Repositorio Electrónico de Trabajos de Titulación

Maestría en Gestión de la Cadena de Suministros

Proyecto Integrador Caso de Negocio

Implementación de un sistema de pronóstico de la demanda como fortalecimiento de la Producción y la Logística en una empresa procesadora de vegetales

Jefferson Paul Ayala Chamorro[a] y Alexis Alfonso Aponte Salazar[b] bajo la dirección de

María Elene Godoy Zuñiga[c]

a Ingeniero Industrial E-mail jefferson.ayala@uees.edu.ec
b Ingeniero Industrial E-mail alexis.aponte@uees.edu.ec
c PhD en Lenguas, Literaturas y sus Culturas y sus aplicaciones. Profesora Universidad Espíritu Santo, Ecuador. E-mail mariaegodoy@uees.edu.ec

Diciembre, 2024

Resumen:

El proyecto de caso se enfoca en la implementación de un sistema avanzado de pronóstico de demanda para una empresa agroindustrial que enfrenta desafíos significativos en la gestión de su producción y en la optimización de sus inventarios. La empresa ha identificado que la falta de datos precisos y actualizados ha llevado a decisiones ineficaces, resultando en costos elevados y en un uso ineficiente de recursos. A través de un análisis detallado, se han reconocido varios riesgos, como la dependencia excesiva de la tecnología, limitaciones en la flexibilidad operativa y la posibilidad de interpretaciones erróneas de los resultados. Para mitigar estos riesgos, se propone un plan integral que incluye la diversificación de proveedores tecnológicos, garantizando así una mayor resiliencia ante fallas del sistema. Además, se planea la capacitación continua del personal en análisis de datos y herramientas tecnológicas, así como la implementación de un sistema de revisión por pares para validar los resultados obtenidos. La comunicación efectiva entre los equipos es fundamental

Palabras Claves:

Eficiencia Operativa, Pronóstico de la Demanda, Inactividad laboral, Reducción de Costos, Implementación.

para facilitar la adaptación a los cambios en el mercado y mejorar la colaboración. El proyecto tiene un costo de inversión inicial de $4500,00; también contempla la integración de nuevas tecnologías que optimicen la recolección y el análisis de datos, proporcionando información más precisa y relevante. A largo plazo, se espera que estas estrategias no solo mejoren la exactitud de los pronósticos, sino que también incrementen la competitividad de la empresa, permitiéndole responder de manera ágil a las demandas cambiantes del consumidor y a las condiciones del mercado, asegurando así un crecimiento sostenible y rentable.

Abstract:

The case project focuses on the implementation of an advanced demand forecasting system for agro industrial company that faces significant challenges in managing its production and optimizing its inventories. The company has identified that the lack of accurate and up-to-date data has led to ineffective decisions, resulting in high costs and inefficient use of resources. Through detailed analysis, several risks have been recognized, such as over-reliance on technology, limitations in operational flexibility, and the possibility of misinterpretations of results. To mitigate these risks, a comprehensive plan is proposed that includes the diversification of technological providers, thus guaranteeing greater resilience to system failures. In addition, continuous staff training in data analysis and technological tools is planned, as well as the implementation of a peer review system to validate the results obtained. Effective communication between teams is essential to facilitate adaptation to changes in the market and improve collaboration. The project has an initial investment cost of $4500.00; also contemplates the integration of new technologies that optimize data collection and analysis, providing more accurate and relevant information. In the long term, these strategies are expected to not only improve the accuracy of forecasts, but also increase the competitiveness of the company, allowing it to respond agilely to changing consumer demands and market conditions, thus ensuring sustainable growth and profitable.

Keywords :

Operacional Efficiency, Demand Forecasting, Work Inactivity, Cost Reduction. Implementation.

1. Oportunidad o problema

1.1 Identifique la oportunidad o problema

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO por sus siglas en inglés, Ecuador se encuentra en el veintitresavo puesto a nivel mundial en la exportación de brócoli a nivel mundial con 0,29% del Total. A nivel provincial, Cotopaxi produce casi el 90% de brócoli en todo el país, con apenas el 4,7% le corresponde a Chimborazo y el 2,6% a Tungurahua, luego se ubican Imbabura, Pichincha, Azuay, Cañar y Loja. La cadena de suministros de exportación de brócoli empieza desde la materia prima con la adquisición de las plántulas que posteriormente son plantadas en el suelo preparado con fertilizantes y pesticidas, continua con la producción y cosecha aquí los agricultores se encargan se sembrar, cuidar el brócoli siguiendo prácticas agrícolas sostenibles y cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por los compradores internacionales.

Este eslabón que empieza en el campo tiene importantes actividades como es el riego, las fases de fertilización, control de plagas y enfermedades, recolección de pellas de brócoli y transporte interno a las plantas de procesamiento, en estas plantas de procesamiento es receptada la materia prima se procede al control de calidad, corte, lavado, selección, clasificación, empaque y etiquetado para su posterior almacenamiento, el brócoli procesado se almacena en cámaras frigoríficas, con estricto monitoreo, para mantener su frescura y prolongar su vida útil antes de enviar a los mercados de destino aquí se controla la humedad y la temperatura, con el brócoli listo empieza la logística de exportación, se realiza la coordinación de exportación reservando un

booking con navieras, obtención del certificado sanitario de exportación, y la emisión del certificado de calidad.

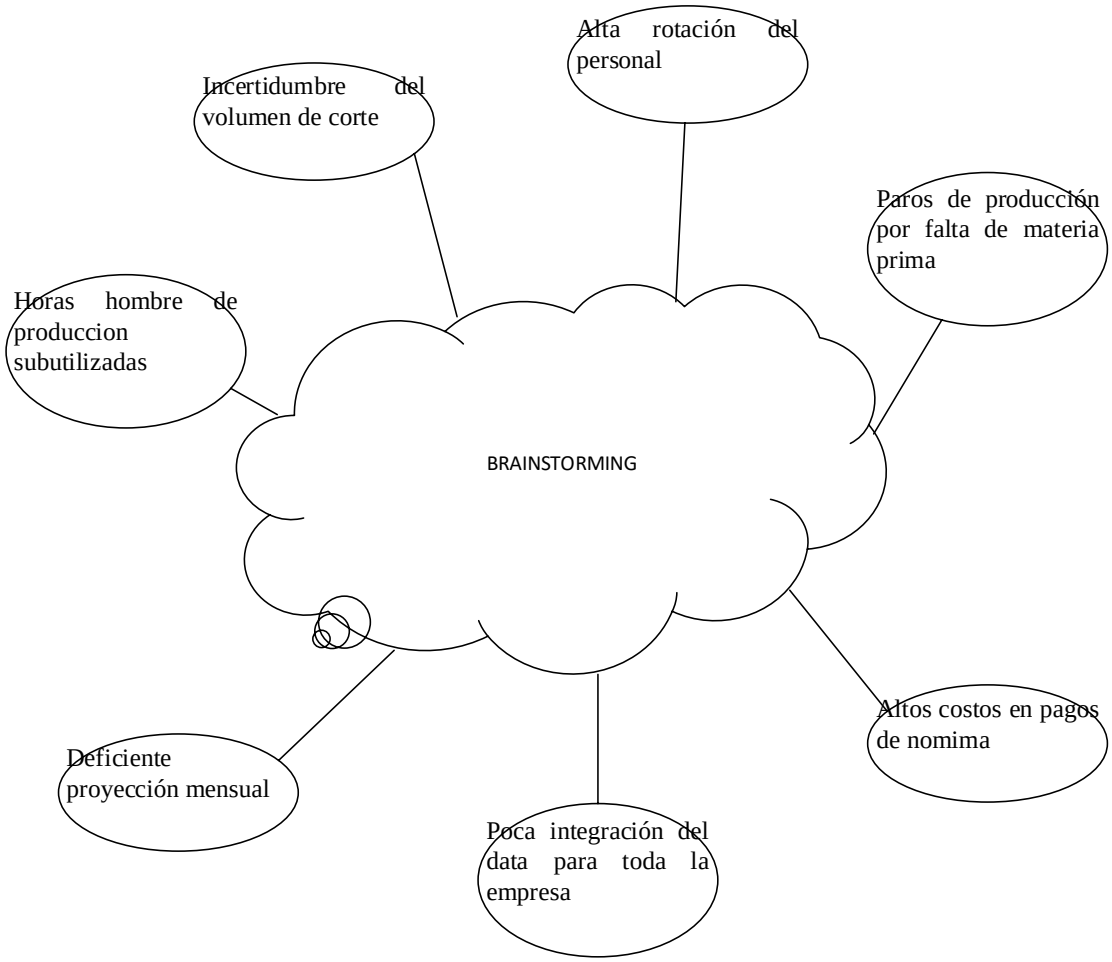
Luego de la obtención de los certificados, se carga el contenedor, traslado desde la empacadora hasta el puerto, se procede al embarque del contenedor y empieza el transporte marítimo hacia los puertos de destino, como penúltimo eslabón nuestros productos llegan a los clientes en Norteamérica, Europa, y oceánica para finalmente lleguen al consumidor final, luego de que los clientes distribuyan el producto a supermercados, restaurantes y tiendas especializadas de la localidad. Estamos ubicados en la provincia con mayor porcentaje de producción de brócoli, aspiramos que el caso de negocio va a mejorar la eficiencia en un eslabón en la cadena de suministro como es el área de corte de brócoli, donde esta área es en la que su nómina es la más numerosa y en donde los costos de mano de obra es el rubro más alto de toda la cadena de suministros.

Para el caso de investigación la empresa en donde se aplica el caso de negocio se denomina como Ecuafloret principal planta agroindustrial semi procesadora de brócoli, en donde trabajan alrededor de 105 empleados y producen 32 toneladas de brócoli diario con una velocidad de producción de 39 kilogramos/hora y un valor de venta de $0,26ctvs el kilo de floret cortado. La implementación de la tecnología es fundamental para esta empresa comprometida con la innovación y la digitalización; el área de producción busca activamente sistemas que optimicen sus procesos, incrementando la eficiencia y la calidad, reduciendo costos operativos, para mantenerse competitiva en el mercado global de productos agrícolas, y con estas mejoras la

modernización tecnológica es vista como una inversión estratégica para el crecimiento sostenible de Ecuafloret.

A continuación, se muestra la Ilustración 1 con las ideas que dieron como resultado en la aplicación de la herramienta Brainstorming, al culminar el uso de la aplicación de la herramienta Brainstorming se logra identificar los diferentes problemas que presenta el departamento que afectan su rendimiento entre ellos se encuentra la incertidumbre del volumen de corte lo que dificulta la planificación adecuada de recursos, la alta rotación de personal genera inestabilidad y costos adicionales en la capacitación de nuevos empleados. También se presentan paros de producción por falta de materia prima que interrumpen el flujo de trabajo, los altos costos en pagos de nómina son otra preocupación, junto con la poca integración de datos que limita la toma de decisiones informadas, la deficiente proyección mensual impide una planificación estratégica efectiva, exacerbando estos desafíos.

Ilustración 1 Resultados de la identificación del problema – Herramienta Brainstorming



Nota: El gráfico muestra las ideas proporcionadas por los participantes en la aplicación de la herramienta Brainstorming durante el desarrollo del proyecto. Ilustración elaborado por los Autores.

Tabla 1 Resultados de la identificación del problema - Herramienta "5 Por qué"

Planteamiento del problema		Que esta pasando ?					¿Como solucionarlo?
		¿Porque 1?	¿Porque 2?	¿Porque 3?	¿Porque 4?	¿Porque 5?	
Ineficiencia en el proceso actual de la planificacion de la demanda	1	Alta rotacion del personal	Incertidumbre laboral	Se contrata y se depide a los colaboradores de acuerdo a la temporada	No se cuenta con un estimado de capacidad menual	No se cuenta con un estimado de produccion mensual	**Implementación de un sistema de pronóstico de la demanda**
	2	Paros por falta de materia prima	Alto numero de horas donde no se tiene materia prima para producir	Falta de materia prima	No hay materia prima en campo	No se cuenta con un estimado de produccion mensual	**Implementación de un sistema de pronóstico de la demanda**
	3	Costos injustificados de mano de obra	No se logra trabajar las 8 horas de corrido	Falta de materia prima	No hay materia prima en campo	No se cuenta con un estimado de produccion mensual	**Implementación de un sistema de pronóstico de la demanda**

Nota: La tabla muestra el resultado de la aplicación de la herramienta Los 5 Porqué para la identificación del problema/ oportunidad del proyecto. Texto elaborado por los autores.

Ilustración 2 Históricos de volúmenes de producción facturados

AÑO	TONELADAS	FACTURADO	COSTO MANO DE OBRA
2021	6´096.924	$1´444.173,99	$565.300.00
2022	5´970.018	$1´401.969,51	$570.100,00
2023	5´554.743	$1´325.911,78	$513.000,00

Nota: La ilustración muestra un histórico de las toneladas producidas en dólares en el área de semi-procesado de floret cortado. Fuente Empresa. Ilustración elaborado por los autores.

El cuadro presentado muestra el histórico de producción de brócoli en toneladas y su facturación en dólares en el área de semi procesado de floret cortado durante los años 2021, 2022, 2023, se evidencia una disminución en ambos indicadores, comenzando con 6´096.924 toneladas y $1´444.173,99 en 2021 y cayendo a 5´554.743 toneladas y $1´325.911,78 en 2023, lo que sugiere una pérdida de eficiencia y rentabilidad en la operación. Está tendencia a la baja resalta la necesidad de abordar los problemas existentes en la cadena de suministro y la gestión de producción, la disminución en la producción y los ingresos podría estar relacionada con factores como la falta de materia prima, ineficiencias operativas y una planificación deficiente, lo que subraya la importancia de implementar un sistema de pronóstico de la demanda para mejorar la situación.

1.2 Formalizar la declaración de la Oportunidad/Problema

Luego de identificar el problema que se presenta en el departamento de producción, se enumeran los beneficios que se pretenden obtener con el desarrollo de este proyecto se enfoca en la implementación de un sistema que aborde las ineficiencias actuales y permita alcanzar

beneficios significativos.; entre estos beneficios, se destaca la reducción del costo de mano de obra, lo que implica una optimización en la asignación de recursos humanos y una mejora en la productividad; además se busca ajustar el consumo de insumos, como alimentación y guantes, así como optimizar los recorridos operativos para minimizar desperdicios. Por último, disminuir los paros por falta de materia prima es fundamental para garantizar un flujo de producción constante, lo que no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a la satisfacción del cliente y a la competitividad de la empresa en el mercado.

Con base en lo anterior, se identifica la siguiente oportunidad de mejora:

Implementación de un sistema de pronóstico de la demanda como fortalecimiento de la Producción y la Logística en una empresa procesadora de vegetales

Se propone (Swaminathan & Venkitasubramony, 2024) la implementación de un sistema de pronósticos con la utilización de la Inteligencia Artificial y el aprendizaje automático para predecir la demanda en las industrias, superando las limitaciones de métodos tradicionales como el suavizado exponencial y la regresión lineal, al abordar la volatilidad y la corta vida útil de los productos a través de modelos híbridos que integran enfoques cualitativos y cuantitativos, ofreciendo una predicción más precisa y adaptable a las fluctuaciones del mercado. Se recomienda para futuras investigaciones un mayor énfasis en la mejora de la calidad y cantidad de datos disponibles, así como en la profundización del análisis de variables explicativas, como los atributos de producto y las tendencias de mercado, para así refinar los modelos de IA y ML y lograr una mayor exactitud en los pronósticos de demanda.

La implementación (Pérez-Mata et al., 2022) de un modelo de pronósticos resulta que en el análisis de la demanda real versus la pronosticada muestra un margen de errores mínimos fluctuantes con la mayoría de los artículos o productos mostrando un margen de error aceptable, exceptuando un caso atribuido a un pedido especial no contemplado en el pronóstico. Se recomienda la implementación de un modelo de pronóstico para minimizar los errores y optimizar la planificación de la producción, asegurando la disponibilidad de recursos para satisfacer la demanda y evitando incidencias en el proceso, particularmente para los artículos de mayor demanda, permitiendo al departamento de Producción preparar los insumos necesarios para la producción, y nos permite realizar una buena gestión más eficiente del inventario que nos da como resultado reducir pérdidas en los recursos.

La propuesta de un modelo de pronóstico de la demanda para la producción (Santa y Neelakandan, 2024) basado en aprendizaje automático, que emplea datos de probadores y algoritmos como K-medias y árboles de decisión para predecir la demanda de nuevos productos, se recomienda fuertemente para la industria. Su implementación es importante porque a diferencia de los métodos tradicionales que se basan únicamente en datos históricos, este enfoque permite una predicción más precisa de la demanda, alineada con las preferencias reales de los consumidores detectados a través de los datos de probadores, minimizando así el riesgo de sobreproducción y las consiguientes pérdidas económicas derivadas del exceso de inventario, descuentos forzosos y productos obsoletos, optimizando la gestión de inventarios y la rentabilidad.

Se recomienda según (Mejía, y Aguilar, 2024) la implementación de un modelo de pronósticos de la demanda debido a la ineficiencia de los enfoques de modelo único en la

predicción de la demanda de productos minoristas, los cuales ignoran la diversidad del comportamiento de ventas de cada bien. El sistema propuesto, utilizando una metodología de dos fases que combina el agrupamiento de productos mediante aprendizaje no supervisado y la selección de modelos de pronóstico para cada grupo a través de la ingeniería de características y modelos de aprendizaje automático de conjunto, mejora significativamente la precisión de la estimación de la demanda, superando a los enfoques tradicionales según las métricas este enfoque adaptativo permite una gestión más eficiente del inventario y optimiza la asignación de recursos, minimizando los costos asociados a errores de pronóstico, tanto por exceso como por defecto.

La implementación (Feizabadi, 2022) de modelos de pronóstico de demanda basados en aprendizaje automático (ML) se recomienda fuertemente, según la investigación presentada. Estudios previos demuestran que la amplificación de la varianza en las cadenas de suministro, conocida como efecto látigo, perjudica la eficiencia operativa, especialmente en etapas iniciales. El estudio, utilizando métodos híbridos y redes de información en un fabricante de acero, encontró mejoras estadísticamente significativas en la precisión del pronóstico, la rotación del inventario y el ciclo de conversión de efectivo al comparar los métodos basados en ML con los tradicionales, esta mejora tangible en el rendimiento de la cadena de suministro justifica la adopción de modelos de pronóstico de demanda basados en ML, ofreciendo un retorno económico significativo, especialmente en industrias con cadenas de suministro largas y productos con demanda relativamente predecible.

1.3 Identificar los objetivos en base al problema

Tomando en cuenta que la empresa se ha mantenido estable durante los últimos tres años y ofrece productos a precios competitivos, la implementación de un sistema de demanda se presenta como una oportunidad ideal para fortalecer los procesos internos y disminuir los costos operativos; este sistema no solo permitirá una mejor alineación entre la producción y las necesidades del mercado, sino que también facilitará la identificación de objetivos en otras áreas donde se pueden realizar ahorros significativos. Es vital desarrollar un plan de acción que se enfoque en el objetivo propuesto en reducir el costo de mano de obra, ajustar tiempos de entrega y disminuir paros por falta de materia prima, garantizando que esta estrategia no solo respalde, sino que también refuerce la estrategia corporativa de mantener la rentabilidad de las operaciones, al hacerlo, la empresa podrá mejorar su competitividad y asegurar un crecimiento sostenible.

1.4. Establezca prioridades en sus objetivos.

Con la evaluación de los 3 objetivos propuestos se decide priorizar el que represente un mayor valor de costo al área de producción.

Objetivo 1. Reducir el costo de mano de obra.

Es considerado el objetivo de mayor prioridad dentro del caso de negocio, dado que el costo de la mano de obra representa entre el 60% y el 75% de los costos operativos totales, lo que resalta la importancia de gestionar eficientemente este aspecto, al lograr predecir con precisión el volumen de producción necesario para cada mes, la empresa podrá ajustar su capacidad de mano

de obra necesaria de manera óptima, utilizando solo los recursos requeridos y evitando gastos innecesarios. Esta capacidad de anticipación no solo permitirá una reducción significativa en los costos de mano de obra, sino que también mejorará la planificación general de recursos y la flexibilidad operativa; optimizar estos costos, la empresa fortalecerá su rentabilidad y competitividad, asegurando una posición más sólida en un mercado que exige eficiencia y adaptación constante a las fluctuaciones de la demanda.

Objetivo 2. Ajustar los tiempos de entrega

Lograr determinar con precisión la demanda, podremos cumplir con el objetivo 1, lo que facilitará avanzar hacia la prioridad 2, que consiste en ajustar el tiempo de entrega en un 25%. Este ajuste no solo mejorará la satisfacción del cliente al garantizar entregas más rápidas, sino que también permitirá una optimización significativa de los costos operativos, que se estima que se reducirán entre un 10% y un 15%. Implementar estas mejoras, la empresa no solo se posicionará como un competidor más eficiente en el mercado, sino que también fortalecerá su reputación al cumplir con las expectativas de los clientes, esta reducción en los costos operativos contribuirá a una mayor rentabilidad, asegurando así un crecimiento sostenible y una mejor capacidad para enfrentar desafíos futuros en un entorno empresarial cada vez más dinámico y exigente.

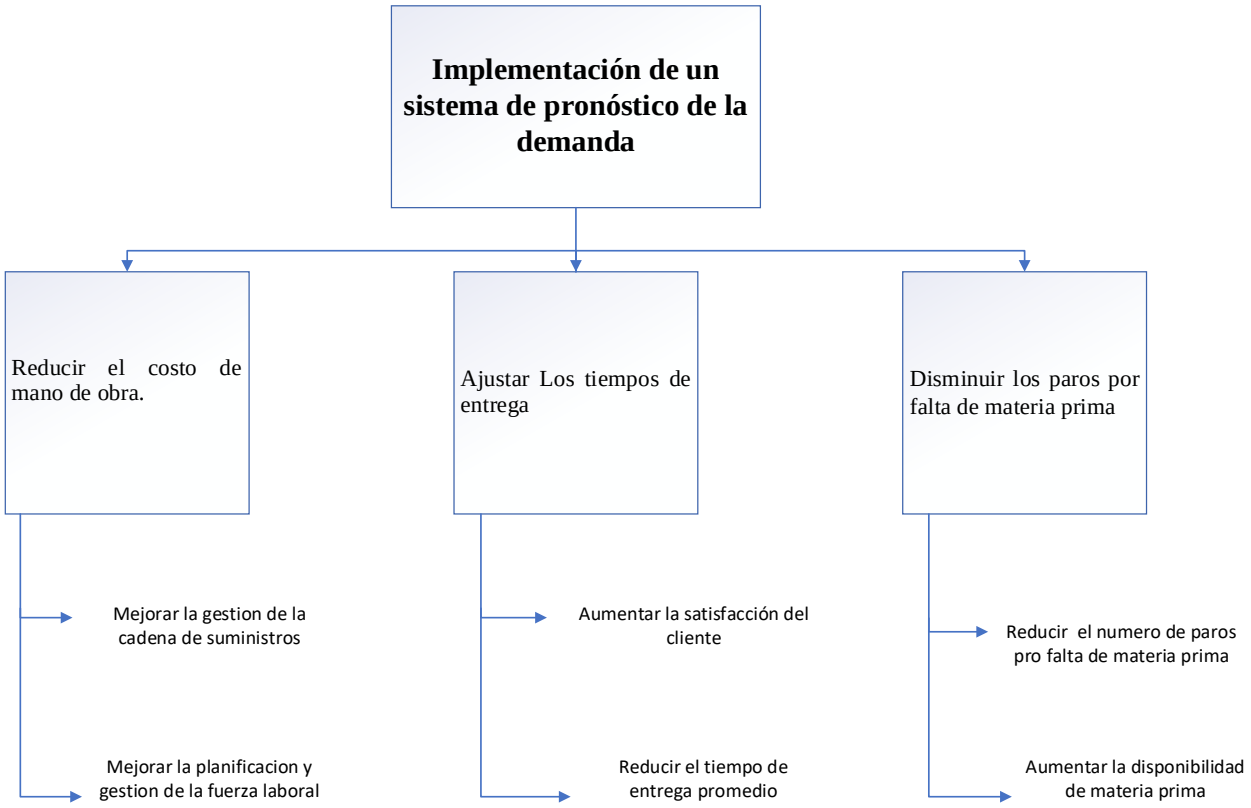
Objetivo 3. Disminuir los paros por falta de materia prima.

Se ha calificado como prioridad 3, ya que no representa un costo directo, sino que es una consecuencia del problema existente, aunque su impacto se relaciona estrechamente con los objetivos 1 y 2; el costo asociado se ha calculado tomando el promedio de horas de inactividad

causadas por la falta de materia prima, multiplicado por el número de trabajadores que están sin producir, lo que representa aproximadamente entre un 5% y un 7% de los costos operativos totales. Esta ineficiencia no solo implica una pérdida significativa de recursos, sino que también afecta la moral del equipo y la productividad general de la empresa, creando un efecto dominó que puede obstaculizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos. Abordar esta situación es fundamental para mejorar el flujo de trabajo, aumentar la rentabilidad y garantizar un entorno de trabajo más eficiente y motivador para todos los empleados.

En la Ilustración 3, se muestran los objetivos detallados anteriormente y las metas con las cuales se medirá su consecución.

Ilustración 3 Objetivos de la Oportunidad/Problema



Nota: La ilustración muestra los objetivos y las metas que se buscan obtener con la aplicación del proyecto. Ilustración elaborado por los autores.

1.5. Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones.

Para el seguimiento y control de los resultados de la implementación de la propuesta, se establecen los siguientes indicadores por objetivo:

Tabla 2 Objetivos específicos establecidos en base al problema de caso

Objetivos Específicos	**Indicador de Seguimiento**	**Indicador de Control**	**Criterios de Comparación**	**Fecha de Revisión**
Incrementar la productividad por hora de trabajo	Porcentaje de Kg producidos por hora Porcentaje de Rotación de Colaboradores	Número de Kg. producidos por hora Número de Rotación de Colaboradores	Número de Producción Real entre la Producción Estándar Número total de rotación voluntaria vs involuntaria	Semanal Mensual
Mejorar el tiempo de entrega de Pedidos	Porcentaje del tiempo promedio que se tarda en despachar un pedido	Número de pedidos despachados	Número de cumplimiento y de no conformidades por retrasos de pedidos	Semanal
Disminuir el tiempo de paro por falta de materia prima	Porcentaje de medición del tiempo de paradas	Número de paradas en horas por falta de materia prima	Cumplimiento en horas de las Jornadas Laborales	Semanal

Nota: La tabla muestra los objetivos específicos junto con los indicadores de control y seguimiento. Texto elaborado por los autores.

2. Exploración de las opciones o alternativas

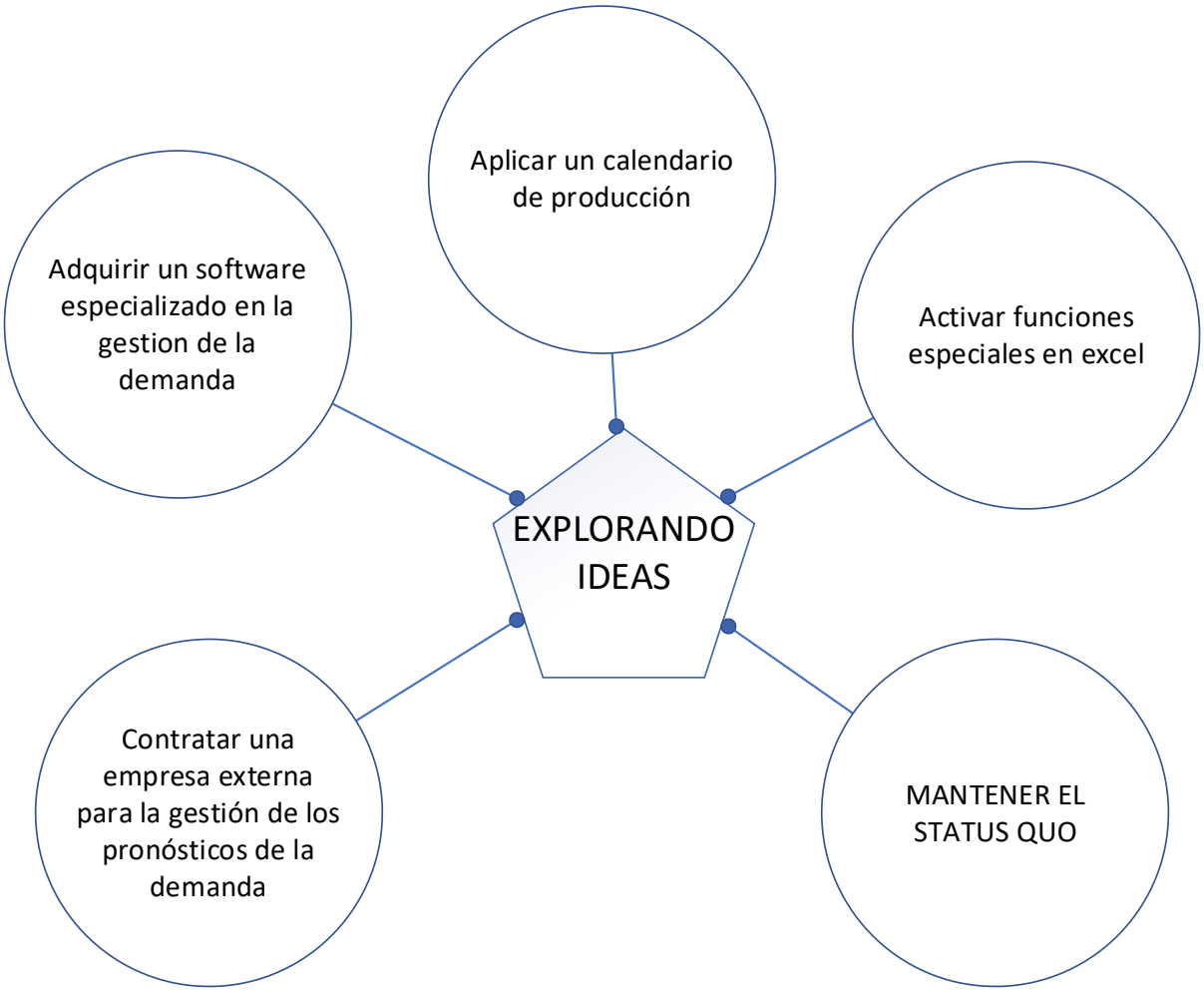
2.1. Exploración de opciones

El proyecto de implementación de un sistema de pronóstico de demanda de la cadena de suministro de una empresa productora y exportadora de brócoli en Ecuador, presenta tanto oportunidades significativas como problemas que deben ser abordados, la transformación digital es fundamental para mejorar la eficiencia operativa, optimizar recursos y garantizar la calidad de los productos en un mercado cada vez más competitivo. A continuación, se identifican las principales oportunidades y problemas asociados con este proyecto; para la indagación de las opciones o alternativas que darán solución al problema se emplea nuevamente la herramienta Lluvia de ideas, en la siguiente lista se detalla el listado de los participantes que aportaron con una amplia variedad de perspectivas, experiencias y conocimientos desde sus distintos puestos de trabajo niveles, a fin de garantizar una cobertura del mayor número de soluciones posibles.

Participantes
Jefe de Producción
Supervisor de Producción
Supervisor de Calidad
Asistente Financiero
Representante de Atención al Cliente

Resultado de la aplicación de la herramienta Brainstorming, en la Ilustración 4 se muestra las ideas proporcionadas por los integrantes mencionados en el listado anterior.

Ilustración 4 Resultados de exploración de opciones - Herramienta lluvia de ideas



Nota: La ilustración muestra las ideas originadas del uso de la aplicación de la herramienta Brainstorming para la exploración de opciones en el proyecto. Ilustración elaborado por los autores.

2.2. Delimitación de opciones

Alternativas eliminadas

1. Mantener el statu quo, al tener varias oportunidades de mejora, debemos tomar un camino diferente, por tanto mantener los procesos como están actualmente no es viable para la empresa, además que se requiere innovar al percibir que los procesos actuales están obsoletos.
2. Contratar una empresa externa para la gestión de los pronósticos de la demanda. Se cree que existe un riesgo de perder el control al contratar una empresa externa sobre la gestión de los pronósticos de la de demanda de la cadena de suministros.

Alternativas aceptadas

1. Adquirir un software especializado en la gestión de la demanda. Se favorece esta alternativa considerando las múltiples ventajas de la sistematización de los procesos.
2. Aplicar un calendario de pronósticos: Nos permite analizar y modelar patrones históricos de la demanda.
3. Activar las funciones especiales de Excel: Las funciones especiales de Excel permiten realizar análisis de datos avanzados y predecir tendencias futuras con mayor precisión.

2.3. Formalización de opciones

Se sustenta las alternativas aprobadas en los siguientes enunciados:

1. Alternativa obtener un Software Especializado

Adquirir un software especializado en la gestión de la demanda es una estrategia altamente beneficiosa para la empresa, ya que permite la sistematización de procesos clave que impactan directamente en la eficiencia operativa, este tipo de software facilita la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que mejora la precisión en las proyecciones de demanda y permite una planificación más efectiva de la producción. Al optimizar la gestión de inventarios, se reducen costos asociados con el almacenamiento y la sobreproducción, lo que se traduce en un uso más eficiente de los recursos; con la integración de diferentes áreas de la empresa mejora la comunicación y colaboración interdepartamental, lo que resulta en un flujo de trabajo más ágil. En resumen, esta alternativa no solo mejora la eficiencia, sino que también fortalece la competitividad y sostenibilidad de la organización en el mercado.

Se recomienda (Abolghasemi et al., 2020) la implementación de un software de pronóstico de demanda debido a la alta volatilidad y dificultad inherente en predecir con precisión la demanda de productos y servicios: la impredecibilidad de la demanda, especialmente exacerbada por promociones que causan fluctuaciones, genera errores de pronóstico, problemas en la cadena de suministro y costos innecesarios. El estudio demostró que un modelo híbrido, que descompone la demanda en componentes de referencia y promocional, ofrece pronósticos más precisos y un mejor rendimiento de inventario que otros modelos particularmente en series con alta volatilidad. La

capacidad de este software para adaptarse a diferentes niveles de volatilidad, usando el coeficiente de variación como indicador clave, permite una mejor toma de decisiones en la gestión de la cadena de suministro, reduciendo los costos de inventario y mejorando la eficiencia operativa.

2. Alternativa adquirir un Calendario de Pronósticos

Aplicar un calendario de pronósticos es una estrategia fundamental que permite analizar y modelar patrones históricos de la demanda, lo que proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas, esta práctica no solo ayuda a identificar tendencias estacionales y fluctuaciones en el comportamiento del consumidor, sino que también optimiza la planificación de la producción y la gestión de inventarios, reduciendo así costos asociados con la sobreproducción y el desabastecimiento. Al contar con un enfoque sistemático para el pronóstico, la empresa puede anticipar mejor las necesidades del mercado, mejorando su capacidad de respuesta y aumentando la satisfacción del cliente, esta metodología fomenta un uso más eficiente de los recursos, asegurando que la producción esté alineada con la demanda real y, en última instancia, fortaleciendo la competitividad de la organización en un entorno empresarial dinámico.

Un calendario de pronóstico (Morales et al., 2019) de la demanda es una herramienta para la toma de decisiones en la cadena de suministro, ya que permite prever las futuras necesidades, patrones o tendencias estacionales que afectan a la materia prima, producción, mediante el análisis de datos cualitativos y cuantitativos, incluyendo factores internos y externos que impactan la demanda. Su uso se recomienda porque facilita una demanda predictiva, y permite identificar tendencias del mercado por temporadas y mitigar riesgos, sustentado en datos históricos, como se

evidencia en el análisis de las ventas de diversas empresas a lo largo de un periodo de tiempo, donde modelos de pronóstico precisos demostraron ser altamente efectivos; por ejemplo, podría identificar estacionalidad o eventos que hayan causado cambios en el comportamiento de las ventas, como una sequía, una pandemia o un mundial de futbol, entre otros.

3. Alternativa activar funciones de Licencia de Ofimática

Activar las funciones especiales de Excel es una estrategia eficaz para realizar análisis de datos avanzados, lo que permite a la empresa identificar patrones y tendencias futuras en la demanda con mayor precisión; estas funciones, como las herramientas de análisis de regresión y pronóstico, facilitan la manipulación de grandes volúmenes de datos, permitiendo a los usuarios modelar escenarios futuros basados en información histórica y variables relevantes. Cuando se utiliza estas capacidades, la organización puede tomar decisiones más informadas sobre la producción y la gestión de inventarios, optimizando así sus recursos y reduciendo costos operativos, esta herramienta no solo mejora la capacidad de respuesta ante cambios en el mercado, sino que también predice un valor futuro en una tendencia lineal y empodera a los empleados para que realicen análisis profundos, fomentando una cultura de toma de decisiones basada en datos.

Andocilla et al. (2024) destacan el uso de Excel como una herramienta efectiva para la gestión predictiva de la demanda, permitiendo a las organizaciones analizar datos históricos y realizar pronósticos precisos que optimizan la planificación estratégica. Recomendar Excel es beneficioso debido a su accesibilidad y versatilidad, ya que permite a los profesionales implementar modelos de pronóstico como el Promedio Móvil y la Suavización Exponencial,

facilitando la toma de decisiones informadas y la adaptación a las fluctuaciones del mercado, Excel facilita la creación de modelos de pronóstico de demanda mediante funciones como PROMEDIO, TENDENCIA y REGRESIÓN; permite visualizar datos, probar diferentes métodos y generar proyecciones para la planificación de inventario y la toma de decisiones estratégicas en la empresa, adicional permite una fácil adaptación y aprendizaje de la herramienta.

3. Analizar y valorar las alternativas

De acuerdo al presente análisis de opciones se escogió finalmente tres alternativas evaluadas para ofrecer la implementación de un sistema de pronósticos de demanda del mejor producto agroindustrial del mercado de EE.UU, Europa, Oceanía y Japón:

Tabla 3 Evaluación de alternativas por medio de análisis de Pros y Contras

Alternativa 1: Obtener un Software Especializado

PROS	CONTRAS
Pronostico exacto de la demanda	Altos Costos de implementación
Automatización de procesos	Es necesario un soporte técnico especializado
Integración con otros sistemas de gestión como Enterprise Resource Planning y el Customer Relationship Management	Curva de aprendizaje

Nota: Esta tabla ilustra los pros y contras del análisis de la Alternativa 1: Implementar un Software especializado para la predicción de la demanda. Texto elaborado por los autores.

Alternativa 2: Adquirir un Calendario de Pronósticos

PROS	CONTRAS
Curva de aprendizaje	Se requiere de mayor tiempo
Aumenta la flexibilidad	Limitación de personalización
Aumenta la precisión	Dependencia de la tecnología

Nota: Esta tabla ilustra los pros y contras del análisis de la Alternativa 2: Implementar un Calendario de Pronósticos para la predicción de la demanda. Texto elaborado por los autores.

Alternativa 3: Activar funciones de Licencia de Ofimática

PROS	CONTRAS
Pronóstico avanzado de la demanda	Sobre carga de información
Costo de implementación moderado	Seguridad de datos
Flexibilidad y personalización	Curva de aprendizaje

Nota: Esta tabla ilustra los pros y contras del análisis de la Alternativa 3: Adquirir la licencia de Utilitarios de Excel para la predicción de la demanda. Texto elaborado por los autores.

Tabla 4 Ponderación de Alternativas propuestas

CRITERIO	PESO	1. Software Especializado	2. Adquirir un Calendario de Pronósticos	3. Activar funciones de Licencia de Ofimática
COSTO INICIAL	50%	2/10 bajo	5/10 medio	8/10 alto
COMPLEJIDAD	15%	5/10 medio	2/10 bajo	5/10 medio
PRECISION	20%	9/10 alto	5/10 medio	8/10 alto
INTEGRACION CON OTROS SISTEMAS	10%	9/10 alto	4/10 bajo	6/10 medo
SOPORTE TECNICO	5%	7/10 medio	3/10 bajo	8/10 alto

Nota: Esta tabla muestra la comparación el criterio y ponderación de las 3 alternativas propuestas. Texto elaborado por los autores.

Tabla 5. Se presenta en la gráfica de columnas las opciones que más aprobaciones obtuvieron para elegir la mejor característica de calidad de producto.

Alternativas	Puntuación Final
1. Software Especializado	4,8/10
2. Adquirir un Calendario de Pronósticos	2,1/10
3. Activar funciones de Licencia de Ofimática	7,3/10

Nota: Este texto presenta las ponderaciones para elegir el mejor criterio de calidad. Texto elaborado por los autores.

Según la tabla, la opción de activar funciones de licencia ofimática parece ser la más adecuada ya que ofrece alta precisión, una buena flexibilidad y un soporte técnico a la mano, incluyendo que su curva de aprendizaje es a corto plazo y tiene un costo de implementación bajo. Aunque puede requerir una mayor inversión de tiempo y esfuerzo para configurar y mantener actualizado el sistema de pronósticos de la demanda, la selección de funciones de licencia como

solución para el pronóstico de la demanda se justifica por su balance entre precisión, flexibilidad y accesibilidad, reflejado en un costo de implementación bajo, si bien la configuración inicial y el mantenimiento del sistema de pronósticos pueden demandar un mayor tiempo y esfuerzo, la alta precisión ofrecida, y la facilidad de acceso al soporte técnico compensan esta inversión inicial, y minimizan riesgos asociados a la implementación de soluciones más complejas o costosas.

Tabla 6 ROI. Comparativa de alternativas

	Alternativa 1 Software Especializado	**Alternativa 2 Calendario de Pronósticos**	**Alternativa 3 Licencia Ofimática**
Costo Anual	$10.000,00	$30.000,00	$4.500,00
Plazo de Implementación	60-90 días	45 días	30 días
Fecha para empezar	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Objetivos relacionados	Reduce gastos en sobreabastecimiento de Mano de Obra	Reduce gastos en sobreabastecimiento de Mano de Obra	Reduce gastos en sobreabastecimiento de Mano de Obra
	Aumenta la eficiencia de la gestión del personal y de inventarios	Aumenta la eficiencia de la gestión del personal	Aumenta la eficiencia de la gestión del personal y de inventarios
			Incrementa la comunicación entre departamentos
ROI	47%	6%	93%

Notas: La ilustración muestra una comparativa entre las opciones aceptadas. Texto elaborado por los autores.

La tabla 6 presenta una comparativa de las 3 alternativas para la implementación de un sistema de pronósticos de la demanda, y también presenta el análisis del retorno de la inversión

(ROI), se observa que la opción más factible es la adquisición de una licencia de original de Utilitarios con funciones de predicción, y se detalla el costo promedio, su plazo de implementación, la fecha de inicio de la alternativa y los objetivos relacionados, evaluando factores como costos, tiempo de implementación y beneficios esperados. Tras analizar las opciones, la mejor alternativa es la número 3 es la adquisición de licencia de Ofimática de Excel, ya que ofrece una adaptación específica a las necesidades de la empresa y permite un control total sobre las funcionalidades, lo que puede resultar en una mayor eficiencia operativa a largo plazo, a pesar de un mayor tiempo inicial de implementación.

4. **Evaluar Riesgos de la Alternativa seleccionada**

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

RIESGOS
Si el modelo no se configura correctamente, los pronósticos pueden ser inexactos, lo que puede llevar a decisiones erróneas, el riesgo es error en la configuración del modelo
La precisión de los pronósticos depende de la calidad de los datos históricos. Si los datos son incompletos, incorrectos o no son representativos, los pronósticos pueden ser inexactos, el riego es calidad de datos
Si la tendencia de la demanda cambia, el modelo el modelo puede no ser capaz de adaptarse, lo que puede llevar a pronósticos inexacticos, el riesgo es cambio en la tendencia
El modelo puede no ser lo suficiente flexible para adaptarse a cambios en la demanda o en el mercado, el riesgo es la limitación en la flexibilidad
El modelo depende de la tecnología, lo que significa que puede ser vulnerable a problemas técnicos y fallas en el sistema, el riesgo es la dependencia de la tecnología
Si el modelo no se actualiza regularmente, puede perder precisión y relevancia, el riesgo es la falta de actualización
Los resultados del modelo pueden ser interpretadas erróneamente, lo que puede llevar a decisiones erróneas, el riesgo la interpretación errónea de los resultados

Tabla 7. Matriz de Riesgo.

	Insignificante	Menor	Moderado	Importante	Catastrofica
5	5	10	15	20	25
Muy probable					
4	4	8	12	16	20
Probable				Falta de actualización Dependencia de la tecnología	cambio en la tendencia
3	3	6	9	12	15
Posible				Error en la configuración del modelo Limitación en la flexibilidad	calidad de datos
2	2	4	6	8	10
No es probable					interpretación errónea de los resultados
1	1	2	3	4	5
Muy improbable					

Nota: Esta información muestra la valoración de los riesgos. Texto elaborado por los autores.

Tabla 8. Matriz de priorización de riesgos mediante el NPR (Número de Prioridad de Riesgo)

Tipo	**Riesgo**	**Efecto del Riesgo**	**Causa del Riesgo**	**Impacto por Probabilidad**	**Detección**	**NPR**	**Acción Recomendada**	**Responsable**
Interno	Configuración del modelo	Resultados inexactos que afectan la toma de decisiones	Falta de experiencia y validación en la configuración	3x4=12	4	48	Revisar y validar el modelo con un equipo especializado	Equipo de TI
Interno	Calidad de Datos	Pronósticos erróneos que pueden causar pérdidas económicas	Inconsistencias en la recolección y manejo de datos	3x5=15	2	30	Establecer protocolos para recolección y limpieza de datos	Producción
Interno	Cambio en la Tendencia	Pronósticos inexactos que afectan la producción y ventas	Condiciones climáticas extremas que alteran la producción agrícola.	4x4=16	2	32	Realizar análisis de mercado periódicos para ajustar pronósticos	Ventas
Externo	Limitación en la Flexibilidad	Capacidad para ajustar rápidamente la producción a demandas cambiantes	Dependencia de proveedores limitados que afectan la flexibilidad	3x3=9	3	27	Diversificar proveedores para asegurar alternativas en la producción	Producción

Tipo	Riesgo	Efecto del Riesgo	Causa del Riesgo	Impacto por Probabilidad	Detección	NPR	Acción Recomendada	Responsable
Externo	Dependencia de la tecnología	Retrasos en la resolución de problemas que afectan productividad	Inadecuada infraestructura tecnológica y mantenimiento deficiente	4x4=16	2	32	Contratar servicios de soporte técnico confiable y accesible	Equipo de TI
Interno	Falta de Actualización	Información desactualizada que conduce a decisiones ineficaces	No seguir un calendario de mantenimiento y actualizaciones	3x4=12	4	48	Crear un calendario regular para actualizaciones del sistema	Producción
Interno	Interpretación errónea de los resultados	Decisiones basadas en análisis incorrectos que perjudican resultados	Falta de formación en análisis y comunicación de datos	3x4=12	4	48	Fomentar reuniones periódicas para discutir e interpretar resultados	Calidad y Producción

Nota: Esta información contiene la matriz de priorización de riesgos. Elaborado por los autores.

La ilustración presenta un análisis exhaustivo de los riesgos asociados con la implementación del modelo de pronóstico, evaluando su impacto. Cada tipo de riesgo se clasifica según su efecto en la toma de decisiones, destacando la importancia de la configuración del modelo y la calidad de los datos. La falta de experiencia en la configuración puede llevar a resultados inexactos que afectan la efectividad del modelo; la dependencia de la tecnología puede resultar en retrasos significativos en la productividad. La matriz no solo ayuda a identificar los riesgos más críticos, sino que también sugiere acciones para mitigar problemas, como establecer protocolos de recolección de datos y diversificar proveedores. Este enfoque proactivo es esencial para asegurar que el sistema de pronósticos sea robusto y adaptable a las dinámicas cambiantes del mercado, minimizando así la posibilidad de decisiones erróneas basadas en análisis defectuosos.

5. Desarrollo del Plan de Implementación

El plan se divide en diferentes fases, comenzando por el análisis de la situación actual, selección del modelo, desarrollo del sistema, pruebas y validación, finalmente, monitoreo y ajustes, cada fase tiene hitos claros y responsables asignados para asegurar una implementación efectiva; el plan de Implementación del proyecto se estructura en seis fases, comenzando con un análisis exhaustivo de la situación actual, donde se identifican los objetivos y requisitos del sistema de pronóstico, seguido por la selección y configuración del modelo adecuado. Posteriormente, se desarrolla el sistema, se realizan pruebas, validaciones, se implementa y capacita a los usuarios, asegurando un monitoreo continuo para realizar ajustes necesarios, lo que garantiza una adopción efectiva y sostenible del sistema en la empresa; se determina a continuación los hitos y comunicación de los tomadores de decisiones:

Tabla 9 Etapa de Análisis de la Situación Actual

Etapa 1 – Análisis de la Situación Actual	**Actividades:**
Hito definido: Establece los objetivos y los requisitos, recopilar y analizar, identificar las variables, documentar los resultados	Identificar los objetivos y los requisitos del sistema de pronóstico de la demanda de la empresa
	Recopilar y analizar los datos históricos de demanda
Beneficio esperado: Ayuda a identificar los problemas más críticos que necesitan ser abordados	Identificar las variables clave que influyen en la demanda
Responsable: Gerente de Proyecto, Analista de datos, Jefe de Producción,	Documentar los resultados del análisis y los requisitos del sistema

Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Análisis de Situación Actual. Texto elaborado por los autores.

Tabla 10 Etapa Selección del Modelo de Pronóstico

Etapa 2 – Selección del Modelo de Pronóstico	**Actividades:**
Hito definido: Investigar, seleccionar, configurar y entrenar, evaluar el desempeño, documentar los resultados	Investigar y seleccionar un modelo de pronóstico adecuado
Beneficio esperado: Ayuda a identificar las variables más relevantes que afectan las proyecciones, lo que permite un análisis más enfocado	Configurar y entrenar el modelo con los datos históricos
Responsable: Analista de datos, Jefe de Producción,	Evaluar el desempeño del modelo y realizar ajustes según sea necesario
	Documentar los resultados de la evaluación y los ajustes realizados

Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Selección del Modelo de Pronóstico. Texto elaborado por los autores.

Tabla 11 Etapa de Desarrollo del sistema de pronóstico

Etapa 3 – Desarrollo del sistema de pronóstico	**Actividades:**
Hito definido: Desarrollar la interfaz, integrar el modelo, implementar la funcionalidad, realizar pruebas unitarias	Desarrollar la interfaz de usuario y la lógica de negocio del sistema
Beneficio esperado: Permitirá automatizar la recopilación y análisis de datos, lo que reducirá el tiempo y esfuerzo manual	Integrar el modelo de pronóstico con el sistema
Responsable: Especialista de Análisis de datos	Implementar la funcionalidad de carga de datos y generación de informes
	Realizar pruebas unitarias y de integración del sistema

Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Desarrollo del sistema de Pronóstico. Texto Elaborador por los autores.

Tabla 12 Etapa Pruebas y validación

Etapa 4 – Pruebas y validación	**Actividades:**
Hito definido: Realizar pruebas, validar los resultados, realizar ajustes, documentar los resultados	Realizar pruebas de aceptación del sistema con los usuarios finales
Beneficio esperado: Genera confianza entre las partes interesadas al demostrar que el sistema ha sido rigurosamente probado y validado	Validar los resultados del modelo de pronóstico con los datos reales
Responsable: Especialista de Análisis de datos, Jefe de Producción	Realizar ajustes y mejoras al sistema según sea necesario
	Documentar los resultados de las pruebas y la validación

Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Pruebas y validación. Texto elaborado por los autores.

Tabla 13 Etapa Implementación y Capacitación

Etapa 5 – Implementación y Capacitación	**Actividades:**
Hito definido: Implementar el sistema, capacitar a los usuarios, proporcionar documentación, realizar un seguimiento	Implementar el sistema de pronóstico en el entorno de producción
Beneficio esperado: La capacitación adecuada minimiza la posibilidad de errores en la entrada de datos	Capacitar a los usuarios finales en el uso del sistema
	Proporcionar documentación y soporte técnico a los usuarios finales
Responsable: Especialista de Análisis de datos, Jefe de Producción	Realizar un seguimiento de la implementación y proporcionar ajustes según sea necesario

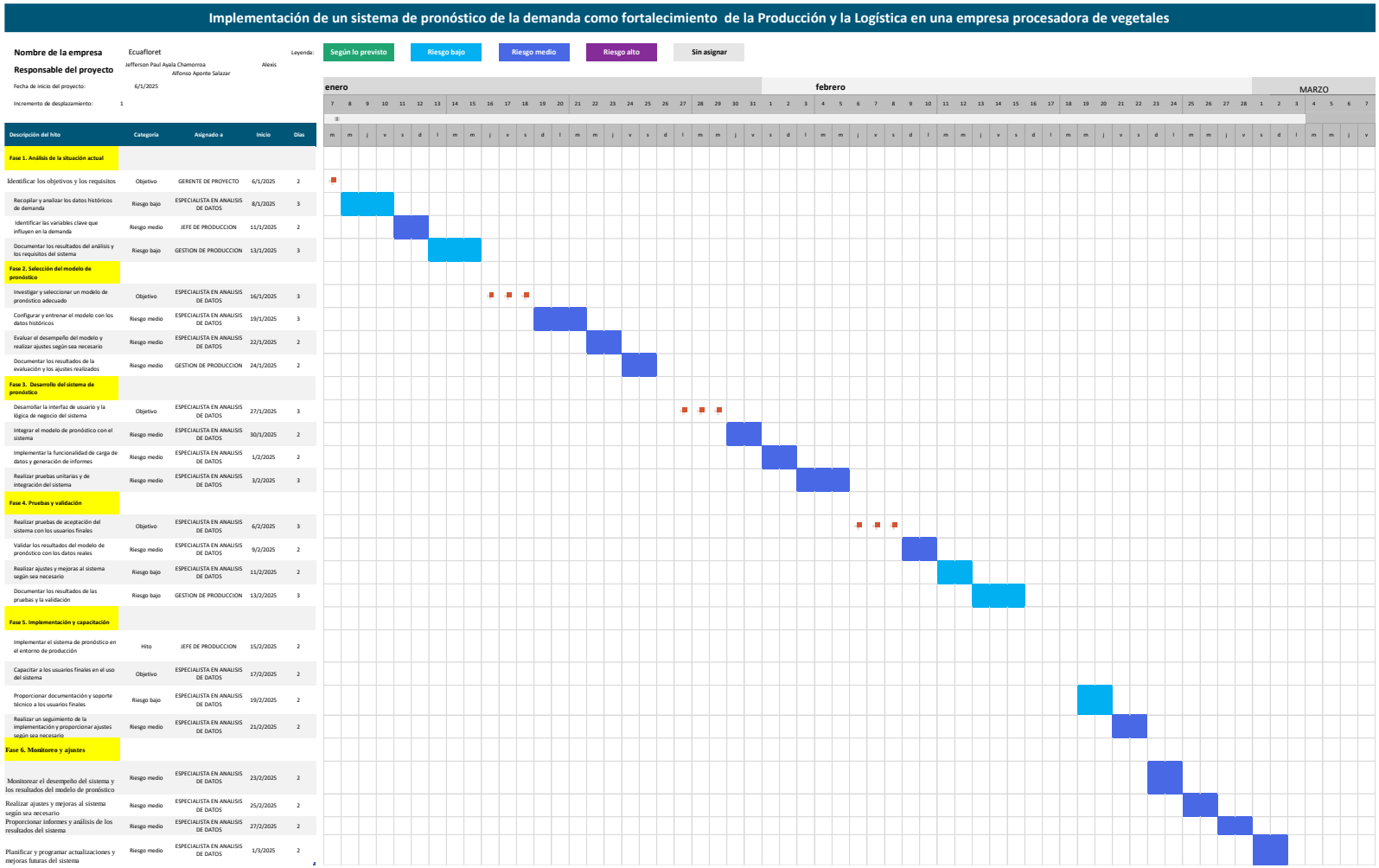
Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Implementación y Capacitación. Texto elaborado por los autores.

Tabla 14 Etapa Monitoreo y Ajustes

Etapa 6 – Monitoreo y Ajustes	**Actividades:**
Hito definido: Dar el seguimiento del desempeño del sistema, realizar ajustes, proporcionar informes, planificar y programar las actualizaciones	Monitorear el desempeño del sistema y los resultados del modelo de pronóstico
Beneficio esperado: Permite validar la efectividad del modelo a lo largo del tiempo, asegurando que siga siendo relevante y útil	Realizar ajustes y mejoras al sistema según sea necesario
	Proporcionar informes y análisis de los resultados del sistema
Responsable: Especialista de Análisis de datos	Planificar y programar actualizaciones y mejoras futuras del sistema

Nota: Las actividades a realizar por la Etapa de Monitoreo. Texto elaborado por los autores.

Tabla 15. Ilustración Diagrama de Gantt



Nota: Se ilustra el cronograma por etapa de implementación, responsable y fecha de finalización. Texto elaborado por los autores.

5.1 Costo total de la implementación

Tabla 16. Costo total de la implementación

FASE DE LA IMPLEMENTACION	ACTIVIDAD	VALOR $
Fase 1. Análisis de la situación actual	Identificar los objetivos y los requisitos	690
Fase 2. Selección del modelo de pronóstico	Adquisición anual de licencias de software	900
Fase 3. Desarrollo del sistema de pronóstico	Automatización del proceso	800
Fase 4. Pruebas y validación	Gestión de reportes y métricas	460
Fase 5. Implementación y capacitación	Implementación inicial, configuración y capacitación	1.180
Fase 6. Monitoreo y ajustes	Implementación y despliegue	470
	Total inversión	4.500

Notas: La ilustración muestra una tabla de costo total de la implementación del proyecto. Texto elaborado por los autores.

El costo de Implementación de un sistema de pronóstico de demanda por la opción de compra de una licencia de ofimática se estima costará $4,500, distribuidos en la identificación de objetivos, licencias de software, automatización y capacitación. Esta inversión, aunque significativa, es fundamental para reducir costos operativos y mejorar la gestión de inventarios y producción; el sistema permitirá una mejor adaptación a las fluctuaciones del mercado, minimizando interrupciones o paros por falta de materia prima y optimizando la asignación de recursos como la mano de obra. Previsiones más precisas permitirán ajustes de producción efectivos, evitando sobreproducción y exceso de inventario; a pesar del costo inicial, los beneficios

a largo plazo, como mayor competitividad y sostenibilidad, hacen que esta inversión sea estratégica para el crecimiento empresarial.

5.2 Conclusiones

Las conclusiones del proyecto demuestran que la implementación de un sistema de pronóstico de la demanda proporciona beneficios significativos para la empresa, en primer lugar, sustenta la toma de decisiones estratégicas y tácticas al ofrecer información valiosa, esto se traduce en una reducción de costos en áreas cruciales como la gestión de inventarios, la producción y la logística, al optimizar la planificación y minimizar los excedentes o faltantes. El sistema mejora la satisfacción del cliente al garantizar la precisión en la disponibilidad de productos y las fechas de entrega, lo que a su vez incrementa la eficiencia de la cadena de suministro, la mejora en la comunicación y colaboración entre departamentos es un efecto colateral positivo, el sistema mitiga el riesgo inherente a la incertidumbre de la demanda, proporcionando información para un mercado dinámico y competitivo, fortaleciendo así la posición de la empresa en el mercado.

5.3 Recomendaciones

Para asegurar el éxito del proyecto se recomienda un enfoque integral que incluya la revisión y actualización periódica del sistema, utilizando datos precisos y actualizados, es fundamental proporcionar capacitación y soporte continuo a los usuarios para asegurar la utilización efectiva de sus funcionalidades, un análisis de riesgos exhaustivo identificará posibles

amenazas a la implementación y operación, mientras que un proceso de gestión de cambios controlado y documentado mitigará las interrupciones. El seguimiento de la rentabilidad (ROI) es esencial para verificar la efectividad el retorno de la inversión; se debe considerar la implementación de inteligencia artificial para el aprendizaje de datos históricos y ajuste automático del sistema; finalmente, la documentación del sistema debe ser revisada y actualizada regularmente, para mantener la precisión y la utilidad de la información.

Enlace de Carpeta Drive:

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1vadRbc_6ILhIf9GCe-tCimbAPzeGj_KB?%20usp=drive_link

Referencias Bibliográficas

Abolghasemi, M., Beh, E., Tarr, G., y Gerlach, R., (2020). Previsión de la demanda en la cadena de Suministro. *Ingeniería Informática e Industria, 142(1*).

Andocilla, S., Naranjo, M., Hidalgo, I., y Yasaca, P. (Eds.). (2024). *Métodos Avanzados para ventas y operaciones: Gestión Predictiva con Excel, Rstudio, Pyton.* (1er ed.). Investigativa Latinoamericana SciELa.

Feizabadi, J., (2022). Previsión de la demanda mediante aprendizaje automático y rendimiento de la cadena de suministro. *Internacional de Investigación y aplicaciones logísticas, 25(2),* 119-142.

Mejía, S., y Aguilar, J., (2024). Un sistema de previsión de la demanda de categorías de productos definidas por sus series temporales utilizando un enfoque híbrido de aprendizaje. *Springer, 106(1),* 3945-3965.

Morales-Castro, A., Ramírez-Reyes, E., y Rodríguez-Albor, G., (2019). Pronóstico de ventas de las empresas del sector alimentos: una aplicación de redes neuronales artificiales. *Semestre Económico, 22(52), 161–177*

Pérez-Mata, C., Campillo-Arredondo, J., Romero-Dessens, L., y Cuamena-Cruz, G., (2022). Implementación de un modelo de pronóstico para la planeación de la producción. *Studies in Engineering and Exact Sciencie, 3(3), 494-510.*

Santa, A., y Neelakandan, R., (2024). Un modelo de previsión de la demanda que aprovecha el aprendizaje automático para decodificar las preferencias de los clientes por nuevos productos, *Complexity*.

Swaminathan, K., & Venkitasubramony, R., (2024). Previsión de la demanda de productos: una revisión sistemática. *Internacional de Previsión, 40(1),* 247-267.