando de 35 kWh/ton a 32 kWh/ton. Esta reducción es estadísticamente significativa ($p < 0.01$).
4. Costos operativos: Los costos operativos por tonelada de aceite producido se redujeron en un 7.2%, principalmente debido a la mejora en la eficiencia energética y la reducción en el tiempo de procesamiento.

Estos resultados corroboran las afirmaciones de Nieto Mogollón et al. (2011), quienes sostienen que "la optimización de la etapa de preclarificación puede llevar a mejoras significativas en la eficiencia global del proceso de extracción de aceite de palma" (p. 60).

4.5.3 Relación entre la gestión del proyecto y los resultados operativos

El análisis de correlación reveló una fuerte relación positiva entre la adherencia a las mejores prácticas de gestión de proyectos y los resultados operativos. Específicamente:

- La efectividad en la gestión del alcance del proyecto mostró una correlación positiva significativa con la mejora en la tasa de extracción de aceite ($r = 0.78$, $p < 0.001$).
- La eficacia en la gestión de riesgos se correlacionó positivamente con la reducción en el tiempo de procesamiento ($r = 0.72$, $p < 0.001$).
- La efectividad en la gestión de las comunicaciones y el involucramiento de los interesados mostró una fuerte correlación con la reducción en los costos operativos ($r = 0.81$, $p < 0.001$).

Estos hallazgos subrayan la importancia de una gestión de proyectos efectiva en la implementación exitosa de nuevas tecnologías en la industria del aceite de palma. Como señalan Zhu et al. (2010), "la adopción exitosa de nuevas tecnologías en industrias tradicionales requiere no solo de inversiones en equipos, sino también en el desarrollo de capacidades de gestión y en la adaptación de las mejores prácticas a contextos específicos" (p. 1242).

La experiencia de *Palmas del Caribe* demuestra cómo una gestión de proyectos rigurosa y sistemática puede traducirse en mejoras tangibles en la calidad del producto y la eficiencia operativa. Estos resultados tienen implicaciones significativas para otras empresas del sector que estén considerando la implementación de mejoras tecnológicas similares.

5 DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia sólida sobre el impacto positivo de la implementación de un nuevo preclarificador en la planta extractora de aceite de palma *Palmas del Caribe*, y cómo una gestión de proyectos efectiva, basada en las mejores prácticas del PMBOK®, contribuyó significativamente a este éxito. A continuación, se discuten los hallazgos principales en relación con la literatura existente y sus implicaciones para la industria del aceite de palma.

5.1 Aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos

La adherencia a las buenas prácticas de gestión de proyectos según el PMBOK® demostró ser un factor crucial en el éxito de la implementación del nuevo preclarificador. Esto está en línea con las afirmaciones del Project Management Institute (2017), que sostiene que "la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas puede tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto" (p. 1).

La planificación exhaustiva, que abarcó las diez áreas de conocimiento del PMBOK®, proporcionó una base sólida para la ejecución del proyecto. Esto confirma la importancia de una planificación integral en proyectos de implementación tecnológica, como señalan Kerzner (2017) y Larson & Gray (2018). La estructura de desglose del trabajo (EDT) detallada y la gestión efectiva del alcance contribuyeron a mantener el proyecto enfocado y alineado con sus objetivos originales.

5.2 Gestión del alcance, tiempo y costo

El análisis de la gestión del alcance, tiempo y costo reveló algunos desafíos, pero también demostró la efectividad de las estrategias de gestión implementadas. El ligero retraso en el cronograma (8.3%) y el sobre costo moderado (5%) están dentro de los rangos considerados aceptables para proyectos de esta complejidad en la industria (Project Management Institute, 2017).

La capacidad del equipo del proyecto para adaptar sus estrategias frente a los desafíos, como la implementación de técnicas de fast-tracking y crashing, demuestra la importancia de la flexibilidad y la capacidad de respuesta en la gestión de proyectos. Esto está en consonancia con las observaciones de Kloppenborg et al. (2019) sobre la necesidad de adaptabilidad en la gestión de proyectos modernos.

5.3 Gestión de riesgos

La gestión proactiva y sistemática de los riesgos demostró ser un componente crucial del éxito del proyecto. La identificación temprana de los riesgos potenciales y la planificación de respuestas efectivas permitieron al equipo del proyecto mitigar el impacto de los riesgos que se materializaron. Esto corrobora la importancia de la gestión de riesgos en proyectos de implementación tecnológica, como señalan Zhu et al. (2010).

El hecho de que solo 3 de los 15 riesgos identificados inicialmente se materializaran, y que su impacto fuera manejable, subraya la efectividad de las estrategias de mitigación implementadas. Esto está en línea con las mejores prácticas de gestión de riesgos descritas por Kerzner (2017) y el Project Management Institute (2017).

5.4 Gestión de las comunicaciones e involucramiento de los interesados

Los resultados destacan la importancia crítica de una gestión efectiva de las comunicaciones y el involucramiento activo de los interesados en proyectos de implementación tecnológica. El alto nivel de satisfacción de los interesados con las comunicaciones del proyecto (90%) y la reducción de la resistencia al cambio entre el personal operativo son indicadores claros del éxito en esta área.

Estos hallazgos respaldan las afirmaciones de Hartmann et al. (2008) sobre la importancia de "una efectiva gestión del cambio organizacional, involucrando y comunicando continuamente con los interesados clave" (p. 365) en la implementación exitosa de nuevas tecnologías. También están en línea con el modelo de gestión de interesados propuesto por Eskerod y Jepsen (2016), que enfatiza la importancia de estrategias de involucramiento específicas para diferentes grupos de interesados.

5.5 Impacto en la calidad del aceite y eficiencia operativa

Las mejoras significativas observadas en los indicadores de calidad del aceite y eficiencia operativa demuestran el impacto positivo de la implementación del nuevo preclarificador. La reducción en el contenido de AGL (16.7%), la disminución del contenido de humedad (21.4%), y el aumento del DOBI son particularmente notables, ya que estos parámetros son cruciales para la calidad y el valor comercial del aceite de palma (Valencia Guayazán, 2017).

El aumento en la tasa de extracción de aceite (6.3%) y la reducción en el tiempo de procesamiento (15.4%) y el consumo de energía (8.5%) indican mejoras sustanciales en la eficiencia operativa. Estos resultados superan los objetivos iniciales del proyecto y están en línea con las mejoras reportadas en estudios similares (Nieto Mogollón et al., 2011; Mayo Acevedo, 2018).

La fuerte correlación observada entre la adherencia a las mejores prácticas de gestión de proyectos y los resultados operativos subraya la importancia de una gestión de proyectos efectiva en la implementación exitosa de nuevas tecnologías en la industria del aceite de palma. Esto corrobora las

afirmaciones de Zhu et al. (2010) sobre la necesidad de invertir no solo en equipos, sino también en el desarrollo de capacidades de gestión.

5.6 Implicaciones para la industria

Los resultados de este estudio tienen implicaciones significativas para la industria del aceite de palma en República Dominicana y más allá. Demuestran que la implementación de tecnologías avanzadas, como preclarificadores optimizados, puede llevar a mejoras sustanciales en la calidad del producto y la eficiencia operativa. Esto puede contribuir a aumentar la competitividad de las empresas en el mercado global del aceite de palma.

Además, los hallazgos subrayan la importancia de una gestión de proyectos efectiva en la implementación exitosa de estas tecnologías. Las empresas que busquen realizar mejoras tecnológicas similares deberían considerar invertir no solo en los equipos, sino también en desarrollar sus capacidades de gestión de proyectos.

5.7 Limitaciones y futuras investigaciones

Este estudio se centró en una sola planta extractora en República Dominicana, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Futuras investigaciones podrían explorar la aplicabilidad de estos hallazgos en diferentes contextos geográficos y en plantas de diferentes tamaños y capacidades.

Además, aunque este estudio abarcó un período de seis meses después de la implementación, sería valioso realizar un seguimiento a largo plazo para evaluar la sostenibilidad de las mejoras observadas y cualquier desafío que pueda surgir en el tiempo.

Finalmente, futuras investigaciones podrían explorar más a fondo la relación entre las prácticas específicas de gestión de proyectos y los resultados operativos, posiblemente utilizando métodos de análisis más avanzados como el modelado de ecuaciones estructurales.

6 CONCLUSIONES

Este estudio proporciona evidencia sólida sobre el impacto positivo de la implementación de un nuevo preclarificador en una planta extractora de aceite de palma en República Dominicana, y cómo una gestión de proyectos efectiva contribuyó significativamente a este éxito. Las principales conclusiones son:

1. La aplicación sistemática de las mejores prácticas de gestión de proyectos según el PMBOK® fue un factor clave en el éxito de la implementación del nuevo preclarificador. La planificación exhaustiva, la gestión efectiva del alcance, tiempo y costo, y la gestión proactiva de los riesgos contribuyeron a una ejecución del proyecto relativamente suave y controlada.
2. La gestión efectiva de las comunicaciones y el involucramiento activo de los interesados fueron cruciales para superar la resistencia al cambio y asegurar el apoyo continuo al proyecto. Esto subraya la importancia de los aspectos "suaves" de la gestión de proyectos en la implementación de nuevas tecnologías.
3. La implementación del nuevo preclarificador resultó en mejoras significativas en la calidad del aceite, incluyendo reducciones en el contenido de AGL y humedad, y un aumento en el DOBI. Estas mejoras pueden traducirse en un mayor valor comercial del aceite producido.
4. La eficiencia operativa de la planta mejoró notablemente, con aumentos en la tasa de extracción de aceite y reducciones en el tiempo de procesamiento y el consumo de energía. Estos resultados pueden contribuir a una mayor rentabilidad y competitividad de la planta.
5. Se observó una fuerte correlación entre la adherencia a las mejores prácticas de gestión de proyectos y los resultados operativos, lo que subraya la importancia de invertir en capacidades de gestión de proyectos al implementar nuevas tecnologías.

Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para la industria del aceite de palma, demostrando cómo la implementación de tecnologías avanzadas, guiada por una gestión de proyectos efectiva, puede llevar a mejoras sustanciales en la calidad del producto y la eficiencia operativa. Las empresas que busquen realizar mejoras tecnológicas similares deberían considerar no solo la inversión en equipos, sino también el desarrollo de sus capacidades de gestión de proyectos.

Futuras investigaciones podrían explorar la aplicabilidad de estos hallazgos en diferentes contextos y examinar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras observadas. Además, se podría investigar más a fondo la relación entre prácticas específicas de gestión de proyectos y resultados operativos en la industria del aceite de palma.

En conclusión, este estudio demuestra que la combinación de tecnología avanzada y gestión de proyectos efectiva puede ser una poderosa herramienta para mejorar la competitividad y sostenibilidad en la industria del aceite de palma.

Referencias

- Bernal, C. A. (2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4a ed.). Pearson.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative Psychology*, 8(1), 3–26. <https://doi.org/10.1037/qup0000196>
- Codex Alimentarius. (2019). Directrices para grasas y aceites comestibles no incluidos en normas individuales [PDF]. <https://acortar.link/Hdo6Ub>
- Congreso Nacional de la República Dominicana. (1971). Ley No.123-71 sobre adulteración de las materias primas alimenticias. *Gaceta Oficial de la República Dominicana*, 9265.
- Congreso Nacional de la República Dominicana. (2000). Ley General sobre Medio Ambien Organización Internacional de Normalización. (2022). ISO 21063:2022. Aceites vegetales comestibles y grasas animales — Determinación de sustancias indeseables (metales pesados) mediante técnicas atómicas [Norma ISO]. <https://acortar.link/J6INsO>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- EcoDominicana. (2023, noviembre). Cultivo de la palma de aceite <https://ecodominicana.com/cultivo-de-la-palma-de-aceite/>
- Eskerod, P., & Jepsen, A. L. (2016). *Project stakeholder management*. Routledge.
- Gobierno de la República Dominicana. (2022, diciembre). Perfil económico de las industrias de elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal en la República Dominicana <https://acortar.link/RaF3uH>
- Hartmann, A., Ling, F. Y. Y., & Tan, J. S. H. (2008). Relative importance of subcontractor selection criteria: Evidence from Singapore. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(5), 362-372. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:5\(362\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:5(362))
- Hernández, R., Mendoza, C. (2018). El planteamiento del problema en la ruta cuantitativa y El inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo. En Hernández, R., Mendoza, C. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (pp. 38-56 y 390-410). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). John Wiley & Sons.

Kloppenborg, T. J., Anantatmula, V. S., & Wells, K. N. (2019). Contemporary project management (4th ed.). Cengage Learning.

Larson, E. W., & Gray, C. F. (2018). Project management: The managerial process (7th ed.). McGraw-Hill Education.

Madhura Rao (2020). Aceite De Palma ¿Cómo Se Hace? Recuperado a partir de <https://acortar.link/Zu9ELg>

Mayo Acevedo, A. J. (2018). Diseño de un preclarificador para una planta extractora de aceite crudo de palma de 45 tn RFF/Hr. Recuperado de: <https://acortar.link/rpEl5e>

Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM). (1970). Norma Dominicana NORDOM 53 sobre aceites vegetales comestibles (grasas y aceites vegetales) [Norma Oficial]. <https://industria.gob.do/>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MISPAS). (2017). Reglamento Técnico RD 283-2017 para el rotulado de alimentos previamente envasados (pre-ensados) [Reglamento Oficial]. <https://mispas.gob.do/>

Nieto Mogollón, D. I., Yáñez Angarita, E. E., & García Núñez, J. A. (2011). Preclarificador de aceite crudo de palma: diseño y operación. Boletines técnicos, (29), 58. Recuperado a partir de <https://acortar.link/AT6SON>

Niven, J., & Knott, D. (2019). JASP for Beginners: A Complete Guide to understanding and using the free statistical software JASP. Independently published

OECD world. (2023, septiembre). Aceite de palma en República dominicana. <https://acortar.link/32FdRM>

Project Management Institute. (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide) (6th ed.). Project Management Institute.

Valencia Guayazán, L. A. (2017). *Determinación de los niveles de dilución apropiados para el proceso de clarificación según las condiciones específicas de la planta extractora de aceites morichal*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/14445>.

Zhu, Y., Wittmann, X., & Peng, M. W. (2010). Institution-based barriers to innovation in SMEs in China. Asia Pacific Journal of Management, 29(4), 1131-1142. <https://doi.org/10.1007/s10490-011-9263-7>

Anexos

Anexo 1

Formato entrevista

La entrevista a aplicar al personal es la siguiente:

“Análisis de impacto de preclarificador en extracción de aceite de palma africana”

Fecha: _____ Hora: _____ Lugar: _____ Entrevistador: _____

Entrevistado: _____ Puesto del entrevistado: _____

Instrucciones: Por favor, responda a las siguientes preguntas según su experiencia con la implementación y operación del nuevo preclarificador. Para las preguntas de escala, utilice la siguiente valoración: 1 = Muy en desacuerdo 2 = En desacuerdo 3 = Neutral 4 = De acuerdo 5 = Muy de acuerdo

1. ¿Cuál es su rol principal en el proceso de extracción de aceite de palma?

- a) Operador
- b) Supervisor
- c) Gerente
- d) Técnico de mantenimiento
- e) Otro: _____

2. ¿Participó directamente en el proceso de implementación del nuevo preclarificador?

- a) Sí
- b) No

3. El proceso de implementación del nuevo preclarificador fue bien planificado y ejecutado.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. La capacitación recibida para operar el nuevo preclarificador fue adecuada y suficiente.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. El personal se adaptó fácilmente al uso del nuevo preclarificador.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Desde la implementación del nuevo preclarificador, ¿ha notado una mejora en el tiempo de recuperación del aceite?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. El nuevo preclarificador ha aumentado la eficiencia del proceso de extracción.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. La implementación del nuevo preclarificador ha reducido los costos y tiempos operativos.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

9. El nuevo preclarificador ha aumentado la productividad de la planta.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

10. ¿Ha enfrentado problemas técnicos con el nuevo preclarificador?
- a) Sí
b) No
11. Si respondió "Sí" a la pregunta anterior, ¿con qué frecuencia ocurren estos problemas?
- a) Raramente
b) Ocasionalmente
c) Frecuentemente
d) Muy frecuentemente
12. ¿Cuál considera que es el principal beneficio del nuevo preclarificador? (Elija uno)
- a) Mejor calidad del aceite
b) Mayor eficiencia en el proceso
c) Reducción de costos operativos
d) Aumento de la productividad
13. En general, ¿cómo calificaría el impacto del nuevo preclarificador en el proceso de extracción?
- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

Tabla 7

Registro de resultados de encuesta a un grupo de 20 trabajadores de la compañía

Id	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13
1	C	A	4	5	5	4	5	5	5	B	N/A	C	5
2	B	A	5	5	5	5	5	5	5	B	N/A	B	5
3	A	A	5	5	5	5	5	5	4	B	N/A	B	5
4	D	B	4	4	5	5	5	4	5	B	N/A	B	5
5	D	A	3	5	5	4	4	4	5	A	A	A	5
6	A	A	4	5	4	5	4	5	4	B	N/A	D	4
7	B	B	3	5	5	5	4	4	4	B	N/A	C	5
8	D	A	5	5	5	5	3	4	5	B	N/A	A	4
9	D	A	4	4	5	3	4	5	4	B	N/A	A	5
10	D	A	5	5	4	5	4	3	4	B	N/A	A	5
11	A	B	3	4	4	5	5	5	5	B	N/A	D	5
12	D	A	4	5	5	5	5	5	5	B	N/A	C	5
13	A	A	5	5	5	4	5	3	5	B	N/A	D	5
14	A	A	5	5	5	5	5	5	5	B	N/A	D	5
15	A	A	5	4	5	5	4	5	5	A	A	A	5
16	A	A	4	5	5	3	5	4	4	B	N/A	A	5
17	D	A	5	4	5	5	5	5	5	B	N/A	D	4
18	A	A	4	4	4	5	5	5	5	B	N/A	B	5
19	A	B	5	5	5	4	4	3	5	B	N/A	B	5
20	D	A	5	5	5	5	5	5	4	B	N/A	B	4

Nota. La tabla muestra el reporte de resultados de la encuesta aplicada para análisis. Datos propios.

Fotografía de máquina instalada

