

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Diseño de un sistema de gestión de inventarios: Estrategia
para la mejora operativa en una comercializadora de
productos geotécnicos

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Gestión de la
Ingeniería que presenta:

Freddy Javier Ccallo Huaquisto

Asesor:

Mery Roxana León Perfecto

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Mery Roxana León Perfecto de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) Diseño de un sistema de gestión de inventarios: Estrategia para la mejora operativa en una comercializadora de productos geotécnicos, de el autor Freddy Javier Ccallo Huaquisto, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 21/08/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 21 de agosto de 2025.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>León Perfecto, Mery Roxana</u>	
DNI: 09909590	Firma
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4884-1859	

Dedicatoria

A mi esposa Angelica,

Compañera incansable y pilar fundamental en mi vida. Tu apoyo incondicional, comprensión y sacrificio fueron esenciales para que pudiera culminar este desafío. Gracias por tu fortaleza, por asumir con amor tantas responsabilidades en casa y por creer en mí, incluso en los momentos en que yo dude de mí mismo. Este logro no habría sido posible sin tu paciencia y tu dedicación, que me permitieron concentrarme en cada etapa de este proceso. Eres mi inspiración y el motor de mis sueños.

A mis queridas hijas Melany y Nazli,

Mis pequeñas grandes motivaciones, cuyo amor y alegría iluminaron incluso las noches más largas de estudio y esfuerzo. Sus sonrisas me dieron fuerza en los días difíciles, y sus palabras llenas de inocencia y cariño me recordaron siempre lo que realmente importa en la vida. Ustedes son mi mayor logro y el motivo por el cual sigo esforzándome por ser mejor cada día.

Esta tesis es un reflejo no solo de mi esfuerzo, sino del amor y apoyo que recibí de ustedes. Gracias por su paciencia, por sus abrazos y por permitirme perseguir este sueño, que ahora se convierte en una meta alcanzada para nuestra familia.

Agradecimientos

A mi asesora Mery,

Quiero expresar mi más profunda gratitud por su guía, paciencia y valiosa retroalimentación durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Su dedicación, conocimiento y constante disposición para acompañarme en cada etapa no solo enriquecieron este trabajo, sino que también me motivaron a superar mis propias limitaciones. Gracias por creer en mi capacidad y por brindar las herramientas necesarias para convertir esta meta en una realidad.

A la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP),

Mi más sincero agradecimiento a esta prestigiosa institución, que no solo proporcionó una formación académica de excelencia, sino también un espacio de crecimiento personal y profesional. La PUCP fue el escenario donde adquirí conocimientos, valores y experiencias que marcarán mi vida para siempre. Gracias a sus docentes, recursos y espíritu de innovación, encontré el impulso necesario para culminar esta etapa tan significativa.

A todos quienes, directa o indirectamente, aportaron su granito de arena para que este logro fuera posible, mi agradecimiento eterno.

Con respeto y aprecio.

Resumen

Esta tesis propone un diseño de mejora para los procesos de gestión de inventarios de una empresa de productos geotécnicos, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar recursos. Se sugiere la implementación de una metodología integral que abarca la catalogación de productos, la clasificación de inventarios y la gestión de pronóstico, junto con el uso de tecnologías avanzadas para diseñar una plataforma eficiente de importación de equipos. Este enfoque no solo atiende necesidades actuales, sino que también establece las bases para un modelo sostenible y competitivo.

El estudio analiza la gestión actual de inventarios de la empresa, identificando problemas como existencias incorrectas, maquinaria obsoleta y deficiencias administrativas. Se empleó un enfoque de diagnóstico integral, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, como el diagrama causa-efecto y la previsión de tendencias, para identificar problemas y anticipar soluciones. Este enfoque permitió definir las áreas críticas que requieren intervención y sentar las bases para estrategias de mejora.

La solución propuesta se enfoca en implementar prácticas avanzadas de gestión de inventarios, como la catalogación UNSPSC, la clasificación ABC y modelos de previsión de demanda, complementadas con un diseño eficiente para la importación de productos. Además, se sugiere el uso de tecnologías como sistema ERP, que integren la gestión de inventarios con otras áreas operativas, permitiendo un seguimiento en tiempo real y una toma de decisiones más precisa y ágil.

La evaluación económica muestra un significativo ahorro de costos y un incremento en la rentabilidad, confirmando la viabilidad y los beneficios de las mejoras propuestas. Entre las recomendaciones clave se incluye la capacitación del personal, la optimización de los espacios de almacenamiento y el fortalecimiento de las relaciones con los proveedores, todo con el objetivo de asegurar una implementación sostenible a largo plazo.

Palabras claves: Gestión de inventarios, eficiencia operativa, método ABC, pronóstico de demanda, tecnología ERP, costos operativos, mejora continua.

Abstract

This thesis proposes an improvement design for the inventory management processes of a geotechnical products company, with the objective of improving operational efficiency, reducing costs and optimizing resources. It suggests the implementation of an integrated. It suggests the implementation of an integrated methodology that encompasses product cataloging, inventory classification and forecast management, along with the use of advanced technologies to design an efficient equipment import platform. This approach not only addresses current needs, but also lays the groundwork for a sustainable and competitive model.

The study analyzes the company's current inventory management, identifying problems such as incorrect inventories, obsolete machinery, and administrative deficiencies. A comprehensive diagnostic approach was used, combining qualitative and quantitative methods, such as cause-effect diagramming and trend forecasting, to identify problems and anticipate solutions. This approach made it possible to define the critical areas requiring intervention and lay the groundwork for improvement strategies.

The proposed solution focuses on implementing advanced inventory management practices, such as UNSPSC cataloging, ABC classification and demand forecasting models, complemented by an efficient product import design. In addition, the use of technologies such as ERP systems that integrate inventory management with other operational areas is suggested, allowing for real-time monitoring and more accurate and agile decision making.

The economic evaluation shows significant cost savings and increased profitability, confirming the feasibility and benefits of the proposed improvements. Key recommendations include staff training, optimization of storage space, and strengthening supplier relationships, all with the goal of ensuring long-term sustainable implementation.

Key words: Inventory management, operational efficiency, ABC method, demand forecasting, ERP technology, operating costs, continuous improvement.

Índice de Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Índice de Contenido.....	vii
Introducción	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.1.1. Internacionales.....	3
1.1.2. Nacionales.....	5
1.2. Bases teóricas.....	8
1.2.1. Gestión de inventarios.....	8
1.2.1.1. Evolución del concepto.....	8
1.2.1.2. Objetivos de la gestión de inventarios	9
1.2.1.3. Modelos de gestión de inventarios.....	10
1.2.1.4. Tecnologías y software	10
1.2.1.5. Costos asociados de la gestión de inventarios	11
1.2.1.6. Dimensiones de la gestión de inventarios	12
1.2.2. Eficiencia operativa	13
1.2.2.1. Definición	13
1.2.2.2. Indicadores de la eficiencia.....	14
1.2.2.3. Utilización de recursos	14
1.2.2.4. Productividad laboral	15
1.2.2.5. Tiempo de ciclo.....	16
1.2.2.6. Utilización de la capacidad.....	16
1.2.2.7. Mejora continua para la eficiencia operativa.....	17
1.2.2.8. Gestión de calidad	18
1.2.2.9. Optimización de procesos.....	18
1.2.2.10. Dimensiones de la eficiencia operativa	19
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	21
2.1. Antecedentes	21
2.2. Principales procesos	22

2.2.1.	Perfil comercial de la empresa.....	22
2.2.2.	Perfil organizacional	24
2.2.3.	Modelo de negocio	25
2.2.4.	Descripción de los principales productos	25
2.2.5.	Cadena de valor	32
2.2.6.	Mapa de procesos.....	34
2.2.7.	Organigrama.....	35
CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA		37
3.1.	Mapeo y selección de procesos.....	37
3.2.	Identificación del problema	41
3.3.	Selección del Problema	45
3.4.	Análisis de causa-efecto	47
3.5.	Planteamiento de objetivos de mejora	51
CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA.....		53
4.1.	Propuesta 1: Catalogación de productos de geotecnia.....	53
4.1.1.	Implementación del Proceso de Catalogación UNSPSC	54
4.2.	Propuesta 2: Clasificación de productos por el Método ABC.....	57
4.2.1.	Implementación del Método ABC de inventarios de productos.....	58
4.3.	Propuesta 3: Análisis de Demanda de los Productos	62
4.3.1.	Análisis de Métodos para Pronostico	66
4.3.2.	Elección del Mejor Modelo.....	69
4.4.	Propuesta 4: Gestión de Inventarios	74
4.4.1.	Situación Actual de la Empresa.....	74
4.4.2.	Situación de Propuesta de la Gestión de Inventarios.....	80
4.4.2.1.	Política de Compras de la Empresa	83
4.4.2.2.	Resultados de proyección de productos.....	92
CAPÍTULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA		95
5.1.	Mejora de costos operativos.....	95
5.1.1.	Ingresos	96
5.1.2.	Egresos	97
5.2.	Evaluación estratégica para el diseño operativo propuesto.....	103
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		105
6.1	Conclusiones	105
6.2	Recomendaciones	106

Referencias bibliográficas	110
Anexos	115
Anexo 1. Checklist de verificación.....	115
Anexo 2. Hoja de verificación de los criterios de la baja eficiencia operativa.....	116
Anexo 3. Cuadro de Catalogación UNSPSC.....	117
Anexo 4. Clasificación por el Método ABC de los productos de portafolio de la empresa	118
Anexo 5. Cuadros de Pronostico de Minitab	121



Índice de Tablas

Tabla 1. Pesos ponderados de criterios asignados por especialistas	38
Tabla 2. Valoración del impacto para los procesos	39
Tabla 3. Valoración del impacto para los procesos	40
Tabla 4. Distribución de fuentes de ingreso de la empresa	41
Tabla 5. Problemas presentados en el proceso de gestión comercial (ventas)	44
Tabla 6. Clasificación de problemas operativos críticos de la empresa	46
Tabla 7. Tabla de criterios de evaluación	48
Tabla 8. Hoja de verificación de los criterios de la baja eficiencia operativa	50
Tabla 9. Selección de herramientas de mejora para minimizar las causas.....	52
Tabla 10. Clasificación: Método ABC de los equipos (Ver Anexo 4, Tabla completa)	59
Tabla 11. Ponderación de elementos por inversión.....	61
Tabla 12. Serie mensual de la demanda total de los productos por intervalo de 3 años	63
Tabla 13. Comparación de modelos de pronóstico resultantes de los 03 productos....	70
Tabla 14. Comparativo de Importaciones de Equipos por Medio de Transporte.....	76
Tabla 15. Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Chancay	77
Tabla 16. Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Chancay	77
Tabla 17. Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Aéreo	78
Tabla 18. Impacto Económico de las Modalidades de Transporte en las Importaciones	79
Tabla 19. Disponibilidad de Inventario por Producto	82
Tabla 20. Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 01	86
Tabla 21. Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 02	88
Tabla 22. Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 03	90
Tabla 23. Resultado de Proyección de Importación y Costo en Función a la Gestión de Pronostico.....	93
Tabla 24. Ingreso por optimización en el proceso de importación	96
Tabla 25. Modelo de egresos en procesos de catalogación	98
Tabla 26. Distribución de egresos en el proceso de implementación de clasificación ABC	99
Tabla 27. Proyección de egresos en el proceso de pronóstico y demanda	100
Tabla 28. Resumen de egresos global para la implementación del plan de importación	101
Tabla 29. Resumen de resultados financieros del proyecto de implementación	103

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema comercial de la empresa.....	24
Figura 2. Modelo CANVAS de la empresa.....	25
Figura 3. Piezómetro de cuerda vibrante	26
Figura 4. Cinta de nivel de agua	27
Figura 5. Readout	28
Figura 6. Datalogger.....	29
Figura 7. <i>Tubería inclinométrica</i>	30
Figura 8. Sistema inclinométrico digital.....	31
Figura 9. Celda de Asentamiento	32
Figura 10. Cadena de valor de la empresa.....	32
Figura 11. Mapa de procesos del valor de la empresa.....	35
Figura 12. Organigrama de la empresa	35
Figura 13. Nivel de frecuencia de los problemas del proceso	45
Figura 14. Ishikawa de la empresa	47
Figura 15. Diagrama de Pareto para la determinación de las causas de la baja eficiencia operativa	51
Figura 16. Codificación de equipos geotécnicos con el proceso de catalogación UNSPSC.....	55
Figura 17. Diagrama de flujo para catalogar equipo según UNSPSC	56
Figura 18. Gráfico de representación del ABC.....	61
Figura 19. Venta total anual y mensual del producto: Tubería inclinométrica 70mm (periodo 2021 – 2023).....	64
Figura 20. Venta total anual y mensual del producto: Cable Estándar de Piezómetro (periodo 2021 – 2023).....	65
Figura 21. Venta total anual y mensual del producto: Piezómetro de Cuerda Vibrante de 0.35 MPa L40 (periodo 2021 – 2023).....	66
Figura 22. Descomposición de serie de tiempo de demanda del Producto 01 según el modelo serie de tiempo multiplicativo trimestral.....	71
Figura 23. Descomposición de análisis del Producto 02 según el modelo de tendencia de curva de crecimiento trimestral.....	72
Figura 24. Descomposición de análisis del Producto 03 según el modelo de serie de tiempo aditivo trimestral	73
Figura 25. Flujograma Sintetizado del Proceso de Gestión de Inventarios.....	92
Figura 26. Distribución de egresos: Catalogación, Clasificación ABC y Pronostico – Demanda	102

Introducción

La gestión de inventarios es un pilar clave para el rendimiento eficiente de las empresas, especialmente aquellas dedicadas a la comercialización de productos especializados. En este entorno, una administración adecuada no solo optimiza el uso de recursos, sino que también garantiza la continuidad operativa, reduce costos asociados y refuerza la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado. Sin embargo, muchas organizaciones enfrentan desafíos significativos en esta área, lo que impacta directamente en su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

Esta investigación aborda los problemas detectados en una empresa dedicada a la comercialización de equipos geotécnicos, una organización con una presencia activa en sectores estratégicos tanto públicos como privados. A pesar de su trayectoria y experiencia en el mercado, la empresa enfrenta limitaciones notables en la gestión de inventarios, tales como ineficiencias operativas, falta de estándares de seguridad, desorganización en los almacenes y un nivel de servicio que no cumple plenamente con las expectativas de los clientes. Estas deficiencias afectan no solo sus procesos internos, sino también su capacidad para consolidarse como un referente en el sector.

El objetivo principal de este estudio es desarrollar una propuesta integral de mejora de gestión de inventarios basada en la implementación de herramientas técnicas probadas, como el sistema de catalogación estandarizado y el método de clasificación ABC. Además, se propone la incorporación de tecnologías avanzadas que optimicen los procesos logísticos, con el fin de reducir los costos operativos, aumentar la eficiencia y mejorar la calidad del servicio brindado.

Para ello, se ha realizado un análisis exhaustivo de la situación actual de la organización, evaluando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, junto con un diagnóstico detallado de sus procesos operativos. A partir de esta evaluación, se han diseñado soluciones prácticas y sostenibles orientadas a maximizar la competitividad de la empresa, asegurando un impacto positivo tanto en la satisfacción de los clientes como en su posicionamiento estratégico de mercado.

El estudio de investigación culmina con la propuesta de un diseño estratégico para la importación de equipos, que incluye la optimización del uso del transporte marítimo, aprovechando su capacidad para manejar un mayor volumen de carga. Este enfoque busca no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también reducir costos logísticos asociados al transporte, alineándose con los objetivos de crecimiento de la empresa.

Además, se lleva cabo un análisis detallado de la rentabilidad del proyecto de mejora, utilizando indicadores financieros clave como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos análisis permiten estimar el impacto monetario de la propuesta una vez implementada, proporcionando una evaluación precisa del valor agregado por las mejoras en la organización. La viabilidad y sostenibilidad del proyecto que están sustentadas por un análisis exhaustivo del riesgo financiero, que asegura que las decisiones tomadas sean fundamentadas y alineadas con las expectativas de rentabilidad y seguridad financiera a largo plazo.

Finalmente; Esta investigación fortalece el conocimiento aplicado al integrar de manera sistémica, en el contexto de una empresa comercializadora de productos geotécnicos, herramientas clave para la gestión operativa y estratégica. Entre estas se incluyen la estandarización mediante la catalogación UNSPSC, la clasificación ABC para segmentación de inventarios, modelos cuantitativos de pronóstico de demanda y un diseño optimizado del proceso de importación. Estas herramientas se articulan a partir de un diagnóstico integral del sistema logístico y una evaluación económica que sustenta la viabilidad de la propuesta. El modelo resultante, adaptado a las particularidades del sector y soportado por plataforma ERP, constituye una solución replicable que integra en un solo esquema operativo la gestión eficiente de inventarios, la logística internacional y el soporte tecnológico, alineando la operatividad táctica con la estrategia empresarial.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presenta evidencias de cómo realizar una adecuada evaluación, reorganización y clasificación de los inventarios, y que es una herramienta de mejora para el diagnóstico de cada organización. A la vez se desarrolla conceptos principales de las bases teóricas de la gestión de inventarios y la diversidad de clasificación.

1.1. Antecedentes

La gestión de inventarios, es una herramienta útil que se ha venido utilizando en una diversidad de instituciones privadas y públicas, tanto a nivel internacional como nacional.

1.1.1. Internacionales

Zambrano y Zambrano (2022) en Ecuador, llevaron a cabo una evaluación de la administración de inventarios en organizaciones gubernamentales fusionadas. Emplearon una metodología cuantitativa, de naturaleza investigativa y se enmarcó en un enfoque de estudio de caso. Esto implicó realizar investigaciones exhaustivas y detalladas para comprender la situación existente en el contexto estudiado en ese momento. Los resultados revelaron que, en la gestión de inventarios, aspectos como los tiempos de entrega a proveedores y el tiempo para surtir pedidos internos obtuvieron bajos promedios de 2.7 %, al igual que el indicador de control con un promedio de 2.9 %. En cuanto a la fusión de organizaciones, la comunicación mostró puntajes bajos, con valores de 2.9 en preguntas relacionadas con la satisfacción de clientes internos y el trabajo colaborativo. Lograron concluir que, la administración de inventarios representa un aspecto crucial en la gestión de cualquier entidad por lo que implica la necesidad de mejorar la eficiencia en el manejo de inventarios y la fusión de organizaciones dentro de la entidad estudiada.

González et al. (2022) en México, se enfocaron en abordar y solucionar los desafíos relacionados con la administración de inventarios en una compañía especializada en productos ferreteros. Su enfoque se centró en detectar las debilidades existentes en la gestión actual de inventarios y proponer medidas

correctivas. Emplearon una metodología cuantitativa, e implementaron un sistema ABC para la categorización de productos, y la aplicación de una prueba de inventario con revisión continua (EOQ). Los hallazgos revelaron que, en el área de planeación, más del 50% de las funciones evaluadas presentaron aspectos negativos o no se llevan a cabo, En el Almacén 1, se encontraban 57 productos clasificados como A, que representaban el 74.6% del valor total del inventario, seguidos de 45 productos clasificados como B, que constituían el 20.2% del valor, y finalmente, 15 productos clasificados como C, con un 5.2% del valor total del inventario. Concluyendo que, al identificar y clasificar los productos que requieren un seguimiento y control más rigurosos debido a su importancia en términos de valor mejora la eficiencia operativa y el control de recursos en la empresa.

Cárdenas et al. (2021) en Cuba, evaluaron e identificaron los desafíos que afectan la administración de inventarios en una empresa especializada en la generación hidroeléctrica. Para ello utilizaron una metodología que combinó la técnica de análisis-síntesis con entrevistas y análisis documental e informativo. De acuerdo a sus hallazgos, no se encontraron deficiencias en ninguna de las funciones, lo cual es una señal positiva. No obstante, se calificó la gestión de la demanda como promedio con un valor del 71.42% debido a problemas en la realización de pronósticos basados en la experiencia y la falta de definición de patrones de demanda. Asimismo, las operaciones del procedimiento de inventario, el rendimiento del sistema y la supervisión de inventario obtuvieron una calificación buena con valores del 83.67%, 88.57%, y 90.81%, respectivamente. Concluyeron que, aunque la mayoría de las funciones tienen un alto rendimiento, aunque todavía se pueden mejorar los aspectos como la revisión continua de productos sin interrupción completamente del ingreso y egreso, y la falta de un sistema único para integrar información de compras.

Tamayo et al. (2019) en Ecuador, abordaron los desafíos relacionados con la gestión de inventarios en una entidad dedicada a la comercialización de productos agrícolas. Evaluaron el proceso de gestión de inventarios, debido a la evidente problemática en el control de sus existencias. La metodología empleada siguió un enfoque mixto que recopiló información cualitativa y cuantitativa en un diseño transversal con un alcance descriptivo-explicativo. De acuerdo a sus

hallazgos, se identificaron problemas clave. El 75% de los encuestados informó que la toma física de inventarios carece de periodicidad, y el 100% señaló la falta de manuales de procedimientos y auditorías para detectar pérdidas. Además, el 100% coincidió en que no existe un registro documentado de los movimientos de ingreso y egreso de productos de mercadería lo que se vio reflejado en un manejo ineficiente de los insumos. Logrando concluir que, es fundamental implementar procedimientos y auditorías además de implementar prácticas idóneas en el control de inventario de la compañía para optimar la eficacia operativa y cumplir con las demandas de los clientes.

Imbaquingo y García (2019) en Ecuador, examinaron el sistema de control interno relacionado con la gestión de inventarios en una empresa de autos, evaluando cómo los procesos de recepción, compra, almacenamiento y comercio se sincronizan con las políticas y procedimientos correspondientes. La metodología involucrada, consistió en conseguir una descripción detallada de los datos, mediante una evaluación de las áreas críticas mediante el cuestionario COSO ERM, en 214 colaboradores. En sus hallazgos, lograron identificar en cuanto al proceso de recepción y almacenamiento en la empresa, en el caso del ingreso en el sistema, se observó un cumplimiento del 100%, indicando que se cumple de manera adecuada, sin embargo, en cuanto al responsable de recepción, se evidenció un incumplimiento del 100%, lo que indica que no se ha designado adecuadamente a una persona responsable de la recepción de los productos. Almacenamiento adecuado", se obtuvo un alto cumplimiento del 97%. Concluyeron que, la empresa mostró un buen control al momento de registrar los ingresos y en manejo de productos, pero necesitaba mejorar con premura la designación de un responsable de recepción.

1.1.2. Nacionales

Angulo, (2019) en Huánuco, evaluó la supervisión interna y la administración de inventarios en una compañía de construcción. Adoptó un diseño prospectivo, con un alcance aplicado y una evaluación descriptiva transversal. Contó con la participación de 18 colaboradores. Los hallazgos indicaron que la mayor parte de los encuestados (88.9%) percibieron que se estaba aplicando un control interno adecuado, mientras que un 11.1% expresó

lo opuesto. Del mismo modo, el 94.4% consideró la gestión de inventarios se ejecutaba de manera eficaz, mientras que un 5.6% tenía una opinión contraria. Además, el análisis estadístico con un valor de chi-cuadrado (χ^2) igual a 4.656 y un nivel de significancia (p) de 0.000 demostró que el control interno tenía un impacto positivo en la gestión de inventarios en la empresa. Logró concluir que, es de gran relevancia mantener una estructura de control interno robusta como factor clave para asegurar una administración eficaz de los inventarios en la compañía.

Córdova (2022) en Piura, evaluó la influencia de la administración o gerencia de almacenes en la eficacia en cuanto a operatividad en un centro de Salud. El estudio se desarrolló siguiendo una perspectiva de tipo cuantitativo y correlacional y transversal de naturaleza no experimental. Contó con la participación de 205 colaboradores. Los hallazgos revelaron que el 51% percibió que la gestión de almacén se encuentra en un nivel medio, mientras que el 39% consideró que es deficiente y solo el 10% buena, asimismo, en relación al bastecimiento, el 43% la consideró de nivel medio, el 39% bajo, y solo el 18% lo ve como alto. Además, se obtuvo una relación demostrativa (0.833) entre los elementos analizados. Concluyendo que, estos elementos tienen un impacto significativo en la eficiencia operativa, sin embargo, se deben hacer mejoras la gestión de almacén y abastecimiento para lograr una mayor eficiencia operativa en la organización.

Aulla (2022) en Lima, buscó comprobar la asociación existente entre la gestión de almacenamiento y su impacto en la operatividad de la comercialización. Empleó una metodología cuantitativa con un enfoque correlacional. Contó con la participación de 65 colaboradores. Los hallazgos revelaron que el 9,2% describió la gestión de almacén como muy deficiente, mientras que una proporción menor (1,5%) la consideró mala. Por otro lado, un significativo 26,2% la percibieron regular, un considerable 47,7% la calificó como buena, mientras que un solo un 15,4% la considera muy buena, Además, obtuvo una correlación positiva moderada entre la gestión de almacén y la eficiencia en cuanto a la distribución de bienes, con un valor de $r = 0,502$, lo que indica que cuando se optimiza la administración del almacén, se observa una mejora de importancia moderada en la eficacia del proceso de distribución de productos en

la organización. Logró concluir que, es necesario elevar la eficacia en la distribución de productos mediante la mejora de la gestión de almacenes.

Villanueva (2022) en Tarapoto, analizó como se vinculaba la administración de almacenes y el desempeño empresarial en una compañía de construcción. Se trató de una investigación de tipo básica, con un alcance correlacional, sin experimentación directa. Involucró a 44 colaboradores del sector administrativo. De acuerdo a los hallazgos, se pudo evidenciar una correlación positiva importante 0.854 entre los elementos evaluados. Además, observó que calidad de la gestión de almacenes fue considerada como alta por la mayor parte de los participantes (80%), mientras que solo el 20%, la calificó como nivel medio. En cuanto a la productividad empresarial, el 75% de los participantes, la calificaron como eficiente, mientras que el 23%, la consideró de nivel medio. Concluyó que, mejorar la gestión de almacenes podría ser una estrategia efectiva para impulsar la fabricación y el cometido general de la empresa constructora.

Zavaleta (2021) en Chiclayo, presentó una investigación enfocada en mejorar la gestión de inventario con la finalidad de mejorar la ganancia de una organización en la ciudad. Se basó en una explicación y no hubo manipulación de los elementos de estudio. El cálculo de la lucratividad de la compañía durante los años 2019 y 2018, utilizando índices financieros como herramienta, posibilitó la medición de indicadores como la rentabilidad en ingresos, la rentabilidad de operación, la ganancia en relación con la utilidad neta, así como el retorno sobre el patrimonio y sobre los activos, Mostraron decrecimientos de 0,0017, 0,0123, 0,0088, 0,0278 y 0,0972 en el año 2019 en comparación con el 2020, respectivamente. El desarrollo de las tácticas para potenciar la administración de inventarios involucró etapas que abarcaron la planificación, recepción, adquisición, almacenaje y aspectos contables, las cuales se definieron a partir de la información recopilada en una encuesta realizada a cinco colaboradores, quienes indicaron estar muy en desacuerdo con el cumplimiento de estas fases para el sector logístico. Como cierre, la predicción de los resultados se obtuvo mediante el estudio de las ganancias y la identificación de la etapa en la que se presenta el desafío en la gestión de inventarios, donde se anticipó un incremento del 15% en la rentabilidad en los años venideros.

1.2. Bases teóricas

En general, el marco conceptual de cualquier proyecto e investigación se sustentan en función a las bases teóricas, el cual se desarrollará en este capítulo.

1.2.1. Gestión de inventarios

La gestión de inventarios es clave para cualquier empresa y/o institución que maneje productos, además de control y supervisión de existencias de artículos, desde el proceso de adquisición hasta la venta.

1.2.1.1. Evolución del concepto

Se trata de un proceso estratégico y operativo fundamental. Implica la planificación, gestión y control de todos los recursos materiales, como materias primas, productos en curso y productos acabados, que una empresa necesita para funcionar. El objetivo principal es ajustar la disponibilidad de existencias a la demanda del mercado para evitar tanto la escasez de productos como el exceso de existencias. Esto se consigue optimizando las cantidades de inventario, gestionando los costes asociados y utilizando técnicas avanzadas de previsión y control de inventarios (Ortega, 2021).

Resulta imprescindible para la eficiencia y la rentabilidad de una organización. Mediante una buena gestión de inventarios se minimizan los costes de almacenamiento, se reduce el riesgo de obsolescencia de los productos, se mejoran los plazos de entrega y se garantiza una tesorería saneada. También facilita la toma de decisiones informadas sobre producción, compras y ventas, ayudando a maximizar la eficiencia operacional así como la satisfacción del cliente (Zhang et al., 2021).

En ingeniería se utilizan diversas técnicas y herramientas en la gestión de inventarios. Estas incluyen el método ABC para clasificar dependiendo de su relevancia, el modelo de revisión periódica para determinar cuándo realizar pedidos de reposición, y el concepto de Just-in-Time para reducir al mínimo los niveles de inventario manteniendo una producción eficiente. Además, la implementación de sistemas de información y software especializado permite un seguimiento en tiempo real de los niveles de inventario y una toma de decisiones más precisa en la gestión de inventarios (Mashayekhy et al., 2022).

1.2.1.2. **Objetivos de la gestión de inventarios**

Arenal (2020) asigna los siguientes conceptos:

1. **Optimización de recursos financieros:** Hacer un uso lo más eficiente posible de los recursos financieros de una empresa es uno de los principales objetivos de la gestión de inventarios. Esto implica minimizar la inversión en inventarios, manteniendo al mismo tiempo niveles adecuados para satisfacer la demanda del mercado. Al reducir el capital inmovilizado en inventarios no utilizados, la empresa puede utilizar estos recursos para otros aspectos críticos de su negocio, como la expansión, la inversión en investigación y desarrollo o la mejora de infraestructuras.
2. **Satisfacción del cliente:** La gestión de inventarios debe garantizar que los artículos se encuentren en el momento preciso y en las cantidades necesarias para satisfacer las necesidades de los clientes. Esto contribuye directamente a la satisfacción del cliente al eliminar los retrasos en la entrega y responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda. Un cliente satisfecho tiene más probabilidades de mantener una relación comercial a largo plazo y de recomendar la empresa, lo que contribuye al crecimiento y la rentabilidad.
3. **Reducción de costos operativos:** La gestión de inventarios busca minimizar los costos asociados al almacenamiento, el manejo y el mantenimiento de inventarios. Al mantener niveles óptimos de inventario, se reducen los gastos de almacenamiento, el riesgo de obsolescencia y la pérdida de productos por deterioro. Además, se optimiza la utilización de los recursos logísticos y se minimizan los costos relacionados con la gestión de pedidos y el transporte. Esto mejora la eficiencia operativa y la competitividad de la empresa en el mercado.
4. **Mejora de la planificación y la toma de decisiones:** La gestión de inventarios proporciona información valiosa para la planeación y la toma de decisiones estratégicas. Un control preciso del inventario y de los flujos de productos permite a una empresa tomar decisiones informadas sobre estrategias de producción, compras y marketing. También es posible identificar las tendencias de la demanda, evaluar el rendimiento de los distintos productos y optimizar la gestión de los proveedores. El resultado es

una mejor toma de decisiones y una mayor flexibilidad para adaptarse a los cambios del mercado.

1.2.1.3. Modelos de gestión de inventarios

El primero es el EOQ, que es una técnica utilizada en la gestión de inventarios para calcular el volumen máximo de productos que una empresa debe pedir en cada ciclo de reaprovisionamiento. El objetivo es minimizar los costes totales de inventario, que se componen de los costes de almacenamiento y de pedido. El cálculo del EOQ tiene en cuenta variables como la demanda anual, los costes unitarios de inventario y los costes de pedido. Este modelo intenta alcanzar un punto de equilibrio entre el mantenimiento de existencias suficientes para satisfacer la demanda y la minimización de los costes de almacenamiento y de pedido (Lozano et al., 2021).

Seguido a ello, se menciona el modelo de punto de reorden, que define un nivel crítico de existencias, conocido como punto de pedido, que indica cuándo debe realizarse un pedido de reaprovisionamiento. Cuando las existencias alcanzan o descienden por debajo del punto de pedido, se realiza un pedido de reaprovisionamiento para evitar la escasez de productos. Este modelo tiene en cuenta factores como los plazos de entrega de los proveedores y el consumo de productos. El objetivo principal es garantizar que las existencias de los productos estén siempre disponibles, verificados y enumerados para satisfacer la demanda sin generar costes de almacenamiento innecesarios (Izar et al., 2023).

1.2.1.4. Tecnologías y software

En la gestión de inventarios es fundamental optimizar el flujo de productos y minimizar los costos; por tanto, el uso de tecnologías y software cada vez son más necesarias para este proceso.

1. Sistemas ERP (Enterprise Resource Planning): Los sistemas ERP integran la gestión de inventarios con otras funciones empresariales como finanzas, producción y ventas. Esto permite una visión holística de las operaciones y una coordinación eficiente entre departamentos. Ejemplos de software ERP incluyen SAP, Oracle y Microsoft Dynamics (Hoffmann, 2023).

2. **Software de Pronóstico de Demanda:** Estas herramientas utilizan algoritmos y datos históricos para predecir la demanda de productos en el futuro. Así las empresas planean sus stocks con más precisión y evitan la escasez o el exceso de existencias (Madariaga et al., 2020).
3. **Software de Optimización de Inventario:** Estos programas utilizan algoritmos avanzados para calcular los niveles de inventario óptimos, teniendo en cuenta variables como los costos de almacenamiento, los costos de pedido y la demanda. Ayudan a tomar decisiones informadas sobre cuánto y cuándo comprar o producir (Campo et al., 2020).
4. **Plataformas de Comercio Electrónico y Gestión de Pedidos:** En el comercio electrónico, el software de gestión de pedidos desempeña un papel clave en la gestión de inventarios. Facilita la gestión de pedidos en línea, la asignación de existencias y el seguimiento de envíos para garantizar una experiencia de compra eficiente y satisfactoria (Morillo, 2022).

1.2.1.5. **Costos asociados de la gestión de inventarios**

Arenal (2020) destaca los siguientes:

1. **Costo de Compra:** El costo de adquirir productos o materiales para el inventario, que puede incluir el precio de compra, impuestos, aranceles y otros cargos relacionados con la adquisición.
2. **Costo de almacenamiento:** Los gastos relacionados con el almacenamiento físico de los inventarios, como el alquiler o la propiedad de instalaciones de almacenamiento, costos de mantenimiento, seguros y seguridad.
3. **Costo de manejo:** Incluyen salarios y beneficios de personal de almacén, equipos de manipulación, software de gestión de inventario y suministros.
4. **Costo de oportunidad:** Son los costes asociados al hecho de que los recursos invertidos en acciones no pueden utilizarse para otras oportunidades más rentables. Se trata del capital inmovilizado en acciones y la pérdida de interés o inversión.
5. **Costo de obsolescencia:** Los costos asociados con productos que se vuelven obsoletos o inutilizables debido a cambios en la demanda, cambios tecnológicos o vencimiento de productos perecederos.

6. **Costo de agotamiento:** Los costos derivados de la falta de productos disponibles cuando se necesita para satisfacer la demanda, lo que puede incluir la pérdida de ventas y la insatisfacción del cliente.
7. **Costo de transporte:** Los gastos relacionados con el transporte de productos desde los proveedores hasta el lugar de almacenamiento o desde el almacén hasta los clientes, que pueden incluir fletes, combustible y costos de envío.
8. **Costo de mantenimiento de calidad:** Los costos asociados con el mantenimiento de la calidad de los productos almacenados, como inspecciones, pruebas y medidas para prevenir daños o deterioro.
9. **Costo de seguro:** Los gastos de seguro para proteger los inventarios contra pérdidas por robo, incendio, daños u otros riesgos.

1.2.1.6. *Dimensiones de la gestión de inventarios*

Córdova (2022) asigna las siguientes dimensiones:

1. **Abastecimiento**

Constituye el proceso de adquirir y asegurar un flujo constante de productos o materiales necesarios para mantener un inventario adecuado. Involucra acciones tales como la elección de proveedores, así como también la negociación de términos y condiciones, la gestión de pedidos y la recepción de mercancías. La eficiencia en el abastecimiento es esencial para garantizar que la organización tenga el inventario necesario para satisfacer la demanda de forma acorde y al menor costo posible.

2. **Almacenaje**

Se centra en la gestión de las instalaciones y el espacio de almacenamiento utilizados para resguardar los productos o materiales en inventario. Incluye aspectos como el diseño y la organización del almacén, la gestión de inventario físico, la seguridad del almacén y la puesta en práctica de sistema de seguimiento y control. Una gestión eficiente del almacenaje garantiza que los productos estén disponibles y en buenas condiciones cuando se necesiten, al mismo tiempo que se reducen los costos de almacenaje.

3. Distribución

Es el proceso de hacer llegar los productos desde el almacén a los comercios minoristas o a los clientes finales. Incluye la programación de los medios de distribución, al igual que la gestión de las flotas de transporte, la coordinación de las entregas y la prestación de servicios posventa. Una distribución eficiente es esencial para asegurar la existencia de productos y su suministro puntual, todo lo cual contribuye a la satisfacción del cliente y a la reducción de los costes de transporte y almacenamiento.

1.2.2. Eficiencia operativa

Es la capacidad de la organización para utilizar los recursos de la manera más efectiva para poder maximizar la producción y minimizar los costos.

1.2.2.1. Definición

Se trata de la capacidad de una entidad de perfeccionar sus procesos internos, recursos y activos para lograr la máxima producción o servicio con los menores recursos y costes posibles. En otras palabras, es la capacidad de una organización para llevar a cabo sus actividades diarias de forma eficiente, minimizar el despilfarro y maximizar la productividad (Omar et al., 2020).

Constituye un principio de gestión empresarial encaminado a alcanzar el máximo nivel de productividad y rendimiento mediante el uso óptimo de los recursos disponibles. Esto incluye la mejora continua de los procesos internos, la eliminación de actividades innecesarias o redundantes y la reducción de los costes operativos. En resumen, se trata de hacer más con menos, lo que conduce a una organización más competitiva y rentable (Madariaga et al., 2020)

Se trata de un enfoque estratégico que busca la excelencia en la ejecución de las operaciones diarias de una empresa. Esto incluye la optimización de la cadena de suministro, la gestión eficaz del inventario, la reducción de los tiempos de ciclo y la introducción de prácticas de trabajo eficientes. El resultado es una empresa capaz de suministrar productos o servicios de alta calidad a tiempo y con costes competitivos, por lo que está en mejores condiciones de satisfacer la demanda del mercado y lograr un éxito sostenible (Cruz-Contreras et al., 2019).

1.2.2.2. Indicadores de la eficiencia

Al-Shaiba et al. (2019) facilita entender los siguientes conceptos:

1. **Eficiencia de producción:** Sirve para evaluar la capacidad de una organización de utilizar eficazmente sus recursos para producir bienes o servicios. Se calcula comparando la producción real con la capacidad máxima de producción. Por ejemplo, si una fábrica tiene capacidad para producir 1.000 unidades al día y realmente produce 800 unidades en un día determinado, su eficiencia de producción es del 80%. Una alta eficiencia de producción significa que la empresa emplea sus recursos de forma eficiente para llegar a su capacidad y poder alcanzar el máximo de producción.
2. **Eficiencia en el uso de recursos:** Este indicador se enfoca en cómo una organización administra y utiliza sus recursos, como mano de obra, materias primas, equipos y tiempo. Evalúa si estos recursos se están utilizando de manera óptima en relación con la producción o la prestación de servicios. Por ejemplo, una empresa que minimiza el desperdicio de materiales y utiliza eficientemente su fuerza laboral para cumplir con la demanda está demostrando una alta eficiencia en el uso de recursos. La mejora en este indicador puede conducir a una reducción de costos y a un uso más sostenible de los recursos disponibles.

1.2.2.3. Utilización de recursos

Rinaldi et al. (2023) indica que, se refiere al aprovechamiento efectivo y eficiente de los recursos disponibles en una organización para alcanzar sus objetivos y metas. Estos recursos pueden incluir mano de obra, materiales, equipos, tiempo y capital. Una gestión adecuada de estos recursos es esencial para mejorar la eficiencia y la competitividad de una empresa. A continuación, se detalla cómo se aplica este concepto:

1. **Mano de obra:** La utilización eficiente de la mano de obra implica asignar las tareas y responsabilidades de manera que los trabajadores puedan aprovechar al máximo sus habilidades y experiencia. Esto puede lograrse mediante la asignación de tareas acordes a las capacidades de los empleados y la implementación de programas de formación y desarrollo.

Además, se busca evitar la sobreutilización o subutilización de la fuerza laboral, lo que puede llevar a costos innecesarios o a una baja productividad.

2. **Materiales:** La gestión eficiente de los materiales implica controlar el uso de insumos y materias primas de manera que se minimice el desperdicio y se optimice su aprovechamiento en la producción. Esto incluye la adquisición de materiales de alta calidad al costo más bajo posible, así como el seguimiento de inventarios para evitar la obsolescencia o la acumulación excesiva de existencias.
3. **Equipos y tecnología:** La utilización eficiente de equipos y tecnología implica mantener y operar maquinaria y sistemas de manera que se maximice su vida útil y rendimiento. Esto se logra a través de un mantenimiento preventivo y predictivo adecuado, así como de la actualización o sustitución de equipos obsoletos. La implementación de tecnología de la información también puede mejorar la gestión de recursos al automatizar procesos y proporcionar datos en tiempo real.
4. **Tiempo:** La gestión del tiempo eficiente implica planificar y programar actividades y proyectos de manera que se cumplan los plazos y se optimice el uso del tiempo disponible. Esto incluye la identificación de actividades críticas, la asignación adecuada de tiempo y recursos, y la eliminación de actividades no productivas o redundantes.
5. **Capital:** La utilización eficiente del capital se refiere a la gestión prudente de los recursos financieros disponibles. Esto implica la asignación de capital a inversiones que generen un retorno positivo, la gestión de deudas de manera responsable y la minimización de costos financieros.

1.2.2.4. Productividad laboral

Es una medida que evalúa la eficiencia y el rendimiento de los trabajadores en una organización. Se refiere a la cantidad de producción, servicios o trabajo realizado por cada empleado en un período de tiempo determinado. Este indicador es esencial para medir la eficiencia operativa y la rentabilidad de una empresa, ya que una mayor productividad laboral significa que se están utilizando los recursos humanos de manera más eficaz, lo que a menudo se traduce en una mayor competitividad y rentabilidad en el mercado (Sartal et al., 2020).

Se trata de la vinculación presente entre la producción o el valor generado por los empleados y el tiempo y los recursos empleados en sus actividades laborales. En otras palabras, se trata de cuánto valor o trabajo se genera por cada hora de trabajo invertida. Un aumento en la productividad laboral puede lograrse mediante la optimización de procesos, la formación y desarrollo de los empleados, la implementación de tecnología eficiente y la gestión adecuada de la carga de trabajo. Una mejora en la productividad laboral puede tener un impacto significativo en la competitividad y el éxito financiero de una organización (Ibrahim et al., 2020).

1.2.2.5. Tiempo de ciclo

Engloba el período requerido para completar un proceso o actividad específica, desde su inicio hasta su finalización. Estos tiempos son cruciales para medir la eficiencia operativa y pueden abarcar desde la producción de un producto hasta la entrega al cliente. Asimismo, representan la duración de una etapa o proceso en una cadena de producción o en la prestación de servicios. Su medición y optimización son fundamentales para identificar ineficiencias, mejorar la eficiencia y garantizar una mayor competitividad en las operaciones empresariales (Neri et al., 2021).

1.2.2.6. Utilización de la capacidad

Implica la medida en que una empresa está aprovechando su capacidad de producción, recursos o instalaciones disponibles en relación con su capacidad máxima. Este indicador proporciona información sobre la eficiencia operativa y la capacidad de una organización para utilizar sus activos de manera óptima. A su vez, es un indicador que evalúa la proporción de los recursos y activos de una empresa que están siendo utilizados para llevar a cabo actividades productivas o de servicio en un momento determinado. Una alta utilización de la capacidad sugiere una gestión eficiente de los recursos, mientras que una baja utilización puede indicar capacidad no utilizada, lo que puede llevar a costos innecesarios y una menor rentabilidad. Optimizar la utilización de la capacidad es esencial para maximizar la eficiencia y la competitividad en las operaciones empresariales (Sharma y Modgil, 2019).

1.2.2.7. Mejora continua para la eficiencia operativa

En términos de su aplicabilidad, Pereira et al. (2019) indicaron que, es un enfoque empresarial que busca identificar y eliminar constantemente ineficiencias y desperdicios en los procesos y operaciones de una organización. Se trata de un ciclo de evaluación constante, ajuste y optimización destinado a aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la calidad en todos los aspectos de la empresa. Contempla un proceso constante de revisión y refinamiento de los procedimientos y prácticas de una organización con el objetivo de lograr un funcionamiento más efectivo y eficiente. Implica la identificación de áreas de mejora, la implementación de cambios graduales y la medición constante del desempeño para asegurar que se alcancen niveles más altos de eficiencia en todas las operaciones de la empresa. Este enfoque busca mantener a la organización adaptable y competitiva en un entorno empresarial en constante evolución. A partir de ello, se refieren algunas de las metodologías empleadas dentro de este entorno:

1. Lean Manufacturing

Se enfoca en eliminar el desperdicio y mejorar la eficiencia en los procesos de producción. Se basa en principios como la identificación y reducción de actividades que no añaden valor, la optimización del flujo de trabajo y la mejora continua. Lean busca lograr la producción "justo a tiempo" y minimizar el inventario, lo que resulta en una mayor eficiencia operativa y una reducción de costos.

2. Six Sigma

Es un enfoque estructurado y altamente disciplinado para mejorar la calidad y reducir la variabilidad en los procesos empresariales. Se centra en la medición precisa, el análisis de datos y la toma de decisiones basada en datos para lograr resultados consistentes y de alta calidad. La metodología Six Sigma se basa en el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) y busca reducir defectos y errores a niveles mínimos, lo que lleva a una mayor satisfacción del cliente y una eficiencia mejorada (Pereira et al., 2019).

3. Just-in-Time

Es una técnica de gestión de inventario que busca minimizar el inventario al producir y entregar productos justo cuando se necesitan. Esto reduce los costos de almacenamiento, mejora la eficiencia en la producción y reduce el desperdicio. JIT se utiliza en conjunto con Lean Manufacturing para lograr un flujo de trabajo eficiente (Clancy et al., 2023).

4. Total Quality Management

TQM es un enfoque integral para mejorar la calidad en todos los niveles y aspectos de una organización. Involucra a todos los miembros de la empresa en la búsqueda de la calidad y se basa en principios como la satisfacción del cliente, la mejora continua y la participación activa de los empleados. TQM se enfoca en la calidad del producto o servicio, pero también en la calidad de los procesos y la cultura organizacional (Sharma y Modgil, 2019).

1.2.2.8. Gestión de calidad

Sánchez (2019) expresa que, constituye un enfoque estratégico y sistemático que una organización implementa para garantizar que sus productos o servicios cumplan con los estándares de calidad y las expectativas del cliente. Implica la planificación, control y mejora continua de los procesos y actividades relacionados con la producción o prestación de servicios. El objetivo principal es identificar y eliminar defectos, reducir variabilidades y garantizar que los productos o servicios cumplan con los requisitos de calidad establecidos. La gestión de calidad incluye la participación de todos los niveles de la organización y se basa en la recopilación y el análisis de datos para tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia y la satisfacción del cliente.

1.2.2.9. Optimización de procesos

Busca mejorar y perfeccionar los procesos internos de una organización para lograr un rendimiento óptimo. Esto implica identificar áreas de ineficiencia, eliminar desperdicios y reducir tiempos y costos. La optimización de procesos se basa en la revisión crítica y la reingeniería de los procedimientos existentes, con el objetivo de aumentar la eficiencia operativa y la calidad de los productos o servicios. Utiliza herramientas como Six Sigma, Lean Manufacturing y análisis

de datos para identificar oportunidades de mejora y medir los resultados. La optimización de procesos busca no solo cumplir con los estándares de calidad, sino también superarlos y adaptarse a las cambiantes demandas del mercado (Zaini y Saad, 2019).

1.2.2.10. Dimensiones de la eficiencia operativa

Arana et al. (2022) establecieron las siguientes dimensiones:

1. Estrategia empresarial

Se refiere a la alineación de la gestión de inventarios con los objetivos y la estrategia global de la empresa. Implica decidir cómo se van a utilizar los inventarios para respaldar la estrategia de mercado, como la disponibilidad de productos, la gestión de costos o la expansión de mercado. La estrategia empresarial en la gestión de inventarios determina cómo se abordarán aspectos como la cantidad de inventario a mantener, la frecuencia de reposición y la relación con los proveedores.

2. Clasificación de inventarios

Implica la categorización de los productos o materiales en función de su importancia y características. Las categorías más comunes incluyen inventario de artículos de alta rotación, inventario de seguridad e inventario obsoleto o de lento movimiento. La clasificación de inventarios ayuda a priorizar la gestión y a asignar recursos de manera adecuada, ya que diferentes categorías requieren enfoques diferentes en términos de control y planificación.

3. Métodos de inventarios

Se relaciona con las metodologías y técnicas utilizadas para llevar un registro y controlar el inventario de una organización. Incluye métodos como el FIFO (First-In, First-Out), LIFO (Last-In, First-Out), costo promedio ponderado, entre otros. La elección del método de inventario puede afectar la valoración de los inventarios y los estados financieros de la empresa. Cada método tiene sus propias reglas y suposiciones sobre cómo se gestionan las entradas y salidas de inventario. La elección del método de inventario puede afectar la valoración de los activos y la gestión de costos de la organización.

4. Políticas de inventarios

Las políticas de inventario son un conjunto de directrices y reglas diseñadas para gestionar de manera eficiente los inventarios de una empresa. Estas políticas abarcan aspectos esenciales, como la definición de niveles mínimos y máximos de inventario, las estrategias para determinar cuándo reordenan productos y los métodos de control para garantizar un flujo óptimo de existencias. Su objetivo principal es encontrar un equilibrio entre dos necesidades clave: garantizar la disponibilidad de productos para satisfacer la demanda de los clientes y minimizar los costos asociados al almacenamiento, mantenimiento y posibles faltantes de inventario.

Estas políticas no solo permiten a la empresa responder de manera oportuna a las necesidades del mercado, sino que también contribuyen a una gestión más estratégica de los recursos. Por ejemplo, al establecer niveles de inventario mínimos y máximos, se previenen tanto los costos innecesarios de almacenamiento por exceso de productos como las pérdidas de oportunidades de venta por desabastecimiento. Además, al implementar políticas de reorden bien estructurados, se asegura que los pedidos se realicen en el momento justo, evitando interrupciones en la cadena de suministro.

Otro beneficio clave de estas políticas es su impacto en la planificación y la toma de decisiones. Al contar con lineamientos claros, la organización puede proyectar mejor sus necesidades de inventario, anticiparse a cambios en la demanda y adaptarse a las fluctuaciones del mercado, lo que genera una ventaja competitiva.

En última instancia, las políticas de inventario son fundamentales para el éxito operativo y financiero de una empresa. Al garantizar que los niveles de inventario sean adecuados, no solo se mejora la experiencia del cliente al evitar faltantes, sino que también se optimiza el uso de recursos, se reducen costos innecesarios y se impulsa la sostenibilidad del negocio a largo plazo.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

F&A Geo S.A.C. es una empresa dedicada a ofrecer soluciones integrales en el ámbito de la geología e ingeniería, el enfoque se centra en la ejecución de proyectos y venta de instrumentación con fines de prevención y monitoreo permanente.

2.1. Antecedentes

La empresa, fue fundada el 15 de abril de 2010, y se erige como una organización especializada en la ejecución de levantamientos cualitativos y cuantitativos de envergadura. Con un enfoque certero en la ejecución de proyectos geotécnicos, geológicos, geofísicos, topográficos y relacionados. A la vez, la institución se está consolidado como un referente en la industria.

La compañía proporciona una plataforma de servicios tanto a entidades privadas (empresas mineras, constructoras, ingenierías, etc.) como a entidades públicas (Autoridad Nacional de Agua, SEDAPAL, Luz de Sur, Electro Perú, etc.), entre otros.

Con el fin de satisfacer los diversos objetivos de sus clientes y mantenerse competitiva, cuenta con un equipo de profesionales altamente capacitados y experimentados. Además, utilizan equipos de última generación y programas informáticos con tecnología moderna para facilitar la toma de decisiones y el control óptimo de los procesos en proyectos y suministros de equipos.

Dentro del espectro de levantamientos cualitativos, abarca un abanico de técnicas. Entre las que destacan: Levantamiento de Refracción Sísmica (RS), Método de Ondas de Superficie (MASW), Micro tremores (MAM), Tomografía Eléctrica (TE), Sondaje Eléctrico Vertical (SEV), Down Hole (DH), Georadar (GPR) y la medición de Conductividad Térmica (CT). Esta variabilidad de técnicas permite la obtención de información de forma más eficiente para la toma de decisiones fundamentadas.

Además, la empresa correlaciona la información obtenida con levantamientos cuantitativos. Entre las actividades que integran este ámbito se encuentran las perforaciones, calicatas, pruebas de penetración estándar (SPT), ensayos de laboratorio e instrumentación geotécnica. Estas prácticas, sumadas

a la experiencia de los profesionales que conforman el equipo, fortalecen la capacidad de la empresa para abordar desafíos complejos y soluciones eficientes.

El cuerpo de profesionales está integrado por individuos altamente capacitados, provenientes de diversas disciplinas. Entre estos se encuentran Geofísicos, Geólogos, Ingenieros Agrícolas, Civiles, Electrónicos, Industriales y Ambientalistas, entre otros. Esta riqueza, se da por la diversidad de conocimientos y la respuesta proactiva a soluciones eficaces en cada etapa del proyecto, respaldando la mejora continua del alcance y los resultados alcanzados.

A la vez la entidad, se distingue por su compromiso con la excelencia y la innovación. La empresa no solo se destaca por su amplio repertorio de servicios, sino también por su capacidad para adaptarse a las cambiantes necesidades del mercado. La constante actualización de sus enfoques y la apertura a la adopción de nuevas técnicas y tecnologías la sitúan en una posición privilegiada para seguir aportando soluciones de calidad en un campo tan vital como el de la ingeniería y la gestión de proyectos afines. Asimismo, brinda la asesoría y comercialización de instrumentos geotécnicos, tanto en la entidad del estado como en las empresas privadas, innovando la tecnología a través del seguimiento continuo de las normas internacionales ASTM y EEEI y para lo cual en Perú representa la marca RST Instruments – Canadá.

2.2. Principales procesos

A continuación, se presentará el perfil comercial, organizacional, el modelo de negocio, la descripción detallada de sus principales productos, así como la cadena de valor, interacciones entre logística de entrada-operaciones-salidas, mercadotecnia y ventas, servicio, abastecimiento, desarrollo de tecnología, administración de recursos humanos e información sobre sus softwares vigentes.

2.2.1. Perfil comercial de la empresa

Dentro del análisis actual, se enfocará en profundidad en la esfera que abarca la venta de equipos geotécnicos, un aspecto central en el que la empresa

encuentra su especialización. Este sector constituye el núcleo de la operatividad, al distribuir tanto a entidades privadas como a instituciones públicas, equipos geotécnicos de alta calidad y rendimiento. Este ámbito se despliega desde la Gerencia General, la cual dirige y coordina todas las operaciones inherentes a la comercialización de estos equipos, hasta el equipo de ventas, cuya misión es cultivar relaciones comerciales sólidas y promocionar los productos que la empresa representa.

La Gerencia General, pieza clave en el proceso de venta de equipos geotécnicos, ostenta la responsabilidad primordial de establecer estrategias y pautas generales para el departamento de ventas. A su vez, orquesta la planificación y toma decisiones estratégicas que impulsan el progreso y éxito en este segmento del mercado. Esta función es esencial para moldear la dirección y el enfoque de las operaciones comerciales.

Por otro lado, el equipo de ventas, una facción intrínseca en el tejido de la organización, cultiva relaciones directas con los clientes, identificando sus requerimientos y brindando soluciones arraigadas en la oferta de equipos geotécnicos. Este conjunto se esfuerza por establecer conexiones sólidas con los clientes, efectuar demostraciones y presentaciones de productos, elaborar ofertas comerciales y gestionar las negociaciones contractuales. Su objetivo primordial radica en la materialización de transacciones y en la expansión de la participación de la compañía en el ámbito de los equipos geotécnicos.

Por último, pero ineludiblemente significativa, el ámbito logístico desempeña un rol cardinal en el proceso de venta de equipos geotécnicos. Este sector asume la coordinación y gestión de todos los componentes vinculados a la entrega puntual y eficaz de los productos a los clientes. Esto engloba el manejo de inventarios, el seguimiento de pedidos, la planificación de distribución y la sincronización con proveedores y transportistas para garantizar una entrega precisa y eficiente de los equipos geotécnicos.

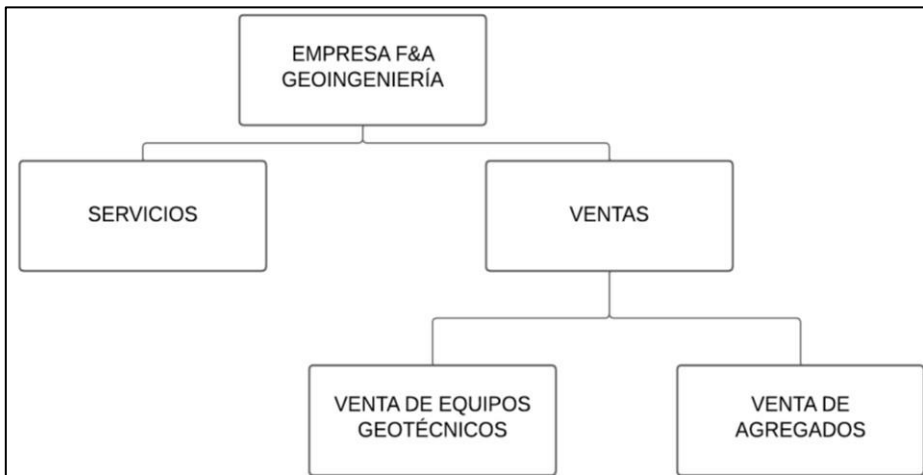


Figura 1. Esquema comercial de la empresa

2.2.2. Perfil organizacional

En cuanto a la estructuración organizacional de la empresa, sus bases se sustentan en lo siguiente:

Misión:

“Somos una empresa consultora peruana, comprometida en brindar soporte y asesoría integral en el desarrollo de estudios geotécnicos, geofísicos, hidrogeológicos e instrumentación, con el propósito de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, en el sector minero, construcción, energético, industrial, entre otros, cuidando el medio ambiente y cumpliendo con los objetivos de la empresa y de nuestros colaboradores.”

Visión:

“Ser una empresa con altos estándares de calidad e innovación, a través del manejo de sistemas de gestión de calidad, gestión ambiental y gestión de seguridad y salud en el trabajo para brindar servicios especializados de consultoría, supervisión, instrumentación y reparación de equipos geotécnicos. Seguir representando a la marca canadiense RST Instruments y otras marcas de prestigio mundial”.

Valores de la Empresa:

- Trabajo en equipo
- Lealtad
- Transparencia

- Respeto
- Calidad

2.2.3. Modelo de negocio

Para la presentación del modelo de negocios que maneja la empresa, se proyecta el siguiente CANVAS:

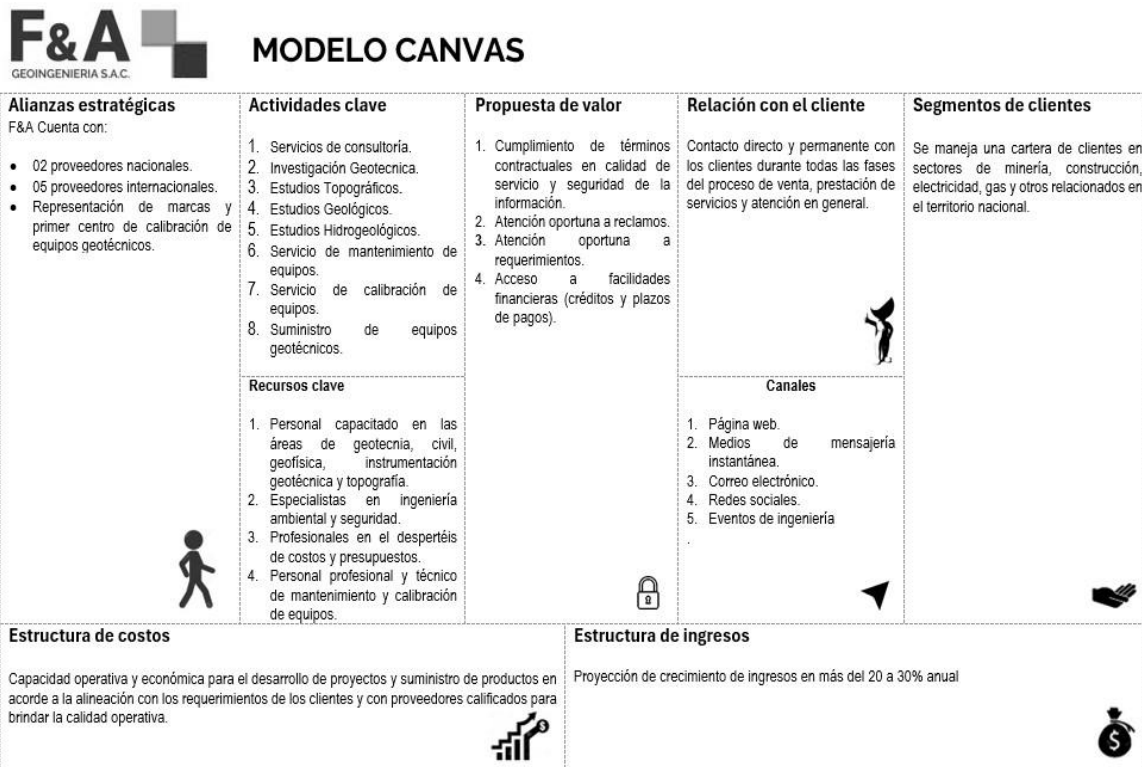


Figura 2. Modelo CANVAS de la empresa

2.2.4. Descripción de los principales productos

A continuación, se describirá los principales equipos geotécnicos, que de forma recurrente comercializa la empresa:

1. Piezómetros de cuerda vibrante:

Los piezómetros son herramientas esenciales en la geotecnia y la hidrogeología, diseñadas para medir y vigilar de manera precisa la presión del agua en el subsuelo. Estos dispositivos desempeñan un papel fundamental al proporcionar información crítica sobre diversos aspectos, como los niveles freáticos, el comportamiento del agua subterránea y la integridad de las estructuras subterráneas.

La estructura típica de un piezómetro comprende un tubo o sonda cuidadosamente instalado en el suelo, que establece un vínculo directo con la capa freática. Este tubo actúa como una ventana hacia las aguas subterráneas, permitiendo el acceso a la presión hidrostática del subsuelo en un punto específico. Conectado a esta sonda se encuentra un sensor de presión altamente sensible, encargado de capturar de forma precisa las variaciones en la presión del agua en el lugar de instalación.

La información recolectada a través de los piezómetros se utiliza en una variedad de aplicaciones críticas, tales como el monitoreo de acuíferos, la evaluación de la calidad del agua, la planificación de sistemas de drenaje y el diseño de proyectos de construcción. Estos datos proporcionan una comprensión más profunda de la dinámica del agua en el subsuelo, lo que a su vez respalda la toma de decisiones fundamentadas en la gestión de recursos hídricos y la ingeniería geotécnica. En resumen, los piezómetros desempeñan un papel esencial al permitir una comprensión y control más efectivos del comportamiento del agua subterránea en diversos contextos, contribuyendo a la protección ambiental a través de la gestión adecuada de los recursos hídricos subterráneos.



Figura 3. Piezómetro de cuerda vibrante

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

2. Water level:

Los instrumentos de nivel de agua, también conocidos como water level o medidor de agua, son herramientas imprescindibles para la medición precisa y conveniente de la elevación del agua subterránea en una variedad de estructuras, como pozos, tuberías verticales y perforaciones.

Estos dispositivos hacen uso de una cinta plana de alta precisión, meticulosamente calibrada y rastreada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST). La cinta es no elástica, asegurando mediciones coherentes y fiables a lo largo del tiempo.

La cinta de nivel de agua presenta marcas permanentes con graduaciones precisas de 1 mm o 1/100 de pie, dependiendo de la unidad de medida requerida. Estas graduaciones posibilitan la obtención de lecturas minuciosas y exactas del nivel del agua subterránea. Además, la cinta puede incluir una punta de acero inoxidable o un flotador, que garantiza su verticalidad durante la medición, evitando cualquier margen de error relacionado con inclinaciones o desplazamientos laterales.



Figura 4. Cinta de nivel de agua

Fuente: Manual de Instrucción de Heron

3. El Readout:

Es un instrumento de fácil transporte y se presenta en diversas formas, como una pantalla digital, un panel de control o un dispositivo electrónico, y cuya función principal es de visualizar en tiempo real los datos adquiridos por los sensores de cuerda vibrante o similar. Este dispositivo proporciona información relevante para un análisis de toma de decisión para los ingenieros y/o profesionales conectados en la rama de la geotecnia.

Además de su función básica, los readouts suelen estar programados con características adicionales, como el almacenamiento de datos, la capacidad de generar gráficos y opciones de configuración para ajustar los parámetros de lectura in situ.

Este instrumento constituye un elemento clave para el monitoreo y análisis continuo de datos relevantes, permitiendo a los profesionales realizar evaluaciones precisas y oportunas. La información recopilada facilita la evaluación eficiente de la estabilidad estructural, la identificación temprana de posibles anomalías en el comportamiento de las estructuras y la implementación de medidas correctivas cuando sea necesario. Gracias a la capacidad para proporcionar lecturas precisas y en tiempo real, este dispositivo ofrece una comprensión detallada de datos que permite tomar decisiones fundamentadas en mitigar riesgos potenciales de manera proactiva.



Figura 5. Readout

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

4. Los Datalogger:

Los Datalogger, en un ámbito más amplio que incluye la instrumentación geotécnica, son dispositivos esenciales dedicados al registro y conservación de datos en diversas aplicaciones en el campo. Estos dispositivos destacan por su capacidad para capturar y almacenar de forma continua información proveniente de sensores o instrumentos de medición a lo largo del tiempo, sin requerir una supervisión constante por parte de los operadores.

La versatilidad de los Datalogger radica en su capacidad para recibir datos de una variedad de sensores, que pueden incluir sensores de deformación, sensores de presión del agua, sensores de desplazamiento y otros, en función de la aplicación específica. Estos Datalogger registran y almacenan meticulosamente los datos en su memoria interna a intervalos predefinidos, construyendo así un archivo histórico de las mediciones.

En el contexto de la instrumentación geotécnica, los Datalogger desempeñan un papel fundamental en el monitoreo de variables clave, como la deformación del suelo, la presión del agua y la temperatura, entre otras. Su utilización facilita significativamente la recolección de datos precisos y confiables a lo largo del tiempo, lo que permite a ingenieros y profesionales en geotecnia llevar a cabo análisis exhaustivos del comportamiento del suelo y las estructuras. Además, posibilita la identificación de tendencias cruciales y respalda la toma de decisiones basadas en evidencia en el diseño y planificación de proyectos geotécnicos.



Figura 6. Datalogger

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

5. Tubería inclinométrica:

La tubería inclinométrica está fabricando con ABS virgen y se instala dentro de un conducto instalando generalmente de forma vertical en el subsuelo. Esta perforación se realiza hasta con inclinaciones de 45°, alcanzando una profundidad determinada de acuerdo al requerimiento del proyecto.

A lo largo de su longitud, esta tubería está equipada con sensores estratégicamente ubicados para capturar los cambios de inclinación en diversos puntos. Estos sensores pueden abarcar diferentes tecnologías, como sensores de aceleración, inclinómetros electrónicos o inclinómetros de cuerda vibrante.

La realización de mediciones periódicas de la inclinación en varios niveles a lo largo de la tubería permite obtener un detallado retrato de la deformación del suelo. Esta información se convierte en un recurso de gran valor para evaluar la estabilidad del terreno, especialmente en zonas propensas a movimientos o asentamientos del suelo que puedan incidir en las estructuras circundantes.

La tubería inclinométrica se emplea ampliamente en la monitorización de taludes, muros de contención, excavaciones y otros proyectos geotécnicos en los que la estabilidad del suelo es un factor crítico. Los datos recolectados mediante este sistema permiten a los ingenieros evaluar los riesgos, tomar decisiones fundamentadas en el diseño y la construcción, y, si se requiere, implementar acciones correctivas para mantener la seguridad y la eficiencia del proyecto.



Figura 7. *Tubería inclinométrica*

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

6. Sistema inclinométrico digital:

Un sistema inclinométrico digital es un conjunto avanzado de herramientas y equipos destinados a medir y registrar con precisión y en formato digital tanto la inclinación como la deformación de estructuras o terrenos.

Estos sistemas encuentran su aplicación en proyectos de ingeniería civil y geotécnica, donde la monitorización es constante y precisa dado que el comportamiento y la estabilidad es esencial.

Los componentes clave de un sistema inclinométrico digital comprenden, en primer lugar, inclinómetros digitales, que representan sensores de alta precisión y sensibilidad diseñados para evaluar la inclinación en múltiples puntos a lo largo de una estructura o un área de terreno. Estos inclinómetros digitales se conectan a un sistema de adquisición de datos, un dispositivo electrónico encargado de recopilar, procesar y almacenar de manera eficaz los datos capturados por los sensores.

La adquisición de datos en un sistema inclinométrico digital puede llevarse a cabo en tiempo real, lo que habilita una monitorización continua y actualizada de la inclinación y deformación del terreno o estructura en cuestión. Los datos generados son accesibles y analizables mediante software especializado que proporciona gráficos y representaciones visuales, ofreciendo una visión completa y detallada de la evolución de la inclinación y deformación a lo largo del tiempo. Este enfoque avanzado y digitalizado es fundamental para la toma de decisiones informadas y la garantía de la seguridad en proyectos de ingeniería y geotecnia.



Figura 8. Sistema inclinométrico digital

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

7. Celda de asentamiento:

Es un instrumento que mide el asentamiento y el desplazamiento en el suelo o en el relleno de roca. El sistema ayuda a controlar y prevenir futuros eventos durante el monitoreo de la presión hidrostática.

A la vez se puede instalar en estructuras de concreto y con rangos de medición específico.

Costa de una placa metálica y un sensor de cuerda vibrante, éstos están conectados a un cable piezométrico y a un tubo de presión transparente revestido de un protector de color negro.



Figura 9. Celda de Asentamiento

Fuente: Manual de Instrucción de RST Instruments

2.2.5. Cadena de valor



Figura 10. Cadena de valor de la empresa

Fuente: Fuente Propia

A partir de la Figura 10, se puede apreciar la cadena de valor que maneja la empresa, donde se procede al detalle, a continuación:

1. Logística de Entrada:

La empresa optimiza los procesos de adquisición y gestión de inventario mediante un sistema computacional avanzado y altamente eficiente. Importa equipos de alta precisión y calidad suministrados por RST Instruments (Canadá) y cuenta con una flota propia de vehículos para garantizar un transporte seguro y eficiente. Adicionalmente, en situaciones específicas, se tiene registrado a transportistas de confianza para asegurar la continuidad y puntualidad en las operaciones logísticas.

2. Operaciones:

La empresa se especializa en brindar servicios de consultoría en investigación geofísica, geotécnica y topográfica, además de análisis de riesgos geológicos e hidrogeológicos. Su enfoque está en ofrecer soluciones completas, que abarcan desde la evaluación detallada de sitios de diseño y monitoreo de obras, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto.

3. Logística de Salida:

La empresa dispone de almacenes propios, lo que garantiza la correcta conservación de los equipos hasta su entrega en óptimas condiciones. Además, gestiona el transporte para él envío de agregados y material, ya sea en sacos a granel, trabajando con proveedores locales de confianza para garantizar un servicio eficiente y adaptado a las necesidades de cada cliente.

4. Mercadotecnia y Ventas:

El área de mercadotecnia se encarga de realizar estudios de mercado y gestionar cotizaciones utilizando diversas plataformas, con el objetivo de conectar de manera efectiva con clientes potenciales, tanto del sector público como privado.

5. Servicio:

La empresa ofrece una postventa integral que abarca el mantenimiento preventivo, correctivo y la calibración de equipos geotécnicos. Este compromiso asegura que los instrumentos operen con precisión y eficiencia, maximizando su rendimiento y prolongando su vida útil.

6. Abastecimiento:

El área de compras se encarga de evaluar cuidadosamente a los proveedores, negociar las mejores condiciones y gestionar las adquisiciones a través de órdenes de compra. Además, aseguran un suministro constante de productos y equipos, manteniendo el almacén siempre abastecido para garantizar la continuidad de las operaciones.

7. Desarrollo de Tecnología:

La empresa trabaja con equipos de alta calidad y renueva su tecnología de forma periódica para estar siempre a la vanguardia. Además, brinda capacitación continua en software y equipos, asegurándose de que su personal este siempre actualizado y preparado para ofrecer un servicio de excelencia.

8. Administración de Recursos Humanos:

La corporación dispone de un equipo de profesionales altamente capacitados, seleccionados a través de rigurosos procesos de reclutamiento. El personal se organiza en áreas operativas, administrativas y de apoyo, y trabaja de manera colaborativa para lograr los objetivos y el crecimiento sostenible de la empresa.

2.2.6. Mapa de procesos

El mapa de procesos proporciona una representación visual detallada de las diferentes etapas y actividades dentro de la institución, facilitando la comprensión del flujo de tareas y mostrando como se interconectan los roles y las responsabilidades de cada área. Esta herramienta permite identificar de manera clara las relaciones entre los distintos procesos, promoviendo una gestión más eficiente. En paralelo, el flujograma desempeña un papel crucial al definir la interacción general entre todas las partes involucradas en los procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

A través de esta representación gráfica (Figura 11), se logra optimizar la coordinación y comunicación entre las áreas, asegurando que cada paso se ejecute con precisión para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes de manera efectiva.

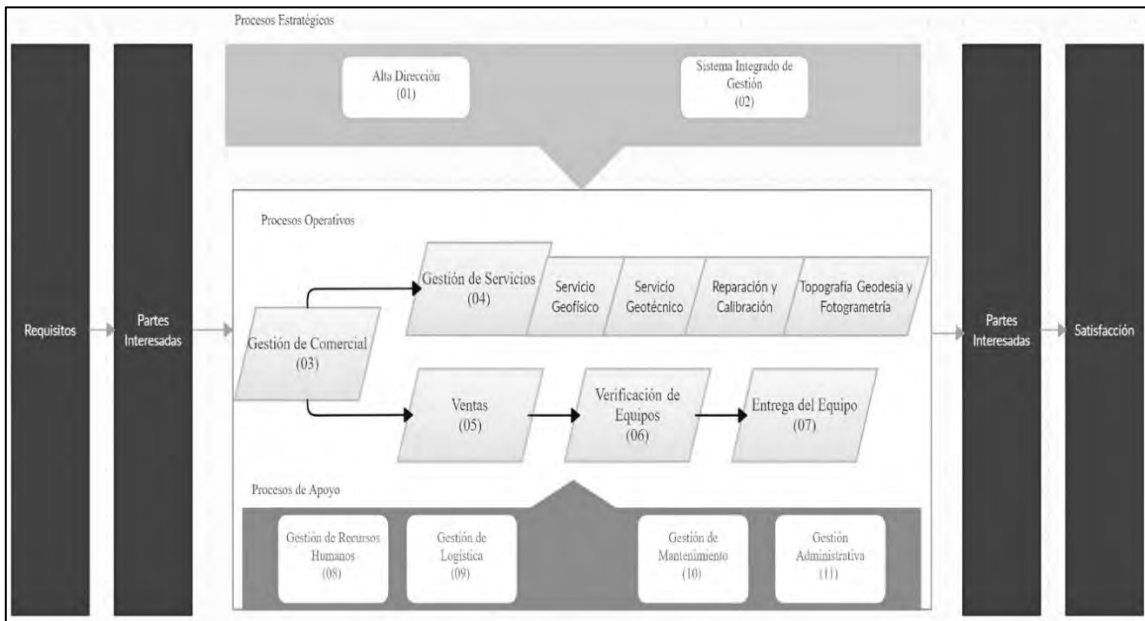


Figura 11. Mapa de procesos del valor de la empresa

2.2.7. Organigrama

En este mismo orden, se proyecta el organigrama formal de la empresa de geotecnia en la Figura 12:

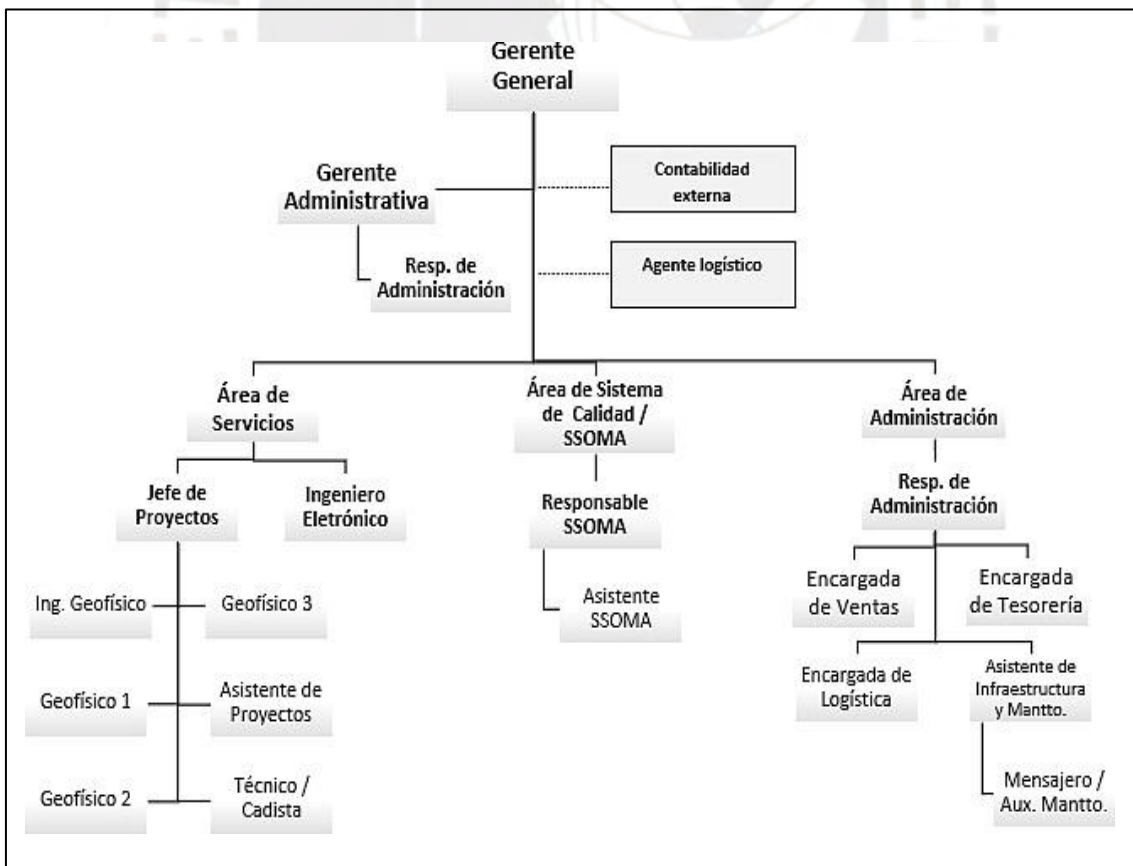


Figura 12. Organigrama de la empresa

El organigrama de la empresa es una herramienta fundamental para comprender su estructura organizativa, facilitando la visualización de las relaciones y responsabilidades que existen entre los diferentes departamentos y roles dentro de la institución. Este diagrama proporciona una representación clara de la cadena de mando y la estructura de informes, permitiendo identificar de manera precisa quien se reporta a quien, lo que facilita la comunicación interna y la alineación de objetivos. Además, detalla las funciones y responsabilidades de cada cargo y departamento, lo que incluye al equipo de ingenieros, quienes juegan un papel crucial en el éxito de los proyectos.

Más allá de simplemente aclarar la autoridad, el organigrama actúa como una herramienta de coordinación y asignación de tareas, promoviendo un flujo de trabajo más organizado y eficiente. Cada miembro del equipo puede comprender de manera más profunda su rol específico dentro de la empresa, lo que mejora la colaboración y garantiza que todos estén enfocados en los mismos objetivos. Esta claridad constituye también a un ambiente de trabajo más armonioso, donde las expectativas y los límites de cada área están bien definidos.

Además de su función operativa, el organigrama se convierte en una herramienta estratégica valiosa para la planificación y el desarrollo a largo plazo. Al tener una visión global de la estructura organizacional, es posible identificar áreas de mejora, detectar posibles redundancias o brechas en la estructura y, de ser necesario, realizar ajustes que optimicen la eficiencia operativa. Esta flexibilidad organizacional es clave para asegurar que la empresa esté siempre preparada para afrontar nuevos desafíos y aprovechar oportunidades.

Finalmente, contar con un organigrama bien diseñado tiene un impacto directo en la toma de decisiones. Al facilitar la visualización clara de responsabilidades y jerarquías, los líderes de la empresa pueden tomar decisiones más informadas y rápidas, mejorando la capacidad de respuesta ante situaciones cambiantes y acelerando la ejecución de proyectos. En última instancia, esto contribuye no solo a un desempeño más sólido en cada uno de los proyectos de ingeniería, sino también al crecimiento sostenido y a la consolidación de la empresa en el mercado.

CAPÍTULO III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Este capítulo implica realizar un análisis exhaustivo del contexto en el que se encuentra la empresa. Además, ayudara a identificar las debilidades y amenazas. Este tipo de diagnóstico dará información para diseñar estrategias para mejorar y superar las debilidades y mitigar las amenazas.

3.1. Mapeo y selección de procesos

Una empresa de previsión de servicios y venta de equipos, se caracteriza por tener un mapa de procesos (Figura 11), y para realizar un adecuado diagnostico concatena indicadores estratégicos, operativos y de apoyo; y que establecen criterios específicos de la situación actual de la compañía y para establecer una ruta de diagnóstico se selecciona personal altamente capacitado: gerencia general, responsable de proyectos, responsable comercial e importación de equipos; con la necesidad que valoren desde su despertéis los criterios relevantes y den pesos ponderados de impacto dentro de la organización; y así generar una valoración porcentual e iniciar el análisis actual y tener una ruta de seguimiento.

Los criterios que se están evaluando, están interrelacionados en un enfoque crucial dentro del aparato administrativo, operacionales, ingeniería y gestión de adquisición y que involucra decisiones sobre el tipo de proceso o tecnología más adecuada para realizar el servicio o la adquisición de equipos. La elección depende de varios factores incluyendo el tipo de producto, la demanda, el recurso disponible y la eficiencia deseada.

Debido a la toma de decisión multicriterio y para ser evaluado cada criterio de forma adecuada y ordenada se le asigna un valor de referencia que refleje su importancia en relación con las demás, utilizando la normalización de pesos donde el valor 5 es de menor relevancia y el 35 de mayor impacto y que la suma acumulada de la evaluación de los criterios estén en una escala comparable al 100% para asegurar la coherencia del valor asignado. El uso de este procedimiento ayudara a tomar la decisión de forma más objetiva y equilibrada.

Tabla 1. Pesos ponderados de criterios asignados por especialistas

Criterios	GG	RP	RC	IE	Peso Prom. %
Impacto en los costos operativos	25	30	35	30	30
Contribución a la prestación de servicios y productos de calidad	20	20	15	25	20
Influencia en la gestión del tiempo	25	15	10	10	15
Influencia en el rendimiento de ventas	20	20	30	30	25
Garantía de continuidad de los procesos	10	15	10	5	10

Leyenda: GG: gerencia general; RP: responsable de proyectos; RC: responsable comercial y IE: importación de equipos.

Analizando la Tabla 1, se precisa que los criterios de mayor peso ponderado fueron: impacto en los costos operativos e influencia en el rendimiento de ventas presentado el valor de 30% y 25% respectivamente, datos iniciales que reflejan la importancia relativa de este proceso de asignación.

Mientras que, el criterio de peso intermedio fue la contribución a la prestación de servicios y productos de calidad (20%); y los que presentaron menor peso 15 y 10% fueron el de influencia en la gestión del tiempo y garantía de continuidad de los procesos.

Para evaluar la relevancia del impacto de cada criterio y determinar su peso en el proceso de toma de decisiones, se propone asignar un valor numérico en una escala del 1 al 5. Esta escala permite cuantificar la importancia de cada criterio de manera estructurada, facilitando su análisis y su relación directa con el área de priorización. En este sistema, un valor de 5 representa un impacto muy alto o crítico, mientras que un valor de 1 indica un impacto muy bajo o poco significativo.

La asignación de estos valores no solo ayuda a visualizar de forma objetiva el nivel de influencia de cada criterio, sino que también permite identificar y priorizar aquellos factores que requieren mayor atención. De esta manera, se

facilita la toma de decisiones informadas, enfocando los esfuerzos y recursos en los elementos que generan un mayor impacto en los resultados o en el área evaluada.

Tabla 2. *Valoración del impacto para los procesos*

Valor	Tipo de impacto
5	Muy alto
4	Alto
3	Medio
2	Bajo
1	Muy bajo

Para llevar a cabo un análisis sistemático de la organización, es necesario evaluar y cuantificar como cada proceso impacta en diversos criterios. Este análisis se realiza considerando factores como la importancia, la ponderación y el valor de impacto, entre otros. Como resultado, se elabora una matriz que facilita la visualización de las puntuaciones asignadas a cada proceso en relación con diferentes criterios, permitiendo correlacionar de manera integral múltiples escenarios.

Esta herramienta no solo ayuda a identificar los niveles de criticidad de los procesos, sino que también destaca las áreas de mayor relevancia dentro de la interacción proceso/criterio. De este modo, es posible realizar diagnósticos más precisos y fundamentados, optimizando la toma de decisiones dentro del sistema institucional y priorizando aquellas áreas que requieren mayor atención o recursos.

En términos generales, este análisis es esencial para evaluar la eficiencia, la calidad y la viabilidad de las actividades que forman parte del día a día de la empresa. A través de la asignación de valores numéricos, se facilita la identificación de problemas críticos dentro de la organización, así como el análisis del impacto y la relación entre los diferentes procesos. Esto, a su vez, permite implementar evaluaciones y procedimientos de mejora enfocados en estandarizar en análisis de cada criterio relevante.

Es importante destacar que la relación entre los procesos y los criterios es un pilar fundamental en este método de evaluación. El objetivo principal es medir, comparar y optimizar los procesos con base en información detallada y confiable. Esto no solo constituye a una toma de decisiones más informada y precisa, sino que también impulsa mejoras significativas en calidad, reduce costos operativos y aumenta la eficiencia general de la organización.

Tabla 3. Valoración del impacto para los procesos

PROCESOS / CRITERIOS	Impacto en los costos operativos	Contribución a la prestación de servicios y productos de calidad	Influencia en la gestión del tiempo	Influencia en el rendimiento de ventas	Garantía de continuidad de los procesos	Ponderación	Grado de relevancia
	30%	20%	15%	25%	10%		
Alta dirección	1	1	2	3	1	1.6	9%
Sistema de gestión de la calidad	4	3	3	2	2	2.8	15%
Gestión comercial	5	5	4	5	5	4.8	26%
Gestión de recursos humanos	4	1	2	2	3	2.4	13%
Gestión de logística	2	2	1	1	4	2	11%
Gestión de mantenimiento	1	3	3	3	5	3	16%
Gestión administrativa	4	1	2	1	3	2.2	12%
						18.8	100%

Partiendo de la matriz de la valoración de impacto de cada proceso y de acuerdo a los resultados de cada criterio preestablecido (Tabla 3), se ha identificado el punto o sector de mayor relevancia, es el proceso de gestión comercial, presentando un valor del 26%, lo que denota una ponderación de muy alto impacto (4.8) y gran relevancia en comparación con los demás procesos.

A la vez; las áreas de sistema de gestión de la calidad y gestión de mantenimiento presentan un impacto medio (2.8 y 3 respectivamente) en su valoración y cuyos valores porcentuales están en el orden de 15% y 16%. Mientras que; los procesos de: alta dirección, gestión de recursos humanos, gestión de logística y gestión administrativa presentan un impacto bajo y los valores porcentuales están en el orden de 9%, 13%, 11% y 12% secuencialmente.

3.2. Identificación del problema

Identificado el proceso de mayor relevancia “gestión comercial”, y de acuerdo a la actividad comercial de la empresa como es la venta de productos y servicios, se analizará estos dos macros para identificar la importancia operacional dentro del sistema empresarial.

Para realizar un análisis más precisión; se evalúa el ingreso neto anual correspondiente a un periodo de 3 años (2021-2023). Este muestreo es lo suficientemente amplio como para garantizar un alto nivel de confianza en los resultados. El análisis permitirá identificar y validar qué sector y/o actividad genera los mayores ingresos económicos y su porcentaje de contribución en comparación con el ingreso neto:

Tabla 4. *Distribución de fuentes de ingreso de la empresa*

Fuente de ingreso	Ingresos netos anual (USD) 2021	Ingresos netos anual (USD) 2022	Ingresos netos anual (USD) 2023	% de ingresos prom. anual
Ventas	\$ 979,483.94	\$ 1,068,364.06	\$ 987,791.91	61%
Servicios	\$ 459,721.89	\$ 600,954.79	\$ 623,079.00	39%
Total	\$ 1,439,205.83	\$ 1,669,318.85	\$ 1,610,870.91	100%

Fuente: Datos contables de la empresa

De acuerdo al análisis de la Tabla 4; la fuente de mayor ingreso a la empresa es en la actividad de ventas de equipos obteniendo un 61% de la distribución y cuyo sector contempla la importación de equipos geotécnicos, reventa de equipos nacionales y venta de agregados. Mientras que la actividad de prestación de servicio presenta un 39% (levantamiento geológico, geofísicos, topográfico, geotécnico e instrumentación).

Por lo tanto; la actividad de ventas al presentar un alto porcentaje (superar al 50%) se define como una fuente prioritaria, de mayor impacto y de alto interés económico sobre la cual se sustenta la empresa y por la que se debe analizar e identificar sus problemas y determinar su estatus actual.

Una vez identificado el sector, y dado que el proceso es complejo, resulta crucial contar con la experiencia de los expertos de la organización, como la gerencia general, el responsable de proyectos, el área comercial y el departamento de importación de equipos. Estos profesionales aportaran su perspectiva para señalar los problemas más críticos. Con el objetivo de cuantificar de manera precisa la incidencia de estos problemas, se ha decidido emplear un enfoque basado en la frecuencia porcentual como métrica principal.

Este método no solo permite analizar los eventos de manera objetiva, sino que también facilita su clasificación de forma clara y estandarizada según su recurrencia. Para ello, se utiliza una escala específica que proporciona una visión estructurada de la frecuencia con la que ocurre, lo que a su vez ayuda a priorizar soluciones efectivas y enfocar recursos en las áreas de mayor impacto.

- 3 - Ocurrencia alta: Representa una frecuencia significativa que requiere atención prioritaria para su solución.
- 2 - Ocurrencia media: indica una problemática con una incidencia moderada, que debe ser monitoreada y abordada según su impacto.
- 1 – Ocurrencia baja o nula: Señala una incidencia mínima o poco frecuente, considerada de menor relevancia dentro del análisis.

Este enfoque estructurado no solo permite comparar y evaluar los problemas de manera eficiente, sino que también expresa su frecuencia relativa en términos porcentuales, brindado así una base sólida para la toma de decisiones estratégicas y el análisis de su posible impacto económico.

Para garantizar una comprensión clara del método aplicado y de los valores asignados, a continuación, se presentan los principales problemas identificados, respaldados por las opiniones y el conocimiento de expertos de la institución:

P1. Rotación contante de trabajadores: Se presenta en algunas instituciones privadas y/o públicas, específicamente cuando el trabajador deja de laborar en la institución por razones propias.

P2. Problema en el abastecimiento de insumos por incumplimiento de proveedores: Es cuando un cliente exige que se entregue los equipos / materiales en las condiciones de origen pactado.

P3. Maquinarias obsoletas y desactualizadas: Cuando sus funciones de desempeño son inferiores y la tecnología es antigua en comparación a los equipos actuales o renovados.

P4. Insuficiente stock en almacén: Se presenta cuando la demanda es alta de un artículo y no hay existencia para la entrega.

P5. Restricciones aduaneras: Medida preventiva para la inspección, nacionalización y validación de ingreso de la autoridad aduanera del país, el cual contempla la custodia de la mercadería entre días a meses.

P6. Falta de capacidad administrativa: Es la capacidad y desempeño que tiene el personal administrativo a llevar a cabo las funciones administrativas y logísticas de manera efectiva, sostenible y eficiente.

P7. Déficit de calidad de servicio: Es la expectativa que tiene el cliente en comparación con la perspectiva del equipo.

P8. Baja eficiencia operativa en la gestión de inventarios: La empresa no cuenta con una clasificación de materiales y no presenta una organización en los almacenes.

P9. Ausencias laborales no justificables: Personal que dentro de sus funciones normales no acude a su puesto de trabajo y no avisa de forma anticipada.

P10. Ausencia de estándares seguridad en inventarios: Es tener una relación de equipos existenciales, el cual la empresa no tiene mapeado la relación de equipos en stock.

P11. Desorden en espacios de almacén: Los síntomas de pérdidas recurrentes y la alta incidencia de maquinarias obsoletas se presenta en el desorden de los almacenes.

P12. Desactualización de software: Debido a que la globalización de los softwares avanza a pasos agigantados, los programas vienen actualizándose cada año el cual se debe tener en cuenta en el análisis de información.

En resumen, este proceso de diagnóstico de la distribución de problemas ayudara identificar las amenazas más críticas y evaluara su influencia en la eficiencia global de la empresa.

Tabla 5. Problemas presentados en el proceso de gestión comercial (ventas).

Código	Problema identificado	Recurrencia	% de impacto	Impacto (US\$)
P3	Maquinarias obsoletas y desactualizadas	1	4	38,918.46
P9	Ausencias laborales no justificadas	1	4	38,918.46
P12	Desactualización de software	1	4	38,918.46
P1	Rotación constante de los trabajadores	2	8	77,836.92
P7	Déficit de calidad en servicio	2	8	77,836.92
P10	Ausencia de estándares de seguridad en inventarios	2	8	77,836.92
P11	Desorden en espacios de almacén	2	8	77,836.92
P2	Problemas en el abastecimiento de insumos por incumplimiento de proveedores	3	12	116,755.38
P4	Insuficiente stock en almacén	3	12	116,755.38
P5	Restricciones aduaneras	3	12	116,755.38
P6	Falta de capacidad administrativa	3	12	116,755.38
P8	Baja eficiencia operativa en la gestión de inventarios	3	12	116,755.38

Puntaje Prom. Información recopilada por los expertos de la organización GG, RP, RC e IE; en anexo 1.

Según la clasificación de priorización “porcentaje de impacto e impacto económico”, que se detalla en la Tabla 5, se ha determinado que, de las 12 problemáticas identificadas, 5 códigos (P2, P4, P5, P6 y P8) se catalogan como frecuencias prioritarias, con un valor porcentual del 12%. Por otro lado, los ítems P11, P10, P7 y P1 presentan un nivel de incidencia moderada, alcanzando un 8%, finalmente, los ítems P12, P9 y P3 representan un 4% indicando una frecuencia marginal. Es importante destacar que esta información también se presenta en la Figura 13, y que la suma porcentual de incidencia de toda la lista es del 100%.

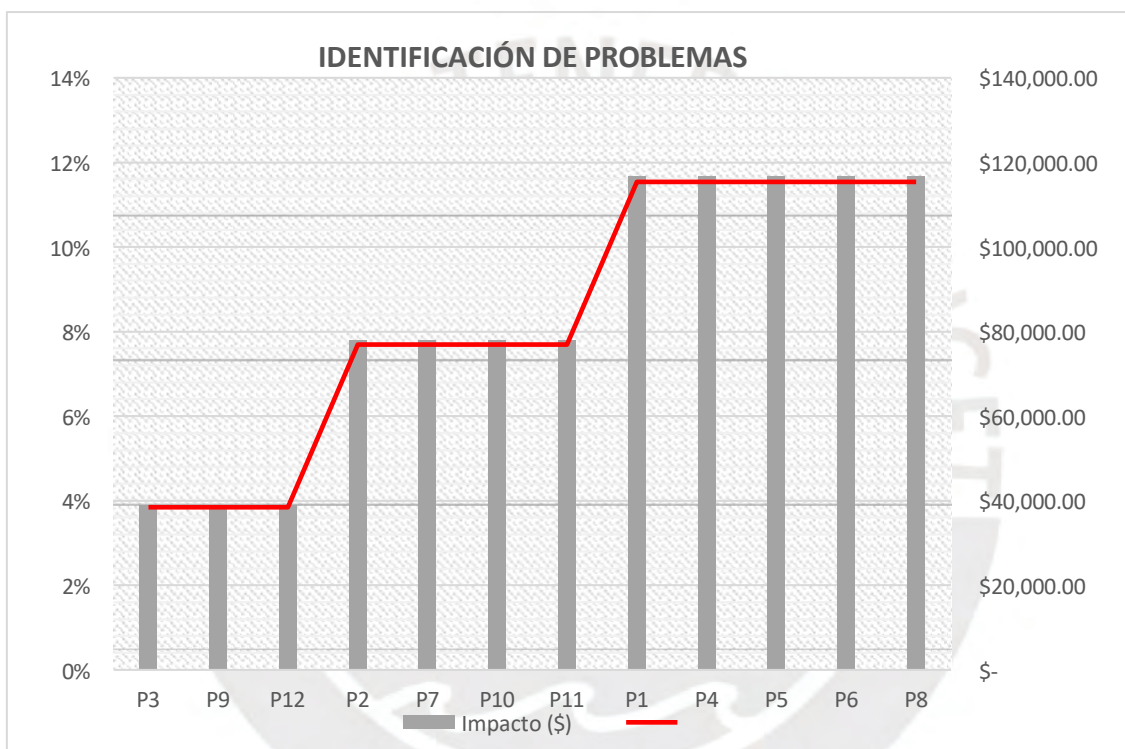


Figura 13. Nivel de frecuencia de los problemas del proceso

3.3. Selección del Problema

Para analizar el/los problemas más relevantes del diagrama del nivel de frecuencia (ver Tabla 5 y Figura 13), los expertos de la empresa (gerencia general; responsable de proyectos, responsable comercial e importación de equipos) trabajaron en conjunto a través de un consenso basado en criterios comunes, realizando una agrupación de problemas con características similares, tomando en cuenta las conexiones entre ellas, los patrones que se repiten y los procesos de los relaciona, ver Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de problemas operativos críticos de la empresa

Código	Problema identificado	Motivo Incidencia operativa	Suma de % de impacto
P2	Problemas en el abastecimiento de insumos por incumplimiento de proveedores		
P4	Insuficiente stock en almacén		
P8	Baja eficiencia operativa en la gestión de inventarios	Baja eficiencia operativa	46
P10	Ausencia de estándares de seguridad en inventarios		
P11	Desorden en espacios de almacén		
P1	Rotación constante de los trabajadores		
P6	Falta de capacidad administrativa	Baja eficiencia de capacidad humana	34
P7	Déficit de calidad en servicio		
P9	Ausencias laborales no justificadas		
P12	Desactualización de software		
P3	Maquinarias obsoletas y desactualizadas	Equipos desactualizados	8
P5	Restricciones aduaneras	Aspecto externo	12

Tras el análisis, se determinó que el sector con mayor relevancia es el de baja eficiencia operativa, ya que concentra un 46% de incidencia, lo que lo posiciona como un problema crítico que afecta significativamente el desempeño general de la empresa. Por su parte, la baja eficiencia en la capacidad humana representa un 34%, mientras que la desactualización de equipos y los factores externos contribuyen con un 8% y 12% respectivamente. Estas cifras destacan las áreas clave que requieren atención prioritaria para mejorar el funcionamiento integral de la organización.

Para llevar a cabo el análisis de causa y efecto, se pondrá el foco en la baja eficiencia operativa, ya que esta abarca aspectos clave como el uso adecuado de la infraestructura, la clasificación de los equipos, el conocimiento

sobre los productos y la organización general, todos elementos esenciales para alcanzar niveles óptimos de eficiencia y productividad. Por otro lado, la baja de eficiencia en la capacidad humana, al tratarse de una problemática puntual, requiere que la alta gerencia adopte medidas estratégicas. Estas incluyen la reorganización del personal, un control más efectivo, programas de capacitación y un diseño de incentivos que promuevan el desarrollo y la motivación del equipo.

En cuanto, a las incidencias restantes, debido a su carácter casi marginal en términos porcentuales, no serán incluidas en el análisis detallado, ya que su impacto es poco significativo en comparación con los problemas principales identificados.

3.4. Análisis de causa-efecto

A continuación; bajo la necesidad de profundizar el análisis de la problemática seleccionada, se desarrolla en análisis causa a efecto de la baja eficiencia operativa; con la finalidad de identificar las herramientas necesarias y así poder racionalizar esfuerzos de solución del problema y mejorar los procesos de forma simultánea y tener una eficiencia operativa.

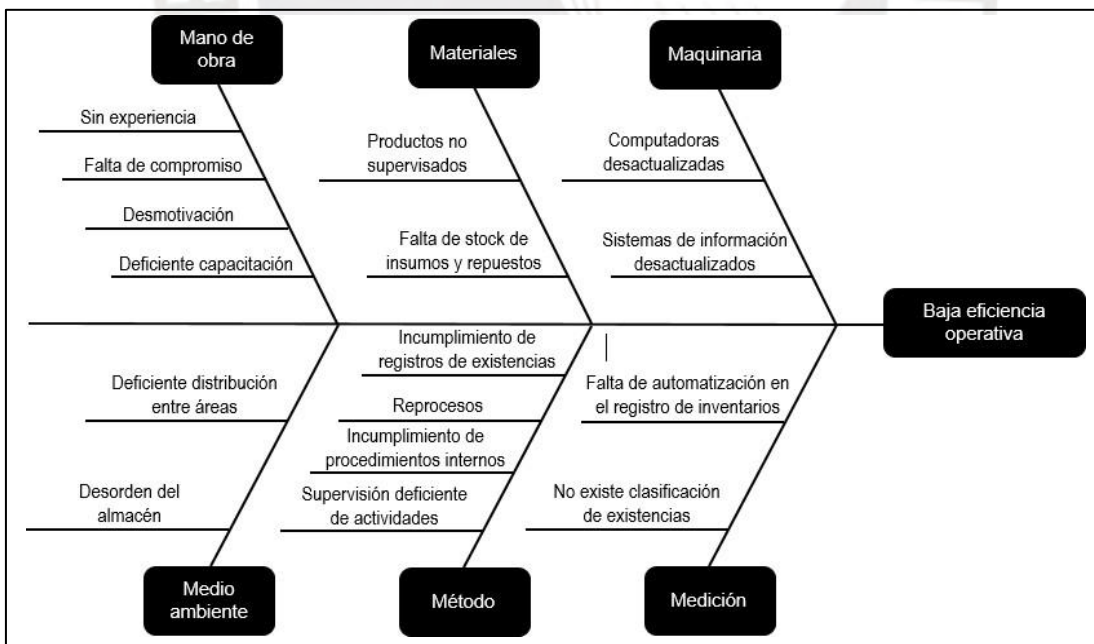


Figura 14. Ishikawa de la empresa

En la Figura 14, se desarrolla el diagrama de Ishikawa, también conocida como el diagrama de causa-efecto, que permite identificar y visualizar las principales causas que influyen en la baja eficiencia operativa. Este diagrama

clasifica las causas en diferentes categorías, facilitando el análisis estructurado de los factores que afectan el rendimiento de la empresa. Las categorías utilizadas, como mano de obra, materiales, maquinaria, medio ambiente, método y medición permiten segmentar los problemas y analizar su impacto.

Con la necesidad de identificar y evaluar los posibles fallos del proceso de baja eficiencia operativa, y sus efectos o consecuencias es necesario usar algunas tablas de la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos), también conocido como FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode and Effects Analysis); dado que el objetivo es prevenir problemas antes de que ocurran, minimizando riesgos y mejorando la calidad y confiabilidad. En la Tabla 7, se presenta los pesos porcentuales para que se pueda clasificar cada una de las causas a la cual atribuye esta investigación.

Tabla 7. Tabla de criterios de evaluación

Puntuación	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad
6	Critica (muy alta gravedad)	Alta	No se puede detectar
5	Alta gravedad		posibilidad remota de detección
4	moderada (gravedad media)	media	posibilidad baja de detección
3	Leve (Baja gravedad)		posibilidad moderada de detección
2	marginal (gravedad mínima)	baja	posibilidad alta de detección
1	nunca		Fácilmente detectable

El uso de la Tabla 7 es fundamental para calcular el porcentaje de frecuencia y analizar el diagrama de Pareto, que se presenta en la Tabla 8 y la Figura 15, respectivamente. Este enfoque es práctico y eficaz para clasificar y optimizar los distintos problemas identificados en el área de baja eficiencia operativa.

Para cada ítem evaluado, se asigna una puntuación entre 1 y 6, basado en tres criterios principales: gravedad, frecuencia y detectabilidad. Estas calificaciones se multiplican entre si dentro de cada segmento, lo que da como resultado el índice de riesgo prioritario (IRP). Este índice, comúnmente conocido como frecuencia, sirve como una métrica clave para priorizar los problemas.

Una vez calculado el IRP para cada ítem, se realiza una sumatoria acumulativa de todos los valores y se divide entre cada causa identificada. Esto permite determinar el peso específico y el valor porcentual acumulado de cada causa. Para mayor detalle sobre este procedimiento, se puede consultar en el Anexo 2, donde se describe el proceso con precisión y se incluyen los resultados.

Es importante destacar que en la Tabla 8, la valoración de cada causa fue realizada por expertos de la institución. Este proceso tuvo como objetivo obtener un valor promedio representativo, que posteriormente fue sometido al análisis de Pareto. Este análisis permite identificar las causas más significativas, priorizarlas y orientar las acciones necesarias para diseñar propuestas enfocadas en reducir o eliminar las causas identificadas. De esta manera, se estable un enfoque claro y estructurado para la toma de decisiones y la implementación de soluciones activas.

El diagrama de Pareto es una herramienta grafica muy útil y ampliamente utilizada para identificar las causas más significativas detrás del problema o situación. Este método permite priorizar los factores clave y enfocar los esfuerzos en las áreas que generan mayor impacto.

Para llevar a cabo este análisis, es fundamental categorizar las causas y registrar las frecuencias de ocurrencia de cada proceso. Estas causas se organizan en una tabla donde se enumeran y se suma la frecuencia correspondiente a cada ítem. Una vez recopilados los datos, se ordenan de mayor a menor frecuencia, lo que facilita calcular el porcentaje que representa cada categoría en relación con el total.

Esta clasificación no solo ayuda a visualizar de manera clara y ordenada las causas más relevantes, sino que también permite realizar un análisis más detallado en términos porcentuales. Al enfocarse en las categorías con mayor impacto, el diagrama de Pareto proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, maximizando la eficiencia y la efectividad en la resolución del problema. Además, algunas de las causas están interconectadas, lo que significa que, al abordar y resolver la causa principal más relevante, es probable que las causas secundarias se vean significativamente reducidas o incluso desaparezcan.

Tabla 8. Hoja de verificación de los criterios de la baja eficiencia operativa

Baja eficiencia operativa	Frecuencia %	Acum. %	Peso %
No existe clasificación de inventarios	100	14.6	14.6
Falta de stock y repuestos	80	26.2	11.6
Productos no supervisados	80	37.8	11.6
Incumplimiento de registros de equipos	64	47.2	9.3
Falta de automatización en el registro	64	56.5	9.3
Deficiente capacitación	60	65.2	8.7
Desorden de almacén	45	71.8	6.6
Desmotivación	40	77.6	5.8
Deficiente distribución entre áreas	36	82.8	5.2
Falta de compromiso	32	87.5	4.7
Personal sin experiencia	27	91.4	3.9
Supervisión deficiente de actividades	24	94.9	3.5
Reprocesos	12	96.7	1.7
Computadoras desactualizadas	12	98.4	1.7
Incumplimiento de procedimientos internos	8	99.6%	1.2%
Sistemas desactualizados	3	100.0%	0.4%

A partir del análisis realizado con el diagrama de Pareto, se ha logrado priorizar y cuantificar las principales causas asignables, aplicando el principio 80-20. Este enfoque permite identificar que el 80% de los problemas se asocia a las causas más recurrentes y de mayor impacto, las cuales, sino se corrigen, podrían agravar el 20% restante.

Según los resultados presentados, en la Figura 15, se concluye que la afectación principal en la empresa de acuerdo al análisis crítico de causa y efecto no debería superar el 64%, de las cuales las causas más relevantes e identificadas son:

- No existe clasificación de inventarios.
- Falta de stock y repuestos esenciales.
- Productos no supervisados.
- Incumplimiento en los registros de control.
- Carencia de automatización en el proceso de registro.

Este análisis permite a la empresa enfocar esfuerzos en resolver los problemas más críticos, optimizando así la gestión y mejorando la eficiencia operativa.

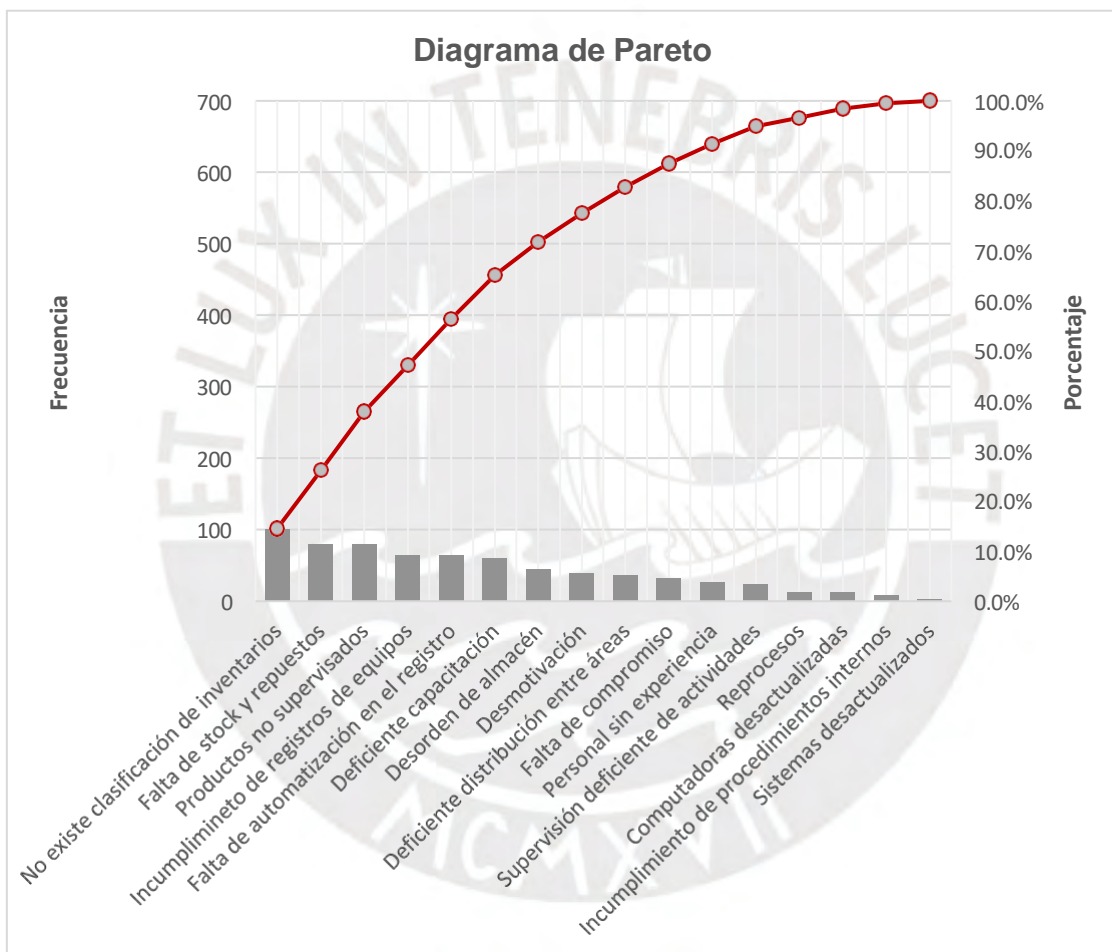


Figura 15. Diagrama de Pareto para la determinación de las causas de la baja eficiencia operativa.

3.5. Planteamiento de objetivos de mejora

A partir de la selección de las causas identificadas y tras llevar a cabo un diagnóstico situacional exhaustivo de la empresa en el sector de ventas de equipos, se presentan a continuación una serie de propuestas de mejora.

Estas iniciativas están diseñadas con el objetivo de reducir o eliminar los factores que afectan negativamente el rendimiento y la eficiencia operativa. Cada propuesta incluye indicadores de logros específicos que permitirán medir su efectividad y asegurar un seguimiento adecuado.

Las propuestas no solo buscan abordar las causas subyacentes identificadas, si no también establecer un marco claro para evaluar su implementación a través de indicadores concretos.

La ejecución efectiva de estas estrategias permitirá a la empresa no solo mejorar su rendimiento en este sector, sino también posicionarse competitivamente en el mercado nacional.

Tabla 9. Selección de herramientas de mejora para minimizar las causas

Problema	Causas	Herramienta de Mejora
Baja Eficiencia Operativa	No existe clasificación de inventarios	Clasificación de inventarios
	Falta de stock y repuestos	Gestión de Inventarios y Compras
	Productos no supervisados	Catalogación de Equipos
	Incumplimiento de registros de equipos	Catalogación de Equipos
	Falta de automatización en el registro	Catalogación de Equipos

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA

A partir de lo que se ha desarrollado en el marco teórico, es evidente que las organizaciones dedicadas a la venta de insumos, herramientas y/o maquinarias pueden beneficiarse enormemente al optimizar sus procesos. Para lograrlo, es fundamental implementar herramientas y metodologías efectivas en la gestión de inventarios y en la catalogación de productos; esto incluye aspectos como clasificación, descripción de productos, estándares de existencias, así como el desarrollo de talento humano.

Teniendo en cuenta la naturaleza del problema identificado y las causas señaladas en la Tabla 9, se propone un enfoque mejorado para la gestión de inventarios. Esta propuesta busca no solo abordar los desafíos actuales, sino también crear un sistema más eficiente que permita a la empresa adaptarse a las demandas del mercado y mejorar su rendimiento general.

Para la implementación de inventario se implementará una clasificación de metadatos para la catalogación de productos y el uso del método ABC, el cual permitirá a la organización optimizar la gestión a través de su importancia e impacto en el valor más relevante.

4.1. Propuesta 1: Catalogación de productos de geotecnia

Para gestionar de forma eficaz la clasificación de productos, es necesario seguir un proceso estructurado que asegure la información recopilada y que sea relevante, precisa y útil para la gestión documentaria con la necesidad de buscar la eficiencia; para lo cual, el proceso de catalogación permitirá organizar y describir los recursos de manera más sencilla, lo que facilitara que los usuarios ubiquen fácilmente el producto.

Se plantea en esta investigación el desarrollo de la catalogación de bienes y/o servicios de la Organización de las Naciones Unidas – UNSPSC (United Nations Standard Products and Services Code), el cual es un sistema de clasificación que permite organizar y codificar productos de manera uniforme y coherente, el cual se ha convertido en una herramienta esencial para la gestión de compras y adquisición en diversas organizaciones mundiales.

4.1.1. Implementación del Proceso de Catalogación UNSPSC

Este proceso comienza desde un enfoque jerárquico, en el que los productos y servicios se organizan dentro de una estructura lógica diseñada para facilitar su identificación y búsqueda en catálogos electrónicos. El objetivo principal es establecer un lenguaje común que simplifique y optimice la comunicación entre compradores y proveedores, garantizando una interacción más eficiente y fluida. Para lograrlo, el sistema se desarrolla en cuatro niveles estructurados, cada uno destinado a mejorar la precisión y la claridad en la categorización de bienes y servicios.

- **Segmento:** Es la categoría más amplia dentro del todo el sistema, el cual consiste en la agrupación de familia de productos o servicios relacionados. Por ejemplo, el segmento “41” el cual se refiere a “Equipos y Suministros de Laboratorio, de Medición, de Observación y de Prueba”.
- **Familia:** En este nivel las familias se agrupan por categorías interrelacionadas entre sí. Por ejemplo, dentro del segmento “41”, la familia podría ser “11” y este describe “Instrumentos de Medida, Observación y Ensayo”.
- **Clase:** Esta agrupación es mucho más específico dentro de cada familia y se unen a través de patrones comunes. Por ejemplo, dentro del segmento “41”, familia “11” presenta una clasificación de “19” el cual describe “Instrumentos Indicadores y de Registro”
- **Producto:** Este nivel es más específico y se refiere a un grupo particular de productos y servicios. Por ejemplo, dentro del segmento “41”, familia “11”, clase “19” se clasifica como producto “27” el cual describe “Sensores de Presión”.

Dado que, incluso con la implementación de los cuatro niveles jerárquicos, algunos productos pueden presentar cierta ambigüedad en su clasificación, se ha incorporado un nivel adicional dentro del procesos UNSPSC. Este nuevo nivel, denominado ID Interno, proporcionara una mayor precisión en la catalogación.

El ID interno está diseñado para abordar específicamente los casos en los que la clasificación estándar no es suficiente, mejorando significativamente la

eficiencia y facilitando una detección más rápida y exacta de los productos. Esta solución complementa los niveles existentes al ofrecer un identificador único y personalizado que se adapta a las necesidades particulares de la organización, optimizando el proceso de gestión y localización de bienes.

- **Id interno:** Es un clasificador interno de la organización para mejorar la identificación, el cual subdivide el producto. Por ejemplo, dentro del segmento “41”, familia “11”, clase “19”, producto “27”, se puede identificar como “0.35” el cual identifica como “Sensor de Presión de 350 KPa.

UNSPSC - Clasificador de Bienes y Servicios

Segmento	Familia	Clase
41-EQUIPOS Y SUMINISTROS DE LABORATORIO, DE MEDICIÓN, DE OBSERVACIÓN Y DE PRUEBAS	4111-INSTRUMENTOS DE MEDIDA, OBSERVACIÓN Y ENSAYO	411115-INSTRUMENTOS INDICADORES Y DE REGISTRO
Buscar	Limpiar	
Producto	ID Producto	
41111901-CONTADORES		
41111902-CONTADORES ELECTRÓNICOS	41111902-HDX-CABLE EXTRA HEAVY DUTY PARA PIEZÓMETRO	
41111903-DETECTORES DE METALES		
41111904-COLUMNAS ELECTRÓNICAS		
41111905-SONDAS DE MEDICIÓN ELECTRÓNICAS	41111905-WT70-MEDIDOR DE AGUA DE 70M	
41111906-GRABADORAS DE TARIAS		
41111907-GRABADORAS DE LECTURA DIGITAL	41111907-VW06A-CABLE DE LECTOR PIEZOMÉTRICO	
41111908-GRABADORAS GRÁFICAS		
41111909-GRABADORAS DE CINTAS MAGNÉTICAS		

Figura 16. Codificación de equipos geotécnicos con el proceso de catalogación UNSPSC.

En la Figura 16, se evidencia de forma más precisa el uso de la catalogación UNSPSC, en donde se presenta la nomenclatura de 03 equipos:

- El cable extra Heavy Duty para piezómetro el cual su estructura de catalogación incluido el ID producto sería: 41111902-HDX.
- El medidor de agua de 70m presenta de forma similar la estructura de catalogación: 41111905-WT70.
- El cable lector de Piezómetro seguiría el mismo patrón y presentaría su catalogación: 41111907-VW06A.

En general, esta nomenclatura se realizó para los 116 productos que la organización cuenta dentro de su catálogo de venta (Ver Anexo 3). Asimismo;

caso se presentará algún equipo nuevo y/o actualizado para catalogar se genera un diagrama de flujo de forma sintética para enunciar de forma clara y precisa y poder definir su numeración correspondiente.

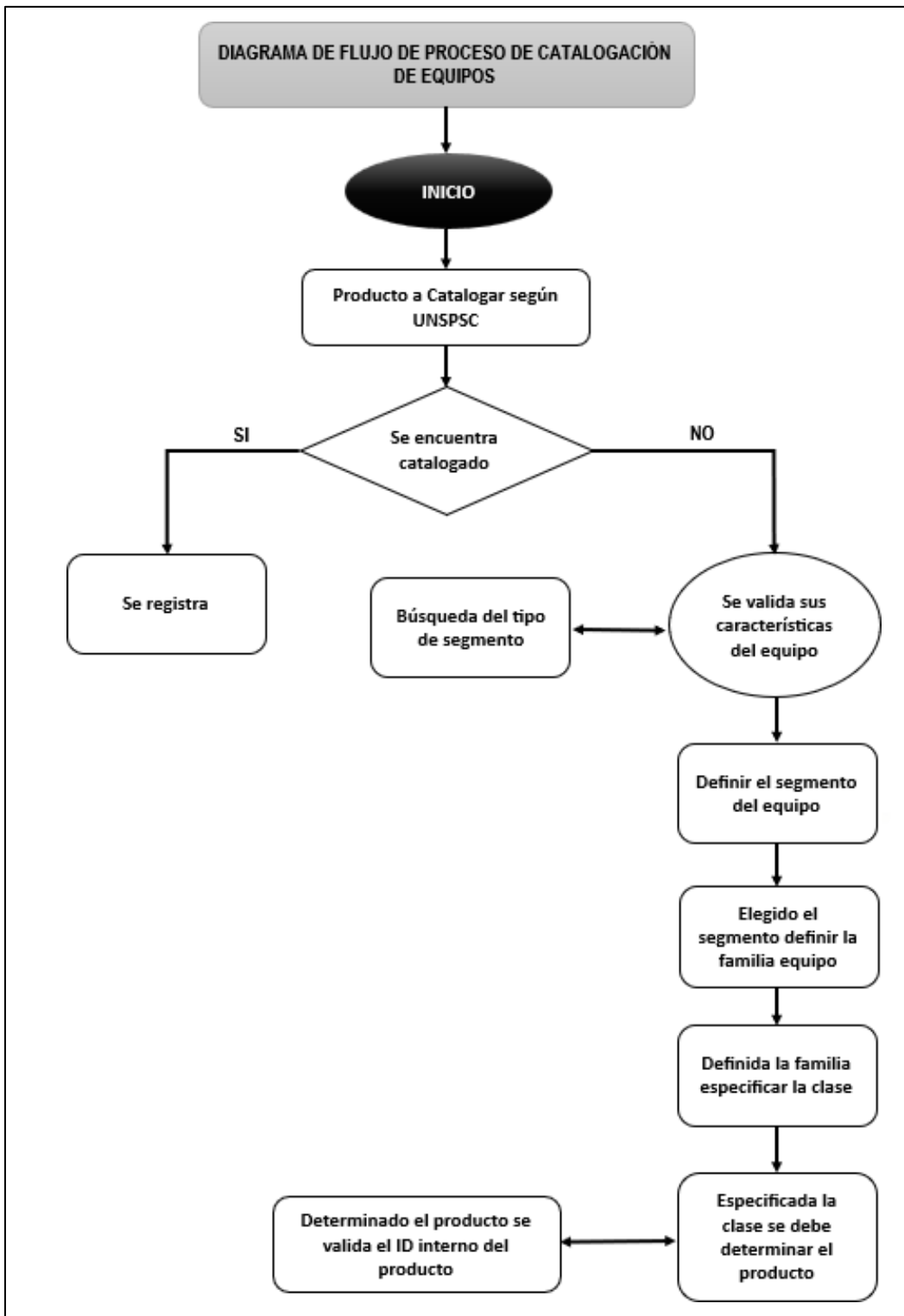


Figura 17. Diagrama de flujo para catalogar equipo según UNSPSC.

4.2. Propuesta 2: Clasificación de productos por el Método ABC

Una vez agregada la catalogación UNSPSC, se procederá a implementar y trabajar en la clasificación de inventarios utilizando el método ABC, una herramienta clave para optimizar la gestión de inventarios. Este método permite identificar y priorizar los productos en función de su impacto en las ventas y los beneficios generales a la organización.

Este método ABC clasifica los productos en tres categorías principales, basándose en su relevancia económica y el valor que aportan al inventario total:

- **Categoría A:** Incluye productos de alta importancia estratégica, que representan entre el 70% y el 80% del valor total del inventario. Aunque suelen ser pocos en número, su impacto en los costos y las ganancias es crucial, lo que requiere una gestión prioritaria y cuidadosa.
- **Categoría B:** Agrupa productos de importación intermedia, que constituyen entre el 10% y el 15% del valor del inventario. Estos elementos necesitan un equilibrio adecuado entre control y recursos asignados.
- **Categoría C:** Comprende productos de baja importancia económica, cuyo costo es casi marginal, representa entre el 5% al 10% del valor total del inventario. Debido a su menor relevancia, se gestionan con un enfoque más básico y menos intensivo.

En conjunto, la integración de la catalogación UNSPSC (propuesta 1) y la clasificación ABC (propuesta 2) no solo mejora la gestión integral del inventario, sino que también permite:

- Optimizar los recursos disponibles, enfocados en las áreas y producto clave.
- Reducir costos, al minimizar el exceso de inventario y mejorar la rotación de productos.
- Enfocar los esfuerzos en áreas críticas, potenciando la rentabilidad y mejorando la eficiencia operativa.

Esta combinación de herramientas asegura que la organización no solo gestione sus inventarios de manera efectiva, sino que también se alinee con los objetivos estratégicos, maximizando los resultados económicos y operativos.

4.2.1. Implementación del Método ABC de inventarios de productos

Como parte fundamental para optimizar los procesos relacionados con la gestión eficiente de inventarios, surgió la necesidad de implementar la clasificación ABC. Este enfoque se aplicará a todos los productos del portafolio y cuales representan mayor demanda según las ventas proyectadas entre 2021 y 2023. El objetivo principal es identificar áreas clave donde se pueda reducir el índice de reposición, garantizando una gestión más estratégica y eficiente.

Para llevar a cabo esta implementación, se siguió una metodología clara y estructurada que concluyó en los siguientes pasos.

- **Recopilación de información:** Análisis de ventas históricas y cuyo proceso sistemático de obtención de datos relevantes y precisos para el propósito específico y toma de decisiones, posterior a esta tarea se debe organizar los datos según el etiquetado, categoría, demanda e impacto económico para su fácil entendimiento (listado de productos de importación).
- **Clasificación:** Clasificación inicial definida la base dato, los elementos a analizar se deben clasificar en función a su contribución al total, esto quiere decir el impacto económico. Para este proceso se puede utilizar criterios como las ventas anuales, margen de beneficios o costos asociados (información promedio de 3 años).
- **Análisis:** Tras la clasificación de los elementos se debe definir patrones de comportamiento, tendencias favorables y desfavorables que puedan influenciar en la disposición de toma de decisiones (demanda de los equipos).
- **Acciones Estratégicas:** Determinada la base de resultados, se desarrollan estrategias específicas para gestionar cada categoría. Así como implementar políticas especiales, análisis de stock, inversión a requerir, etc.

Este proceso no solo busca optimizar la disponibilidad de productos esenciales, sino también garantizar que las decisiones se basen en un análisis profundo y orientado a resultados, alienado con los objetivos estratégico de la empresa. En la Tabla 10, se presenta un resumen de la clasificación de los

productos según el método ABC, incluido la codificación UNSPSC definida con el Id Interno para los 116 productos que se tiene registrado dentro de la organización (En el Anexo 04 se visualiza la totalidad de productos).

Tabla 10.

Clasificación: Método ABC de los equipos (Ver Anexo 4, Tabla completa)

ITEM	ID INTERNO	DESCRIPCIÓN	DEMANDA (Prom. 3 años)	PRECIO UNIT. (USD)	INVERSIÓN	L ACUMULADA	% L ACUMULADA	ZONA	%
97	41111935-703M	Tubería inclinométrica 3.05m/10' 2.75"/70mm SNAP SEAL	1,050	\$ 60.53	\$63,556.50	\$63,556.50	6.10%	A	
75	41111916-SI100	Sistema inclinométrico 100 M	8	\$ 7,084.00	\$56,672.00	\$120,228.50	11.53%	A	
20	41111902-ST	Cable, 2 pares x 22 AWG, OSD 6.35mm ø - Nota: Unido al sensor	20,500	\$ 2.16	\$44,280.00	\$164,508.50	15.78%	A	79.9%
89	41111921-IP3B	Kit IPI inclinométrico vertical, 85MM de 3.0M	40	\$ 892.32	\$35,692.80	\$239,642.90	22.99%	A	
3	41111927- 0.35L40	Piezómetro de cuerda vibrante ST 0.35 Mpa de L=40 M	75	\$ 429.60	\$32,220.00	\$271,862.90	26.08%	A	
2	41111927- 0.35L30	Piezómetro cuerda vibrante ST 0.35 Mpa DE L=30 M	21	\$ 408.80	\$8,584.80	\$842,046.89	80.77%	B	
21	41111902-HD	Heavy Duty cable, 4 cond x 22 AWG, OSD 9.5mm ø - Nota: Unido al sensor	2,500	\$ 3.25	\$8,125.00	\$850,171.89	81.55%	B	
110	41111935- 853MB	Tubería inclinométrica 3.05m/10' 3.34"/85mm GLUE & SNAP	75	\$ 66.76	\$5,007.00	\$922,039.93	88.44%	B	14.8%
45	41111917- DT20R	Datalogger 40CH con RSTAR	2	\$ 2,417.36	\$4,834.72	\$926,874.65	88.90%	B	
62	41111931-C25	Crack meter 25 MM	10	\$ 467.50	\$4,675.00	\$931,549.65	89.35%	B	
37	41111902-CI	Cable de interface	9	\$ 416.24	\$3,746.16	\$967,127.61	92.77%	B	
70	41111905WT150	Medidor de agua 150M	3	\$ 1,067.00	\$3,201.00	\$991,104.21	95.07%	C	
61	41111917-P	Protector de Datalogger	19	\$ 168.00	\$3,192.00	\$994,296.21	95.37%	C	
78	91111916-DM	Sensor Probador 1/2m	5	\$ 633.60	\$3,168.00	\$997,464.21	95.68%	C	
56	41111917-AF3	Datalogger Affinity 3 CH	2	\$ 1,425.60	\$2,851.20	\$1,000,315.41	95.95%	C	5.2%
64	41111907- VW06AG	Cable para lector	12	\$ 110.40	\$1,324.80	\$1,029,698.35	98.77%	C	
111	41111935-85S	Tapa superior inclinométrico 3.34"/85mm	15	\$ 4.95	\$74.25	\$1,042,551.49	100.00%	C	
TOTAL			42,851		1'042,551.49				100.0 %

Como resultado de la implementación de la clasificación ABC, se presenta en la Tabla 11 un resumen detallado que organiza la información sobre la distribución de los equipos, incluyendo el porcentaje de acumulación e inversión correspondiente a cada categoría. Este análisis proporciona una visión integral de cómo se comportan los inventarios en términos de su importancia estratégica y económica para la empresa.

En general, la Tabla 11 permite identificar los equipos que pertenecen a las categorías A, B y C, según su impacto en el valor total del inventario y su frecuencia de uso o reposición según el tiempo de análisis (3 años). Esta clasificación no solo facilita la priorización de los recursos y el enfoque en los productos más críticos, sino que también sirve como una herramienta clave para:

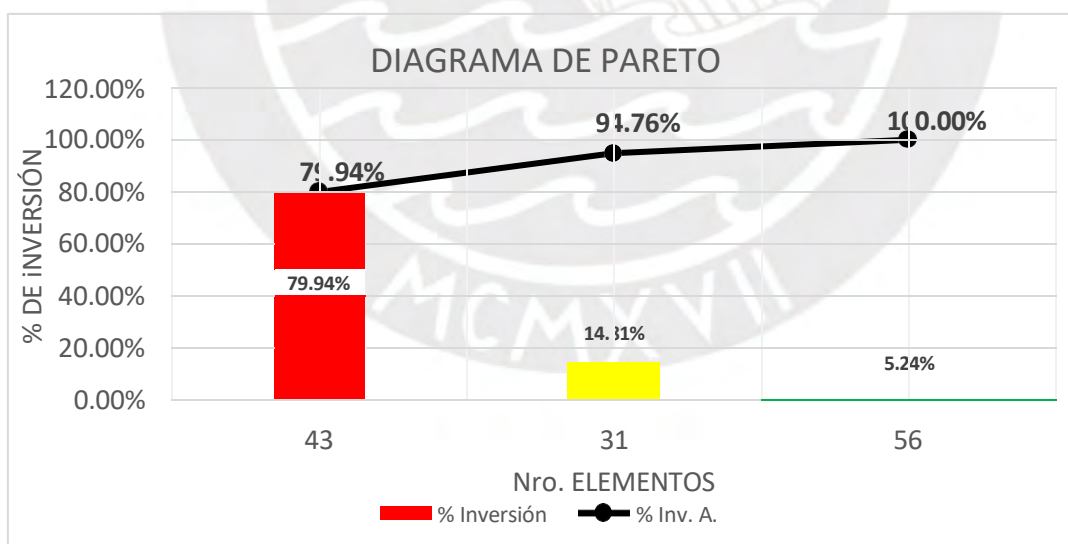
- **Optimizar la inversión en inventarios:** Al asignar mayores recursos y esfuerzos a los productos de categoría A, que representan el mayor impacto económico y poder tener una línea de control. Asimismo, las categorías B y C se mantendrán en el mismo alineamiento y control, dado que presentan similar comportamiento, pero en menor proceso.
- **Analizar tendencias de acumulación:** Permitiendo evaluar el porcentaje de acumulación por categoría, lo que contribuye a identificar oportunidades de mejora en la rotación de inventarios y un análisis en la planificación futura de nuevos requerimientos y la estrategia de adquisición.
- **Toma de decisiones basadas en datos:** Proporcionando un respaldo cuantitativo para implementar estrategias de la gestión que maximicen la eficiencia en los productos de mayor movimiento y reduzcan costos innecesarios en productos de poca rotación y de costos elevados.

Además, este enfoque estructurado establece una base para futuras acciones estratégicas, como el desarrollo de políticas específicas para cada categoría, la mejora continua en la planificación de reposición, y la adaptación de las inversiones según sus necesidades cambiantes del mercado. En conjunto, la información consolidada presentada en la Tabla 11 fortalece y enriquece la capacidad de la empresa para tomar decisiones informadas específicas y alineadas con sus objetivos operativos y financieros de una forma controlada.

Tabla 11.*Ponderación de elementos por inversión*

	ZONA	Nro. Elemento	% Artículos	% Acumulado	% Inversión	% Inv. A.
0 - 80%	A	43	37.07%	37.07%	79.94%	79.94%
80% - 95%	B	31	26.72%	63.79%	14.81%	94.76%
95% - 100%	C	42	36.21%	100.00%	5.24%	100.00%
TOTAL		116	100.00%		100.00%	

De manera general, la clasificación aplicada se distribuye de la siguiente forma: la zona "A" abarca el 0 - 80% del inventario, concentrando 43 artículos que representan el mayor impacto en los costos de manejo. La zona "B" incluye el 85% al 95% del inventario, con 31 tipos de productos, mientras que la zona "C" comprende el 95% al 100%, englobando 42 artículos. A continuación, se presenta un resumen claro y conciso de los porcentajes y la clasificación ABC realizada:

**Figura 18.** Gráfico de representación del ABC

Con base en la información proporcionada por la empresa comercializadora, que cuenta con un portafolio de más de 116 productos, se llevara a cabo un análisis enfocado en tres artículos de alta rotación y relevancia económica:

- 41111935-703M: Tubería inclinométrica de 70 mm
- 41111902-ST: Cable estándar de piezómetro
- 41111927-0.35L40: Piezómetro de cuerda vibrante 0.35 MPa con L 40m

4.3. Propuesta 3: Análisis de Demanda de los Productos

En esta sección, se realizará una detallada presentación y análisis de los datos correspondientes a la demanda de los tres productos seleccionados, basándose en la información recopilada de los registros de venta de la empresa durante el periodo comprendido entre 2021 y 2023. A través de esta revisión, se pretende identificar las principales tendencias de consumo, fluctuaciones en la demanda y patrones estacionales que puedan haber influido en los resultados obtenidos.

El análisis, se dividirá en varias etapas. En primer lugar, se presentarán los datos de ventas anuales de cada producto, destacando las variaciones interanuales (Ver Tabla 12). A continuación, se explorarán los factores que podrían haber afectado la demanda de estos productos tales como cambios en el mercado, estrategias comerciales implementadas, acciones de marketing, condiciones económicas y cambios climáticos que hayan podido influenciar en los comportamientos de compra de los consumidores.

Asimismo, se procederá a realizar un análisis comparativo entre los tres productos, con el fin de identificar cuales han tenido un desempeño más destacado en términos de volumen de ventas y cuales han mostrado una demanda fluctuante. Además, se estudiarán posibles correlaciones entre la demanda de los productos y eventos específicos (Figura 19, 20 y 21), como campañas promocionales, cierre de año, afectación de problemáticas internas y externas o lanzamientos de productos actualizados.

Este análisis servirá como base para establecer pronósticos de demanda a futuro y orientar las decisiones estratégicas de la empresa en cuanto a gestión de inventario, inversión, almacenamiento, marketing, planeamiento de adquisición de productos y uso del tipo de flete con el objetivo de optimizar los recursos y mejorar el posicionamiento, rotación y actualización de los productos en el mercado.

Tabla 12.*Serie mensual de la demanda total de los productos por intervalo de 3 años*

Tubería inclinométrica 70 mm				
Mes/Año	2021	2022	2023	Promedio
ENERO	120	45	21	62
FEBRERO	45	90	220	118
MARZO	20	75	150	82
ABRIL	29	38	35	34
MAYO	150	136	92	126
JUNIO	21	28	19	23
JULIO	100	160	220	160
AGOSTO	79	75	50	68
SETIEMBRE	75	108	17	67
OCTUBRE	180	135	75	130
NOVIEMBRE	90	150	90	110
DICIEMBRE	80	60	72	71

Cable Estándar de Piezómetro				
Mes/Año	2021	2022	2023	Promedio
ENERO	1570	2260	500	1443
FEBRERO	840	1180	2250	1423
MARZO	1730	1200	450	1127
ABRIL	960	2080	1200	1413
MAYO	3110	2060	1280	2150
JUNIO	920	1280	980	1060
JULIO	1500	2300	2800	2200
AGOSTO	980	3200	2960	2380
SETIEMBRE	860	2150	3500	2170
OCTUBRE	1860	1680	1250	1597
NOVIEMBRE	1540	1500	1660	1567
DICIEMBRE	1050	2000	2860	1970

Piezómetro de Cuerda Vibrante 0.35 MPa L40				
Mes/Año	2021	2022	2023	Promedio
ENERO	3	5	2	3
FEBRERO	5	6	7	6
MARZO	3	5	6	5
ABRIL	4	8	3	5
MAYO	13	14	11	13
JUNIO	5	8	4	6
JULIO	8	9	10	9
AGOSTO	7	6	4	6
SETIEMBRE	6	4	5	5
OCTUBRE	9	12	14	12
NOVIEMBRE	2	4	1	2
DICIEMBRE	3	6	4	4

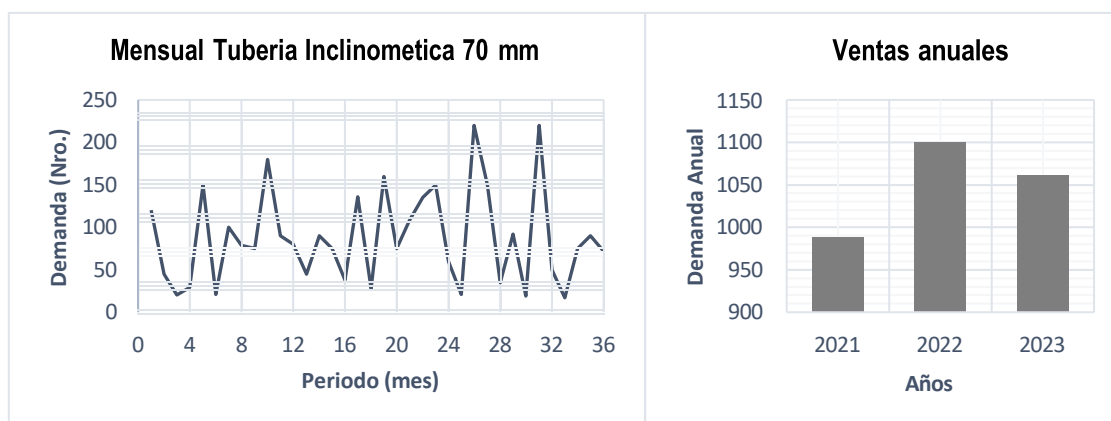


Figura 19. *Venta total anual y mensual del producto: Tubería inclinometrica 70mm (periodo 2021 – 2023)*

En la Figura 19, se presenta la evaluación de la demanda de las tuberías inclinometricas entre los años 2021, 2022 y 2023, y se puede analizar que la serie temporal presenta una alta variabilidad, lo que indica fluctuaciones significativas en los niveles de demanda mes a mes. Esta variabilidad puede ser atribuida a diversos factores, tanto internos como externos, que influyen en los patrones de consumo (factores estacionales, cambios en el mercado, aspectos climáticos y problemas externos tales como: paros, problemas políticos, etc.).

En general, los valores más altos de demanda (220 unid.) aparecen en el 2023 en los meses de febrero y julio, este aspecto sugiere que hay eventos circunstanciales o cambios en la estrategia que causan incrementos notables en la demanda en esos meses. Es posible a que se deban a campañas específicas dentro del rubro.

En los meses de demanda más baja (marzo 2021 con 20 y junio 2022 con 28 unid) podrían reflejar estacionalidades, falta de eventos o productos que aumenten la demanda. Desde la perspectiva de estacionalidad parecer tener ciertos patrones con picos en los meses de medio año (mayo - julio – agosto), que podrían corresponder a temporadas de mayor venta o eventos especiales.

Ahora, si comparamos el total de demanda por año (sumando los valores de cada mes), se presenta una tendencia de aumento general en la demanda hasta el 2023 y este comportamiento podría ser una señal de una recuperación de la demanda o de un cambio en la estrategia que aumento la venta en comparación con los dos años.

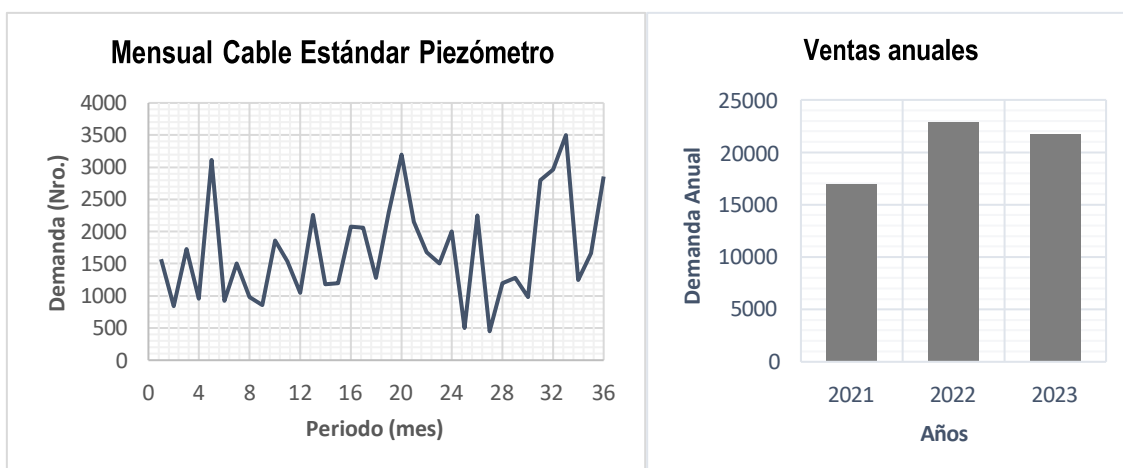


Figura 20. *Venta total anual y mensual del producto: Cable Estándar de Piezómetro (periodo 2021 – 2023)*

En la Figura 20, el comportamiento del cable estándar de piezómetro presenta una demanda estacional dado que los productos presentan patrones a lo largo del año de una forma cíclica o específica y este patrón puede deberse a la ejecución conjunta de proyectos de infraestructura de gran orden. En general, los meses de mayo, agosto, setiembre y diciembre parecen ser los más fuertes, lo que podría estar relacionado a este proceso.

Mientras que los meses más bajos en demanda, como enero, febrero y marzo del 2023, podrían estar influenciados por factores post temporada alta, donde los consumidores ya no están tan activos o las ventas se desaceleran tras un pico comercial. También podrían reflejar problemas de suministro o la falta de oferta, lo que disminuiría la capacidad de satisfacer la demanda del mercado.

Desde una perspectiva de recuperación y crecimiento, la demanda del año 2022 muestra una elevación sostenida en comparación con el 2021, lo que sugiere que el mercado pudo haber estado recuperándose de la pandemia o adaptándose a nuevos hábitos de consumo. El hecho de que la demanda se mantenga relativamente alta en el 2022 y 2023, incluso con fluctuaciones, indica una tendencia de crecimiento a largo plazo, aunque con variaciones mensuales; por tanto, estos patrones son comunes en sectores donde la demanda es sensible a factores estacionales, promocionales o cíclicos interconectados con eventos económicos.

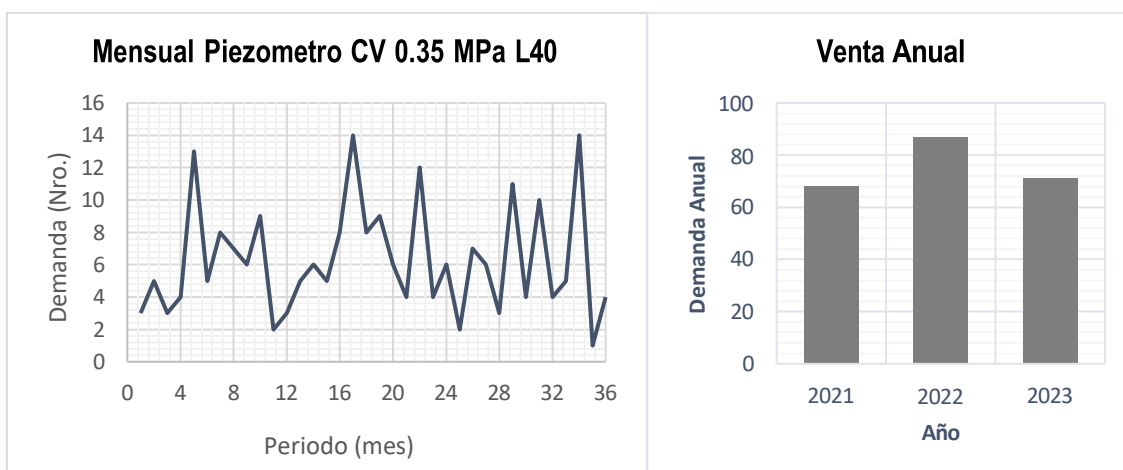


Figura 21. *Venta total anual y mensual del producto: Piezómetro de Cuerda Vibrante de 0.35 MPa L40 (periodo 2021 – 2023)*

En la Figura 21, la demanda de los instrumentos “Piezómetro de cuerda vibrante de 0.35 MPa no presenta un patrón claro de aumento o disminución a lo largo del periodo de análisis y los picos destacados ocurren en los meses 5 (2021), 17 (2022) y 34 (2023) con un valor medio de 14 productos. Mientras que, los meses con valor más bajo se registran en el 11 (2021), 25 (2022) y 35 (2023).

En cuanto a la comparación anual, la demanda es mayor en el periodo 2022, lo que podría reflejar un crecimiento en el rubro y en los años 2021 y 2023 son más variables y con algunos meses particularmente bajos, pero presenta una tendencia de crecimiento para el siguiente año.

En general, de acuerdo a los datos se presenta como una demanda estacional o fluctuante, pero con ciertos meses con un rendimiento superior en términos de estabilidad.

4.3.1. Análisis de Métodos para Pronóstico

Una vez concluida el análisis exploratorio de los datos de los 03 productos seleccionados, procederemos a aplicar una metodología adecuada para determinar un pronóstico consistente y que pueda extenderse hacia el futuro, para cual se debe tener preciso en enfoque de los siguientes pasos:

- Identificar Tendencia General: Evaluar si los datos históricos presentan un incremento o disminución general en la demanda a lo largo del periodo (36 meses, equivalente a 3 años; 2021 al 2023).

- Estacionalidad y Patrones Cíclicos: Analizar el comportamiento de la demanda en diferentes meses del año para identificar e incorporar patrones recurrentes dentro del pronóstico a futuro.
- Ajustar un Modelo de Tendencia: Con la información recolectada aplicar un modelo estadístico, como una regresión lineal o un modelo suavizado (por ejemplo, Holt-Winter) para proyectar por mes o estación la demanda futura.

Tras analizar los resultados de la exploración de datos, se ha identificado que la demanda presenta características estacionales y fluctuantes, lo que requiere un enfoque robusto para su análisis y pronóstico. Para abordar esta necesidad, se empleará una herramienta como el Minitab, que ofrece una amplia gama de métodos avanzados para el análisis de series temporales. Este proceso permite no solo modelar el comportamiento histórico de la demanda, sino también predecir su comportamiento futuro de manera precisa.

Minitab es especialmente útil en contextos donde la demanda está influenciada por patrones recurrentes y cambios estacionales, ya que integra técnicas como el suavizado exponencial, modelos ARIMA y análisis de tendencia. Estas capacidades permiten comparar diferentes métodos de pronóstico, evaluar su desempeño y seleccionar el modelo que genere los valores más precisos y confiables. Al optimizar el modelo seleccionado, se asegura un pronóstico certero que puede ser utilizado para la toma de decisiones estratégica y eficiente en la gestión de recursos y planeación operativa.

Para la toma de decisión en cada etapa del proceso de pronóstico, se analizarán los resultados de las métricas MAPE, MAD y MSD, que son herramientas claves para evaluar la precisión de los modelos aplicados a datos de series temporales. Estas métricas permiten cuantificar, desde diferentes perspectivas, que tan bien el modelo se ajusta a los datos históricos y, por ende, su capacidad de ofrecer pronóstico confiables.

- MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio): Mide la precisión del modelo en términos porcentuales, proporcionada una interpretación relativa que permite comparar modelos independientes de las unidades de los datos. Es útil para determinar la proporción de error en relación con los valores reales, lo que facilita identificar pronósticos con menor margen de error.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{\text{Valor real}_t - \text{Valor pronosticado}_t}{\text{Valor real}_t} \right| \times 100$$

Donde n es el número total de puntos de datos.

Asimismo; se debe tener en cuenta y según las necesidades métricas y de acuerdo a los expertos de la empresa, se plantea el MAPE están dentro de los rangos siguientes:

MAPE < 15%, pronóstico muy bueno.

15% ≤ MAPE < 30%, pronóstico bueno.

30% ≤ MAPE < 50%, pronóstico poco razonable.

MAPE ≥ 50%, pronóstico poco fiable.

- MAD (Desviación Absoluta Medio): Refleja la magnitud promedio del error absoluto en las mismas unidades que los datos originales. Esto permite interpretar de manera práctica y directa la magnitud de los errores, siendo especialmente valioso para entender el impacto en contextos operativos o comerciales.

$$\text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |\text{Valor real}_t - \text{Valor pronosticado}_t|$$

Donde n es el número total de puntos de datos.

- MSD (Desviación Cuadrática Media): Enfatiza los errores más grandes al elevarlos al cuadrado, proporcionando una métrica que penaliza las desviaciones significativas. Esto es crucial en situaciones donde los errores grandes tienen un impacto desproporcionado en los resultados.

$$\text{MSD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\text{Valor real}_t - \text{Valor pronosticado}_t)^2$$

Donde n es el número total de puntos de datos.

En general, cada métrica ofrece una perspectiva complementaria sobre la precisión del modelo, lo que permite un análisis más robusto y fundamentado para seleccionar el método de pronóstico más adecuado, pero para este proceso.

Para el análisis final, se utilizarán los datos obtenidos del MAPE como referencia principal. Este indicador proporcionará información basada en un equilibrio entre precisión relativa, magnitud del error y sensibilidad a errores extremos. De esta manera, se optimizará el proceso de pronóstico para atender de manera efectiva las necesidades específicas del contexto analizado.

4.3.2. Elección del Mejor Modelo

Con el objetivo de comparar los distintos métodos de análisis de datos para pronóstico disponibles en el software Minitab, se llevará a cabo una evaluación detallada utilizando métricas clave de desempeño: MAPE (Error Porcentual Absoluto Medio), MAD (Desviación Absoluta Medio) y MSD (Desviación Cuadrática Media). Estas métricas permiten medir el nivel de precisión, la desviación absoluta y la sensibilidad a errores extremos en los modelos de pronóstico.

El proceso de selección estará enfocado en identificar el modelo con el menor error, ya que este proporcionará un pronóstico más ajustado a la realidad, garantizando mayor exactitud y confiabilidad en la toma de decisiones. Este enfoque permite priorizar modelos que no solo minimicen el margen de error porcentual, sino también aquellos que sean robustos ante desviaciones inesperadas, asegurando una mejor representación de los datos reales en contextos prácticos.

La robustez del modelo se evalúa considerando su capacidad para adaptarse a patrones estacionales, fluctuaciones temporales y anomalías, lo que asegura una mayor representatividad en escenarios prácticos. Para lograrlo, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de las series temporales, trabajando con frecuencias de datos mensuales, bimensuales y trimestrales. Esto permitirá comparar la eficiencia de cada modelo y seleccionar el que se adapte mejor a las necesidades específicas dentro del ajuste horizontal temporal deseado, como patrones de estacionalidad, tendencias o irregularidades presentes en la información histórica. De este modo, el modelo seleccionado proporcionará un marco confiable para la planificación estratégica y operativa alineado con la realidad y minimizando el error y mejorando la eficiencia en su implementación de la empresa.

Tabla 13.*Comparación de modelos de pronóstico resultantes de los 03 productos*

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 01		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	60.57	33.18	1,984.17
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	58.11	33.28	1,860.93
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	35.27	41.02	3,240.66
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	34.91	40.96	3,149.95
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	16.04	40.17	3,014.91
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	16.89	41.90	3,046.07
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	21.51	56.63	4,404.63
8	Promedio móvil	Trimensual	26.94	68.91	6,073.07
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	26.17	65.57	5,552.87
10	Winters	Multiplicativo trimensual	42.50	103.10	15,181.70
11	Winters	Aditivo trimensual	44.00	103.70	15,587.90

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 02		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	44.00	575.00	484,614.0
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	43.00	568.00	474,990.0
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	25.00	739.00	715,860.0
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	25.00	750.00	755,649.0
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	24.00	1,148.00	1,840,819.0
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	26.00	1,198.00	1,876,411.0
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	21.00	1,083.00	2,577,228.0
8	Promedio móvil	Trimensual	33.00	1,791.00	5,133,722.0
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	26.00	1,303.00	2,946,541.0
10	Winters	Multiplicativo trimensual	27.00	1,308.00	2,590,895.0
11	Winters	Aditivo trimensual	30.00	1,411.00	2,725,974.0

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 03		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	28.47	1.2888	2.4552
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	29.04	1.2527	2.2526
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	18.45	1.9168	4.9803
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	18.03	1.8177	4.6875
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	13.67	2.5498	11.1818
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	13.61	2.5184	10.6839
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	19.10	3.5355	21.5573
8	Promedio móvil	Trimensual	65.12	2.5956	10.9945
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	25.18	4.382	30.3792
10	Winters	Multiplicativo trimensual	18.96	3.4807	20.4531
11	Winters	Aditivo trimensual	17.70	3.2612	18.2691

Producto 01: Tubería inclinométrica 70 mm, Producto 02: Cable Estándar de Piezómetro y Producto 03: Piezómetro de Cuerda Vibrante 0.35 MPa L40.

La Tabla 13 presenta un análisis comparativo de diversos modelos de pronóstico aplicados a los tres productos seleccionados y en Anexo 5 se presenta las tendencias y figuras de todos los modelos. En el caso del primer producto, el modelo de serie de tiempo trimestral multiplicativo se destaca como la mejor opción, con métricas que respaldan su desempeño: un MAPE de 16.04, un MAD de 40.17 y un MSD de 3,014.91. Este modelo combina alta precisión, gracias a su bajo MAPE, con una gestión eficiente de errores extremos, reflejada en su reducido MSD.

Como alternativa, el modelo de serie trimestral aditivo también resulta válido, con un MAPE de 16.89. Sin embargo, muestra una ligera desventaja frente al modelo multiplicativo tanto en precisión como en el manejo de variaciones extremas. Los demás modelos evaluados no cumplen con los criterios necesarios para este análisis, por lo que no son aplicables al proceso del primer producto.

Además, en la Figura 22 se presenta de forma visual el comportamiento de los datos históricos y el pronóstico generado, lo que facilita una comprensión integral del desempeño de los modelos seleccionados.

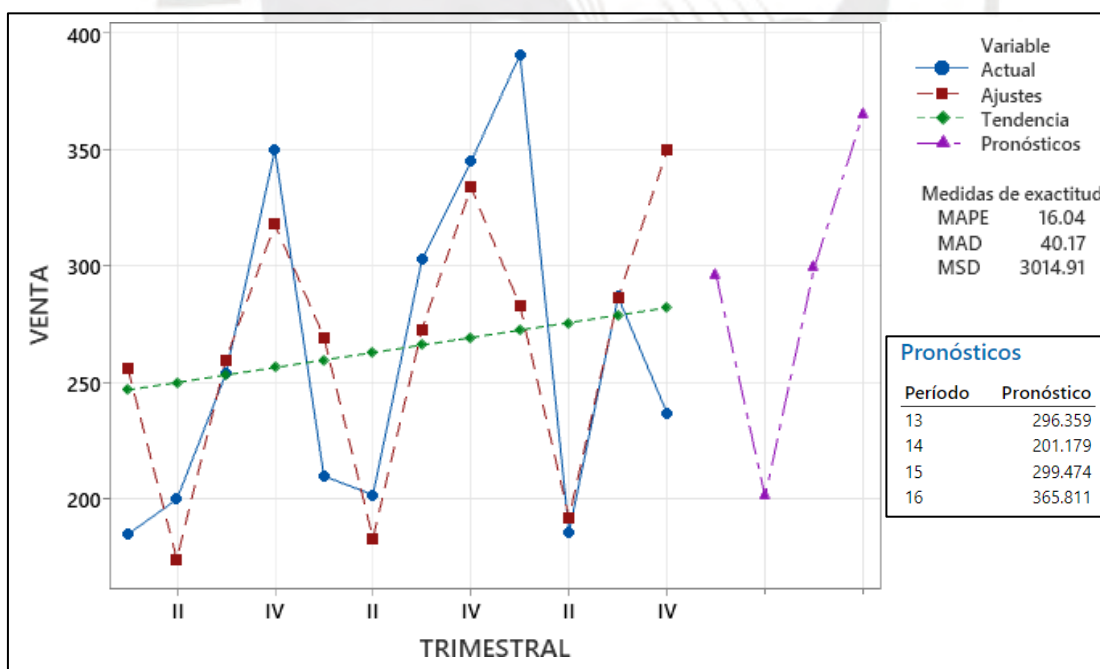


Figura 22. Descomposición de serie de tiempo de demanda del Producto 01 según el modelo serie de tiempo multiplicativo trimestral.

La evaluación del producto 02, basada en las métricas de los modelos analizados, identifica al modelo la tendencia curva de crecimiento trimestral como el más preciso, con un MAPE de 21, lo que lo posiciona por encima de los demás modelos en términos de exactitud. Sin embargo, este modelo presenta valores relativamente altos de MAD (1,083) y MSD (2,577.00), lo que sugiere cierta sensibilidad a errores moderados y una capacidad mínima para manejar valores extremos de manera efectiva. Como alternativa sólida para valores extremos, se recomienda considerar el modelo de serie de tiempo trimestral comparativo, que tiene un MAPE de 24. Aunque es ligeramente menos preciso en términos relativos, ofrece un mejor equilibrio al presentar valores más bajos de MAD y MSD, lo que hace más robusto ante las variaciones significativas en los datos. Dado que la empresa prioriza el MAPE como métrica clave, se seleccionará el modelo con el menor valor para el pronóstico.

Se disuade el uso de modelos como el promedio móvil trimestral y los modelos de Winters por su baja precisión y altos errores. La Figura 23 muestra el comportamiento histórico, los pronosticados y la tendencia lo que permite visualizar de manera clara el desempeño de los modelos seleccionados.

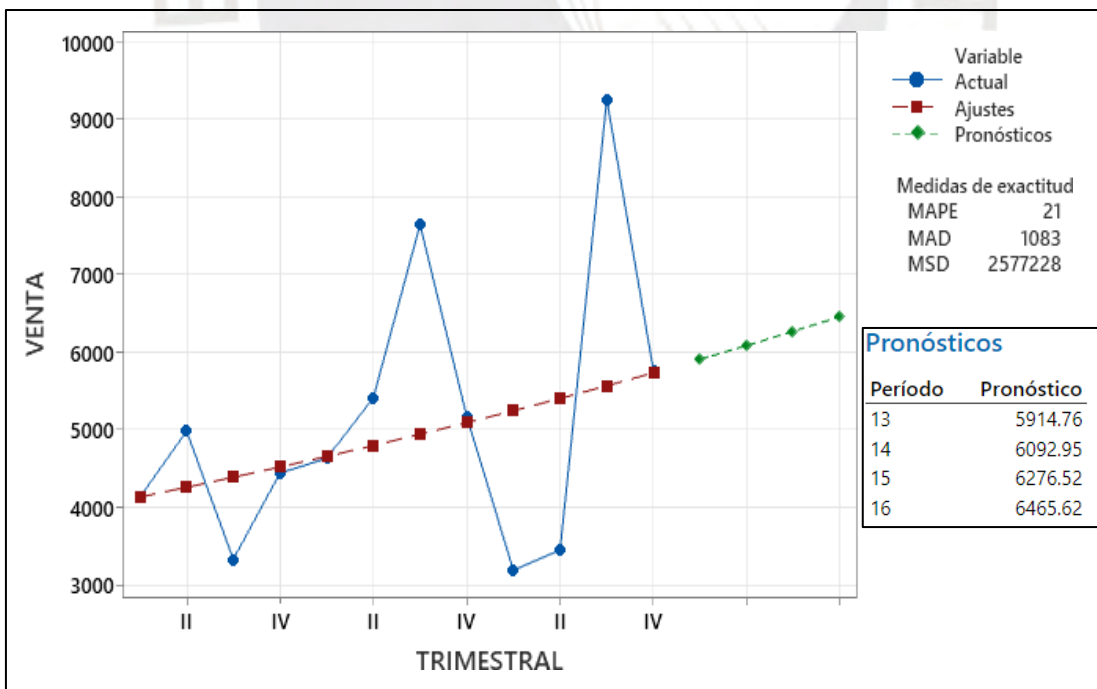


Figura 23. Descomposición de análisis del Producto 02 según el modelo de tendencia de curva de crecimiento trimestral.

Para el Producto 03, los modelos recomendados son serie de tiempo trimestral aditivo y multiplicativo, con valores de MAPE de 13.61 y 1.67 respectivamente. Esto significa que estos modelos ofrecen una alta precisión relativa, lo que les convierte en mejores opciones para realizar pronósticos confiables a intervalos trimestrales. Aunque valores de MAD y MSD (2.52 y 10.68 en el caso aditivo) son un poco más altos en comparación con los modelos bimensuales, y siguen estando dentro del rango aceptable, especialmente cuando se busca un ajuste sólido a la tendencia general de los datos.

Como relativamente, se pueden considerar los modelos serie de tiempos bimensual (Aditivo y Multiplicativo), que tienen valores de MAPE de 18.03 y 18.45 respectivamente. Estos modelos son menos precisos en términos relativos, pero pueden ser útiles si se desea priorizar la reducción de errores absolutos.

En resumen, en la Figura 24 muestra el enfoque del modelo trimestral aditivo, destacando los valores pronosticados para el próximo año de evaluación (2024). Este modelo proporciona una visión clara y detallada de las proyecciones, facilitando la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas para el periodo mencionado.

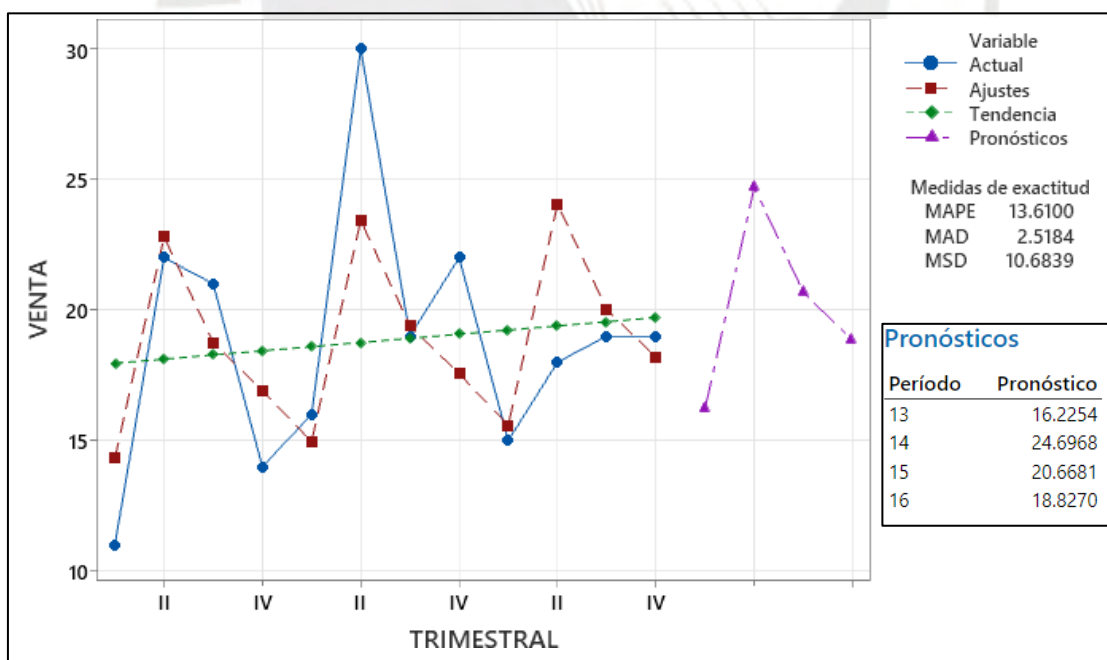


Figura 24. Descomposición de análisis del Producto 03 según el modelo de serie de tiempo aditivo trimestral.

4.4. Propuesta 4: Gestión de Inventarios

De acuerdo al modelo seleccionado para cada producto, se propone implementar una estrategia estructurada orientada a optimizar la precisión y efectividad de los pronósticos en las áreas de inventarios, adquisición y demanda. Este plan está diseñado para analizar y ajustar los métodos de predicción actuales, identificando los escenarios más favorables y adoptando herramientas y técnicas avanzadas que permitan traducir los análisis en decisiones estratégicas. El objetivo principal es aumentar la confiabilidad de las proyecciones y alinear la planeación con las necesidades reales del negocio.

En general, la gestión eficiente del inventario es crucial para garantizar la disponibilidad de los productos, optimizar los costos operativos y mejorar el nivel de servicio al cliente. Esta propuesta busca implementar un sistema de gestión de inventarios que integre metodologías modernas, análisis de datos y herramientas tecnológicas para maximizar la eficiencia y minimizar los costos asociados.

4.4.1. Situación Actual de la Empresa

El análisis de los procesos de la empresa reveló que el área de importación de productos depende en gran medida del transporte aéreo, el cual representa el 90% del valor total de las importaciones. Este desequilibrio está directamente relacionado con la ausencia de un pronóstico de demanda confiable, lo que obliga a optar por el transporte aéreo como una solución rápida pero significativamente más costosa para satisfacer las necesidades inmediatas. En contraste, solo el 10% de las importaciones se realizan por vía marítima (ver Tabla 14), una opción significativamente más económica pero subutilizada debido a la falta de planificación anticipada.

También, se identificó que el uso exclusivo de las importaciones por vía marítima se limita a único producto, siendo este el Producto 1 del análisis de pronóstico. Según sus patrones de consumo, este producto es el que registra el mayor número de solicitudes de compra y representa la demanda más alta dentro del portafolio.

Para abordar esta situación, el plan estratégico se centra en mejorar los pronósticos de demanda como una base fundamental para la toma de decisiones en el proceso de importación; con pronósticos más precisos, será posible anticipar las necesidades de inventarios y planificar las importaciones con mayor eficiencia. Esto permitirá aumentar el uso del transporte marítimo para productos de baja frecuencia o con ciclos de reposición más largos, optimizando los costos logísticos y reduciendo la dependencia del transporte aéreo.

Asimismo, la implementación de esta estrategia no solo impactará en el proceso de importación, sino que también mejorará la gestión de inventarios, asegurando niveles óptimos de existencias y evitando tanto excesos como desabastecimientos. Al utilizar técnicas avanzadas de pronóstico, como el análisis de serie temporales y herramientas integrales de planificación, la empresa podrá reducir la incertidumbre, mejorar la disponibilidad de los productos y fortalecer su capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.

- En los inventarios, se garantizarán niveles óptimos de existencias, reduciendo costos asociados al exceso de inventarios o a la pérdida de venta por falta de productos.
- En las adquisiciones, el pronóstico confiable permitirá negociar de forma estratégica con los proveedores, logrando mejorar condiciones de entrega, precios más competitivos y un flujo de suministro más estable.
- En la gestión de demanda, al contar con proyecciones precisas, la empresa podrá adoptar sus operaciones a las fluctuaciones del mercado, mejorando la disponibilidad de productos y reducir el riesgo de desabastecimiento.

Finalmente, este enfoque estructurado no solo transformará el proceso de importaciones y planificación operativa, sino que también fortalecerá la competitividad de la empresa al garantizar una mayor eficiencia, menores costos y un servicio más confiable y adaptado a las expectativas del mercado. Este plan estratégico representa un paso hacia una cadena de suministro más integrada, inteligente y resiliente, que permitirá a la empresa enfrentar con éxito los desafíos actuales y futuros.

En la Tabla 14, se presenta los movimientos de importación de la empresa de los últimos 3 años (2021 al 2023).

Tabla 14.**Comparativo de Importaciones de Equipos por Medio de Transporte**

Importaciones de Equipos								
Mes	Año 2021		Mes	Año 2022		Mes	Año 2023	
	Aéreo	Marítimo		Aéreo	Marítimo		Aéreo	Marítimo
Ene	1		Ene	1		Ene		
Feb	2		Feb	2		Feb	3	1
Mar	1		Mar	1		Mar	1	
Abr	2	1	Abr	2	1	Abr	1	
May			May	1		May	3	
Jun	2		Jun	2		Jun	1	
Jul	2		Jul	1		Jul	2	1
Ago	1		Ago	2		Ago	1	
Sep	2	1	Sep	1		Sep	3	
Oct	3		Oct	1		Oct	2	
Nov	2		Nov	1	1	Nov	2	
Dic	2	1	Dic	2		Dic	1	
Total	20	3	Total	17	2	Total	20	2

El análisis de la Tabla 14 revela de manera clara las modalidades de transporte utilizados; tanto aéreo como marítimo, junto con su distribución mensual. Esta información proporciona una visión más detallada de las tendencias en los métodos de transporte empleados y su impacto en la logística empresarial, evidenciando un enfoque predominante en procesos reactivos en lugar de estratégicos. Cuantitativamente la empresa realiza en promedio 19 importaciones anuales por vía aérea, lo que equivale el 90% del total, mientras que las importaciones marítimas son significativamente menores frecuentes, con un promedio de solo 2.5 por año, representando el 10%. Está marcada preferencia por el transporte aéreo refleja una fuerte dependencia de esta modalidad, caracterizada por su rapidez, pero también por sus elevados costos en comparación con el transporte marítimo.

Esta situación resalta la necesidad de implementar una estrategia integral que combine una planificación más eficiente de las demandas, una gestión optimizada de los métodos de transporte y una diversificación equilibrada de las modalidades logísticas. Al hacerlo, la empresa no solo reducirá costos operativos, sino que también mejorará su capacidad de respuesta ante las fluctuaciones del mercado, aumentado su competitividad y sostenibilidad en el mediano a largo plazo.

Tabla 15.
Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Chancay

TRANSPORTE MARITIMO CALLAO				
Tiempo Proceso: 40 a 60 días				
Concepto	Acción	Monto en \$	%	Gasto Import.
Mercadería Importación	Producto	\$ 60,000.00	87%	\$ 8,010.00
Transporte Local	OP Int.	\$ 240.00	0.40%	
Comisión de Aduanas	OP Int.	\$ 420.00	0.70%	
Visto Bueno	OP Int.	\$ 510.00	0.85%	
Devolución Contenedor	OP Int.	\$ 240.00	0.40%	
Transporte Local	OP Int.	\$ 840.00	1.40%	
Desconsolidación, transmisión	OP Int.	\$ 900.00	1.50%	
Flete Marítimo	OP Ext.	\$ 3,240.00	5.40%	
CUSTOMS Handling	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Pick Up	OP Ext.	\$ 960.00	1.60%	
Cargos EXW	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Seguro	OP Ext.	\$ 180.00	0.30%	
Subtotal		\$ 68,010.00	100%	
TRIBUTOS	Acción	TC SUNAT	Monto en \$ P y E	Tributo \$
Derechos 18%	OP Int.	3.781	\$ 64,860.00	\$ 11,674.80
Percepción I.G.V. 3.5%	OP Int.	3.781		\$ 2,678.72
Total, puesto en almacenes Lima		\$ 82,363.52	S/ 311,416.46	35 - 38%

Tabla 16.
Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Chancay

TRANSPORTE MARITIMO CHANCAY				
Tiempo Proceso: 25 a 35 días				
Concepto	Acción	Monto en \$	%	Gasto Import.
Mercadería Importación	Producto	\$ 60,000.00	88%	\$ 7,260.00
Transporte Local	OP Int.	\$ 300.00	0.50%	
Comisión de Aduanas	OP Int.	\$ 420.00	0.70%	
Visto Bueno	OP Int.	\$ 240.00	0.40%	
Devolución Contenedor	OP Int.	\$ 360.00	0.60%	
Almacenaje	OP Int.	\$ 660.00	1.10%	
Desconsolidación, transmisión	OP Int.	\$ 900.00	1.50%	
Flete Marítimo	OP Ext.	\$ 2,820.00	4.70%	
CUSTOMS Handling	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Pick Up	OP Ext.	\$ 960.00	1.60%	
Cargos EXW	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Seguro	OP Ext.	\$ 150.00	0.25%	
Subtotal		\$ 67,260.00	100%	
TRIBUTOS	Acción	TC SUNAT	Monto en \$ P y E	Tributo \$
Derechos 18%	OP Int.	3.781	\$ 64,410.00	\$ 11,593.80
Percepción I.G.V. 3.5%	OP Int.	3.781		\$ 2,660.13
Total, puesto en almacenes Lima		\$ 81,543.63	S/ 308,317.61	35 - 38%

Tabla 17.
Costos y Tiempos en el Transporte Internacional: Aéreo

TRANSPORTE AEREO CALLAO				
Tiempo Proceso: 8 a 16 días				
Concepto	Acción	Monto en \$	%	Gasto Import.
Mercadería Importación	Producto	\$ 60,000.00	80.00%	\$ 11,670.00
Comisión de Aduanas	OP Int.	\$ 480.00	0.80%	
Gastos Administrativos	OP Int.	\$ 300.00	0.50%	
Transporte Local	OP Int.	\$ 240.00	0.40%	
Almacenaje	OP Int.	\$ 2,280.00	3.80%	
Gastos Operativos	OP Int.	\$ 900.00	1.50%	
HANDING	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Transmisión FEE	OP Ext.	\$ 90.00	0.15%	
Air Freight	OP Ext.	\$ 7,200.00	12.00%	
Seguro	OP Ext.	\$ 240.00	0.40%	
Subtotal		\$ 71,670.00	100%	

TRIBUTOS		TC SUNAT	Monto en \$ P y E	Tributo \$
Derechos 18%	OP Int.	3.781	\$ 67,770.00	\$ 12,198.60
Percepción I.G.V. 3.5%	OP Int.	3.781		\$ 2,798.90

Total, puesto en almacenes Lima	\$ 86,667.50	S/ 328,824.12	38 - 42%
---------------------------------	--------------	---------------	----------

Para realizar un análisis comparativo de costos e inversión, la Tabla 15, 16 y 17 presenta un desglose detallado de los costos generales, tiempos de procesamiento y tributos asociados a las principales modalidades de importación utilizadas por la empresa: transporte marítimo y aéreo desde Callao. Además, se incluye un análisis comparativo con una nueva alternativa de transporte marítimo desde Chancay. Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia y viabilidad de cada modalidad considerando sus costos, tiempos y el impacto que generan en la planificación logística de la empresa, facilitando la toma de decisiones estratégicas para optimizar sus operaciones.

Para tal efecto, se planteó realizar una importación única de US\$ 60,000.00 dólares según Ex works; y de acuerdo al análisis comparativo la opción más eficiente en términos de costo es el transporte marítimo desde Chancay, ya que combina economía (\$ 7,290.00) con tiempos de proceso competitivos (25 a 35 días) dentro de las modalidades marítimas. Esto representa una oportunidad significativa para reducir costos logísticos en comparación con el transporte marítimo del Callao. Por otro lado, si se considera

únicamente la rapidez, el transporte aéreo destaca como alternativa más rápida; sin embargo, su alto costo lo convierte en una opción menos favorable, adecuada solo para productos urgentes o críticos para la operación.

Desde una perspectiva logística, se urge implementar estrategias tales como: la consolidación de carga y una planeación efectiva de demanda, que permitirán maximizar el uso del transporte marítimo y según el análisis sería el uso del puerto de Chancay, reduciendo costos y mejorando la eficiencia operativa. A la vez, se debe tener reserva operativa de transporte aéreo mínimo exclusivamente para situaciones excepcionales donde la rapidez sea un factor clave para la absolución del proyecto.

Es necesario tomar en cuenta para el análisis de costos que los tributos parecen uniformes en todas las modalidades de transporte, pero el costo de almacenamiento en el transporte aéreo es considerablemente alto, lo que afecta directamente y de forma negativa la competitividad en el precio final del producto, dado que se debe sumar ese costo en el tributo. Por tanto, es fundamental tener en cuenta este factor adicional al seleccionar la modalidad de transporte para definir el más adecuado para las necesidades de la empresa.

Para un análisis más preciso desde una perspectiva económica, se observa que la empresa, en un año típico y según el promedio de importaciones realizadas durante el periodo 2021 – 2023, efectúa aproximadamente 19 procesos de importación vía aérea y 2.5 procesos de importación marítima utilizando el puerto Callao. La inversión total anual estimada asciende a US\$ 247,455.00, con una distribución del 90% en operaciones realizadas vía aérea y el 10% por vía marítima.

Es importante destacar que este valor económico se basa en un promedio EXW de US\$ 60,000.00 por importación, que incluye el valor medio de las mercancías y los costos de transporte y logística (Ver Tabla 18), sin tributos.

Tabla 18.
Impacto Económico de las Modalidades de Transporte en las Importaciones

Resultado	Nro. Import	Costo Marítimo	Costo Aéreo	Total	%
Marítimo	2.5	\$ 8,010.00		\$ 20,025.00	10%
Aéreo	19		\$ 11,970.00	\$ 227,430.00	90%
TOTAL				\$ 247,455.00	100%

En la Tabla 18, se presentan los costos unitarios globales asociados a las importaciones realizadas mediante transporte aéreo y marítimo desde el puerto del Callao, actualmente el único puerto marítimo utilizado por la empresa. Como parte del análisis de mejora operativa, se ha incorporado una evaluación del puerto de Chancay, el cual fue recientemente habilitado durante el desarrollo de esta investigación, abriendo nuevas oportunidades logísticas.

El bajo nivel de utilización del transporte marítimo representa una oportunidad para la optimización de costos. Por ello, resulta esencial implementar estrategias que permitan aumentar la frecuencia de envíos marítimos, mejorar la utilización de la capacidad de contenedores y consolidar cargas, lo que maximizaría su rentabilidad. Paralelamente, el transporte aéreo debe reservarse exclusivamente para productos de alta prioridad o con necesidades críticas de entrega, dado su alto costo en comparación con otras modalidades.

Con la aplicación de un plan estratégico, la empresa no solo podrá reducir costos logísticos de manera significativa, sino también mejorar la eficiencia y sostenibilidad de sus operaciones en el mediano y largo plazo.

4.4.2. Situación de Propuesta de la Gestión de Inventarios

Un proceso eficiente de gestión de inventario y proyección de demanda es fundamental para cualquier organización dedicada a la venta de productos, ya que juega un papel clave dentro de la cadena de suministro y la logística. Su principal objetivo es mantener un flujo eficiente de productos, optimizar los recursos disponibles y facilitar la toma de decisiones estratégicas sobre cómo administrar las existencias de manera efectiva.

La gestión de inventario requiere de una supervisión minuciosa, control y organización de los productos o materiales almacenados. Esto asegura que los niveles de inventario sean suficientes para satisfacer la demanda de los clientes, evitando al mismo tiempo excesos que generen costos adicionales, como los asociados al almacenamiento, deterioro, obsolescencia o capital inmovilizado. Para lograrlo, es fundamental implementar las siguientes estrategias:

- Control de existencias para monitorear los niveles de inventario en tiempo real para garantizar la disponibilidad de stock sin incurrir en excesos que eleven los gastos operativos.
- Rotación de inventario para priorizar la venta de los productos más antiguos, lo cual es relevante para artículos perecederos o aquellos con limitaciones de calibración y vida útil.
- Almacenaje eficiente para optimizar la disposición y organización de los productos en los almacenes y reducir costos de resguardo y maximizar el uso del espacio disponible.
- Gestión de reposición es para determinar, con base en pronóstico de demanda, cuándo y cuantos productos deben ser adquiridos o fabricados para mantener un flujo continuo y evitar desabastecimientos.

Por otra parte, la proyección de demanda permite estimar con precisión la cantidad de productos necesarios en el futuro cercano. Este aspecto se aplicó a los tres productos prioritarios de la organización y se basa en el análisis de datos históricos, tendencias de mercado, estacionalidades y factores externos que influyen en la demanda. Una proyección precisa ofrece beneficios, tales como:

- Anticipación a las necesidades del mercado el cual permite garantizar la disponibilidad de productos para satisfacer la demanda sin necesidad de ajustes de última hora.
- Planificación eficiente de adquisiciones el cual ayuda a programar compras o producción de manera alineada con la demanda prevista, optimizando la inversión y reduciendo costos innecesarios.
- Optimización de recursos organizacionales, facilita una mejor asignación de recursos, como fuerza laboral, transporte y capacidad de almacenamiento, reduciendo vacíos o excesos dentro de la operación.

Generar una adecuada gestión de inventario combinada con una proyección de demanda precisa permitirá a la organización minimizar costos, evitar el abastecimiento o excesos de inventario y mejorar la eficiencia global de la cadena de suministro; este enfoque fortalece la capacidad de la empresa para adaptarse a las fluctuaciones del mercado y satisfacer las expectativas de los clientes de manera más efectiva.

Para optimizar el proceso de planificación de la importación de los equipos y productos seleccionados, se solicitó a la empresa que proporcione un informe detallado del stock actual correspondiente al mes en curso o inicio de año. Este informe debe estar alineado con el pronóstico previamente elaborado, a fin de garantizar la congruencia entre las necesidades proyectadas y la disponibilidad real de inventario.

Los datos recopilados se presentan en la Tabla 19, que sirve como base para la evacuación y ajuste de las estrategias de importación, asegurando así una gestión eficiente de los recursos y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Tabla 19.

Disponibilidad de Inventario por Producto.

Nro.	Descripción de Productos	Unidad de Medida	Inv. Inicial
1	Tubería inclinométrica 70 mm	Unid.	270
2	Cable Estándar de Piezómetro	M	5500
3	Piezómetro de Cuerda Vibrante 0.35 Mpa	Unid.	12

Este enfoque permite identificar posibles brechas entre el inventario actual y las proyecciones futuras, lo que facilita la toma de decisiones informadas respecto a la cantidad, tiempo y tipo de productos a importar. Además, contribuye a minimizar costos asociados a la sobre o subestimación de las necesidades de stock.

La gestión basada en datos se convertirá en una herramienta clave para tomar decisiones informadas en la planificación de importaciones. Al integrar esta información con el pronóstico de demanda, será posible diseñar una estrategia de abastecimiento más eficiente, enfocada en reducir costos, optimizar las operaciones y garantizar la disponibilidad oportuna de los productos críticos.

Además, este enfoque permitirá definir aspectos logísticos fundamentales, como la selección del tipo de transporte más adecuado, el número de transacciones necesarias, y las dimensiones del contenedor a utilizar.

De ser necesario, también facilitara la evaluación del uso exclusivo o eventual de importación aérea, asegurando que las decisiones estén alineadas con las prioridades y plazos del proyecto.

En conjunto, este enfoque holístico no solo mejora la gestión operativa, sino que también refuerza la capacidad de la empresa para adaptarse a las demandas del mercado y garantizar el éxito de sus operaciones.

4.4.2.1. Política de Compras de la Empresa

En general, las compras se realizarán tomando como referencia los pronósticos de demanda previamente calculados en esta investigación mediante análisis de series temporales e históricos de ventas, ajustados por estacionalidad y tendencias del mercado, el cual se priorizan productos según su impacto económico, frecuencia y volumen.

Para determinar los lotes de adquisición y minimizar costos asociados a la demanda y al consumo, se establecerá un calendario de compras que se ajuste al tiempo de reposición del proveedor y los patrones de consumo pronosticados. Además, se priorizará el uso de transporte marítimo para productos consolidados, reservando el transporte aéreo exclusivamente para productos críticos o de alta rotación cuya disponibilidad inmediata sea esencial.

Además, se establecerá indicadores clave de desempeño (KPI) para su control de proceso, a través del control continuo del cumplimiento de la demanda pronosticada, verificación de la rotación de inventarios y costeo total de las compras y transporte; con la necesidad de ajustar y revisar la política de adquisición de forma trimestral para adaptarse a cambios en el mercado o en los patrones de demanda, el cual ayudara alinearse de forma constante en la realización de compras de forma estratégica y fortalecerá la posición competitiva de la empresa.

Para mitigar riesgos asociados a variaciones inesperadas en la demanda o retrasos en el suministro se aplicará de forma unánime un factor de seguridad del 25% en los cálculos de compra. Esta medida se justifica en que, según la clasificación ABC, la variación en la inversión para la adquisición de bienes es mínima, con un margen de solo un 10% considerado poco significativo para la

entidad. Este Este porcentaje adicional no solo garantiza un margen de maniobra que asegura la continuidad operativa, sino que también contribuye al incremento de ventas y previene quiebres y/o rupturas de inventario.

Por tanto; el volumen total de compra se ajustará aplicando el factor de seguridad sobre la demanda prevista:

$$\text{Volumen Total} = \text{Demanda Prevista Media} \times (1 + \text{Factor de Seguridad})$$

Donde el Factor de seguridad es del 25% como máximo (1.25)

La incorporación del factor de seguridad del 25% es una estrategia de la institución y es clave para minimizar riesgos logísticos, mantener altos los niveles de reposición y garantizar la disponibilidad de productos en todo el periodo anual hasta encontrar un equilibrio.

La Tabla 20 se presenta un cronograma simulado para la gestión de adquisición del producto 1, denominado “Tubería inclinométrica de 70mm”. El escenario inicial considera un inventario de 270 unidades. Según el pronóstico del primer trimestre, se estima una demanda total de 296 piezas, lo que equivale una demanda mensual de aproximadamente 99 piezas.

Para determinar la cantidad requerida del producto 01 y definir el momento óptimo para su adquisición, es fundamental elaborar una cronología de la demanda considerando en stock disponible durante el primer trimestre. Este análisis permitirá identificar el mejor momento para realizar un nuevo pedido.

Por tanto, en enero, la demanda pronosticada, en relación con el inventario disponible reduce el stock a 171 unidades (270-99). Para febrero, la cantidad disminuye aún más, quedando en solo 72 piezas (171-99) para el mes siguiente. Considerando la demanda estimada para el próximo mes y el segundo trimestre, se determina el requerimiento de compra a partir de la media de los datos pronosticados, al cual se añade un 25% adicional como margen de seguridad (FS). Es importante destacar que los productos no tienen fecha de caducidad, lo que permite una gestión más flexible del inventario sin riesgo de deterioro o vencimiento. A la vez es necesario saber que el producto 01 se comercializa en cajas de 10 unidades, y cualquier cantidad requerida que no sea múltiplo de diez se redondea al siguiente valor superior para asegurar una

compra alineada con las condiciones de empaque y distribución. Aplicando este criterio, se establece un requerimiento total de 380 unidades.

$$\text{Vol. Producto 01} = 300 \times (1 + 25\%) = 300 + 75 = 375 = 380 \text{ unid. redondeo}$$

Este proceso detallado es para garantizar la disponibilidad oportuna del producto y evitar riesgos de desabastecimiento, por lo que el pedido debe realizarse en febrero, considerando los tiempos de entrega y el proceso logístico necesario para su recepción y almacenamiento. Este enfoque optimiza la planificación de compras y contribuye a una gestión eficiente del inventario.

Esta planificación responde estrictamente al tiempo promedio de entrega, que es aproximadamente 30 días desde la emisión del pedido hasta la recepción en los almacenes de la empresa. Este periodo incluye el procesamiento de la orden, el transporte y los procedimientos de aduanas. Por tanto, al programar la compra en febrero, se garantiza que el nuevo stock esté disponible a tiempo para marzo, permitiendo mantener un nivel óptimo de inventario y satisfacer la demanda sin interrupciones. Además, esta estrategia mínima el riesgo de desabastecimiento y optimiza la logística de almacenamiento y distribución.

En marzo, el stock inicial se calcula sumando las 72 unidades disponibles a las 380 recién adquiridas, obteniendo un total de 452 unidades. A este volumen se le resta la demanda estimada del mes, que es de 98 piezas, dejando un saldo de 354 unidades para el mes siguiente y trimestre. Este proceso se repite en los meses posteriores, ajustando el requerimiento de compra según las proyecciones de demanda trimestrales para 2024 y 2025. De esta manera, se garantiza una gestión eficiente del inventario, evitando el exceso de stock como la falta de productos, y asegurando un flujo constante de suministro según las necesidades operativas y del mercado.

Para reducir costos logísticos, se establecen adquisiciones estratégicas en junio y octubre, optimizando el uso de transporte marítimo a través del Puerto de Chancay y garantizando el abastecimiento según la demanda proyectada. Esta planificación permite minimizar costos asociados al almacenamiento y transporte, evitando sobre stock o desabastecimientos.

El modelo de gestión incorpora análisis de pronóstico de demanda, tiempos de reposición y estrategias logísticas, asegurando un equilibrio entre la

disponibilidad del inventario, la eficiencia operativa y la optimización de costos. Además, se busca mejorar la capacidad de respuesta ante las variaciones del mercado, reduciendo riesgos y maximizando la rentabilidad en la cadena de suministro.

Tabla 20.

Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 01.

Producto 01: Tubería inclinométrica 70 mm															
Stock I	Demanda 24	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
270	296	99	Ene	171											
		99	Feb		73										
		98	Mar			380	354								
	202	67	Abr				287								
		67	May					219							
		68	Jun							152					
	300	100	Jul							380	432				
		100	Ago									332			
		100	Set										232		
	365	122	Oct										380	490	
		122	Nov												369
		121	Dic												
Stock M	Demanda 25	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
247	296	99	Ene	148											
		99	Feb		50										
		98	Mar			380	331								
	202	67	Abr				264								
		67	May					196							
		68	Jun							129					
	300	100	Jul							380	409				
		100	Ago									309			
		100	Set										209		
	365	122	Oct										380	467	
		122	Nov												346
		121	Dic												
Adquisición															

Leyenda:

- Stock de producto
- Requerimiento de producto
- Arriba de producto a base Lima

En resumen, la Tabla 20 presenta el plan de gestión de inventario para el producto 01, "Tubería inclinométrica de 70 mm", incluyendo el stock inicial, demanda mensual, consumo, adquisiciones y stock final para 2024 y 2025. Los aspectos técnicos claves son.

- El inventario inicial de 270 unidades en enero cubre la demanda inicial, pero se reduce en el mes de marzo debido al consumo mensual.
- Según la demanda proyectada, se recomienda programar importaciones estratégicas en febrero, junio y setiembre, anticipando los altos requerimientos de los meses siguientes. Dado que el tiempo de importación es de hasta 30 días, es crucial planificar con anticipación.
- La estrategia de reposición variable, basada en tres importaciones marítimas anuales complementadas con importaciones aéreas específicas, es adecuada para satisfacer la demanda bajo condiciones normales.
- Es fundamental considerar que la modalidad de importante aérea estará reservada únicamente para situaciones puntuales y específicas, especialmente en aquellos casos en los que sea indispensable satisfacer una necesidad crítica del cliente, garantizando una entrega con máxima urgencia y alienada con la ejecución inmediata de un proyecto determinado. Este tipo de importación responde a circunstancias extraordinarias en las que los plazos convencionales de transporte no puedan cumplir con los requerimientos del cliente, priorizando así la rapidez por encima de otros factores logísticos y económicos.
- Por otro lado, en el caso de que se presente un escenario excepcional o de naturaleza sui generis, esta opción no estará integrada en los procesos rutinarios de planificación ni en los pronósticos regulares de importación. Estas situaciones serán tratadas como eventos independientes, que requieren un enfoque especial y un diseño ad hoc para asegurar que las operaciones se realicen de manera efectiva y cumpliendo con las expectativas del cliente.
- En consecuencia, este tipo de operaciones deberán ser evaluadas cuidadosamente, considerando no solo la viabilidad técnica y operativa, sino también los costos asociados, los tiempos de respuesta, y los posibles impactos en la planificación general. Su uso debe estar estrictamente

limitada a casos muy excepcionales que justifiquen la necesidad de una gestión fuera de lo habitual.

Tabla 21.

Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 02.

Producto 02: Cable Estándar de Piezómetro															
Stock I	Demanda 24	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
5500	5915	1972	Ene	3528											
		1972	Feb		1557										
		1971	Mar		7900	7485									
	6093	2031	Abr				5454								
		2031	May					3423							
		2031	Jun							1392					
	6277	2092	Jul						7900	7200					
		2092	Ago								5108				
		2093	Set									3016			
	6466	2155	Oct									7900	8761		
		2155	Nov											6605	
		2156	Dic												4450
Stock M	Demanda 25	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
4450	5915	1972	Ene	2479											
		1972	Feb		507										
		1971	Mar		7900	6435									
	6093	2031	Abr				4404								
		2031	May					2373							
		2031	Jun							342					
	6277	2092	Jul						7900	6150					
		2092	Ago								4058				
		2093	Set									1966			
	6466	2155	Oct									7900	7711		
		2155	Nov											5556	
		2156	Dic												3400
Adquisición	7900														

Leyenda:

- Stock de producto
- Requerimiento de producto
- Arriba de producto a base Lima

Según el análisis detallado de la Tabla 21, se evidencia que el producto 2, denominado “Cable Estándar de Piezómetro” presenta un stock inicial de 5,500 m. A partir de la proyección de demanda para los años 2024 y 2025, se

identifican patrones de consumo con incrementos significativos en los meses de marzo, julio y octubre. Estos picos recurrentes subrayan la importancia de establecer una estrategia de planificación anticipada que permita garantizar la disponibilidad del producto en estos periodos claves, evitando posibles quiebres de stock y asegurando el cumplimiento oportuno de los requerimientos operativos.

El proceso de adquisición del producto 2 se fundamenta en un análisis exhaustivo de la demanda y el inventario disponible en cada mes. Dicho análisis se lleva a cabo de manera mensual, trimestral y anual, siguiendo una metodología similar a la aplicada para el producto 1 durante el periodo 2024 y 2025. Este enfoque permite optimizar la gestión del suministro y asegurar una adecuada alineación con las necesidades del mercado.

Es fundamental destacar que el producto 02 se comercializa en rollos de 100 metros, lo que implica que su adquisición debe alinearse con esta presentación estándar para optimizar los procesos logísticos, minimizar desperdicios y garantizar una gestión eficiente del inventario. En este sentido, cualquier cantidad solicitada que no sea un múltiplo exacto de cien se ajusta automáticamente al siguiente valor superior, asegurando así el cumplimiento de las condiciones de empaque y distribución establecidas. Al aplicar este criterio de redondeo, se ha determinado que el requerimiento total asciende a 7900 unidades, permitiendo una planificación de compra más estructurada y alineada con las necesidades de la empresa.

$$\begin{aligned} \text{Vol. Producto 02} &= 6277 \times (1 + 25\%) = 6277 + 1569.25 = 7846.25 \\ &= 7900 \text{ m. redondeo} \end{aligned}$$

La aplicación de este criterio de ajuste no solo garantiza que las compras del producto 2 se realicen de manera alineada con las condiciones de empaque y distribución, sino que también contribuye a una gestión más eficiente del inventario y la logística. Al redondear al siguiente múltiplo de cien, se minimizan costos operativos, se evitan inconvenientes en el almacenamiento y transporte, y se facilita una planificación de abastecimiento estructurado. De esta manera, la empresa optimiza sus procesos comerciales y asegura una operación más eficiente y rentable.

Tabla 22.

Proyección de Demanda y Gestión de Inventario del Producto 03.

Producto 03: Piezómetro de Cuerda Vibrante 0.35 Mpa L40															
Stock I	Demanda 24	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
12	16	5	Ene	7											
		5	Feb		1										
	25	6	Mar		31	27									
		8	Abr				19								
	21	8	May					10							
		9	Jun							2					
	19	7	Jul							31	26				
		7	Ago									19			
	19	7	Set									12			
		6	Oct									31	37		
	37	6	Nov											31	
		7	Dic												
Stock M	Demanda 25	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
25	16	5	Ene	19											
		5	Feb			14									
	25	6	Mar		31	39									
		8	Abr				31								
	21	8	May					23							
		9	Jun							15					
	19	7	Jul							31	39				
		7	Ago									32			
	37	7	Set									25			
		6	Oct									31	50		
Stock F	Demanda 25	Mes	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
37	19	6	Nov											43	
		7	Dic												37

Adquisición 31

Leyenda:

- Stock de producto
- Requerimiento de producto
- Arriba de producto a base Lima

De acuerdo a la Tabla 22, el producto 3 “Piezómetro de Cuerda Vibrante de 0.35 Mpa”, presenta un stock de 12 unidades. Este producto también registra picos de demanda concentrados en los mismos meses (marzo, julio y octubre), por lo que resulta esencial planificar adquisiciones previas con una estrategia

similar. Al igual que el producto 1 y 2, el objetivo es garantizar la disponibilidad del inventario durante los momentos de mayor requerimiento.

A la vez es necesario indicar que el producto 03 se comercializa en unidades, y cualquier cantidad requerida resulte en fracción se redondea al siguiente valor numérico entero con la necesidad de asegurar una compra alineada con las condiciones de empaque y distribución. Aplicando este criterio, se establece un requerimiento total de 31 unidades.

$$\text{Vol. Producto 03} = 25 \times (1 + 25\%) = 25 + 6.25 = 31.25 = 31 \text{ unid. redondeo}$$

En términos generales, los productos presentan demanda fluctuante que se concentra en ciertos meses del año. La estrategia de adquisiciones se basa en reponer el inventario con un enfoque de compras anticipadas (un mes previo a los picos de demanda), realizando adquisiciones marítimas tres veces al año. Esta propuesta cronológica de adquisiciones de insumos busca prevenir quiebres de stock y optimizar los volúmenes de compra para alinear más estrechamente con los niveles de demanda, reduciendo la acumulación de inventario innecesario y, por ende, los costos asociados al almacenamiento.

Se tiene claro y preciso que la estrategia principal es la importación marítima, pero es necesario considerar la importación aérea como una solución exclusiva para atender demandas excepcionales o variaciones inesperadas en el pronóstico de demanda. Además de implementar una herramienta avanzada de ERP (Planificación de recursos empresariales), el cual podría mejorar significativamente la precisión en las proyecciones de demanda y planificación de inventarios; se debe revisar periódicamente las políticas de inventario y reposición para adaptarlas cambios en el comportamiento del mercado o a las necesidades específicas de cada producto.

Es importante señalar que el cálculo del requerimiento de adquisición para todos los productos analizados en esta investigación se realizó considerando una validación rigurosa de la precisión de la demanda proyectada por un periodo de un año. Este enfoque permitió ajustar los volúmenes de adquisición con base a las necesidades reales del mercado y las tendencias históricas. Asimismo; se aseguró cobertura de los requerimientos para los siguientes tres meses,

estableciendo un margen de seguridad estratégico que optimiza la gestión de inventarios.

Esta metodología no solo previene quiebres de stock que podrían afectar la continuidad operativa, sino que también minimiza la acumulación de excedentes, reduciendo costos de almacenamiento y evitando la inmovilización innecesaria de recursos.

En síntesis, este proceso garantiza un balance eficiente entre disponibilidad, sostenibilidad y control de costos, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante fluctuaciones de la demanda y cuyo flujograma sería:

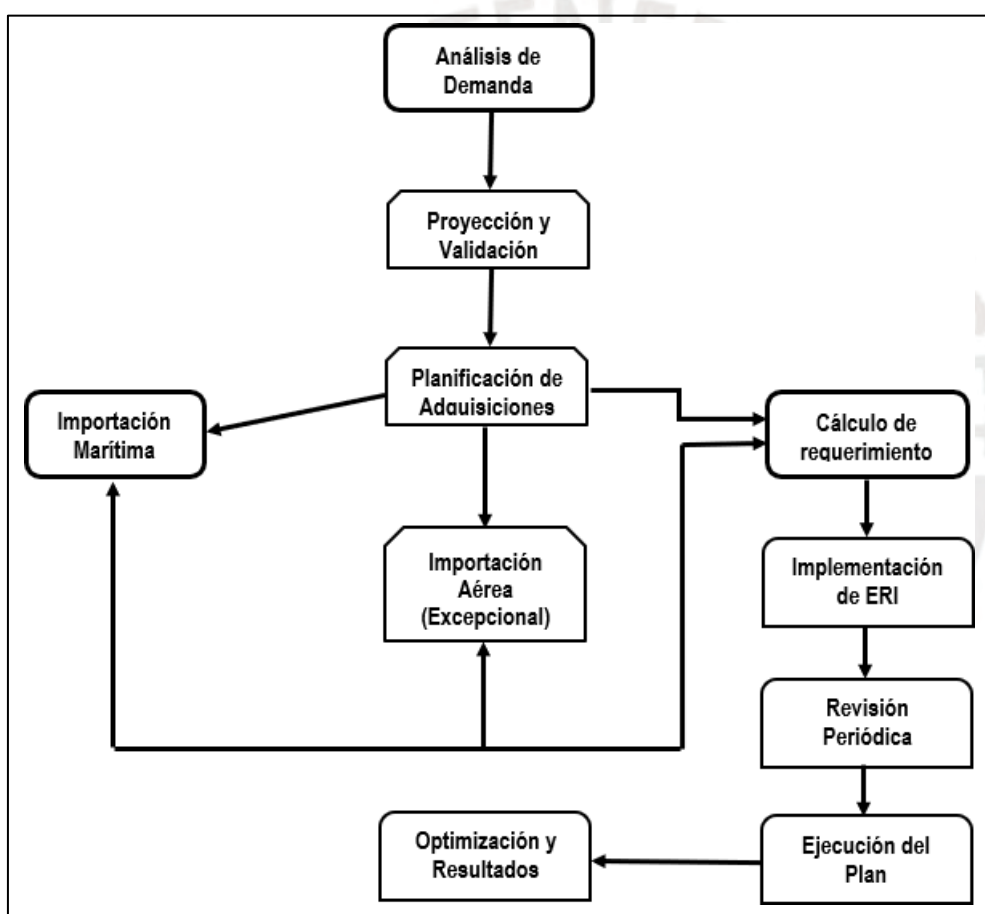


Figura 25. Flujograma Sintetizado del Proceso de Gestión de Inventarios

4.4.2.2. Resultados de proyección de productos

Es fundamental destacar que, en los años anteriores (2021 – 2023), la empresa ha realizado importaciones marítimas exclusivamente del primer producto, tuberías inclinométricas de 70 mm, debido a la ausencia de inventarios

suficiente y a la decisión de adquirir bienes basándose en la percepción de mayor consumo.

En contraste, el resto de los productos del portafolio se importaban únicamente por vía aérea, lo cual incrementaba los costos logísticos debido a las tarifas más elevadas de este tipo de transporte.

Este estudio proporciona una perspectiva estratégica para optimizar las adquisiciones mediante una mejor planificación del uso de transporte marítimo. Además, cobra especial relevancia en el contexto por la inauguración del Puerto de Chancay, que permitirá a la empresa acceder a mayores oportunidades logísticas y económicas gracias a su capacidad operativa ampliada y la cercanía geográfica.

De igual manera, el análisis incluye una visión clara sobre la utilización eficiente de contenedores, considerando opciones como el contenedor cerrado y el no consolidado. Estas estrategias permitirían a la empresa planificar adquisiciones con volúmenes de hasta 1.5 contenedor (área para 6 toneladas por contenedor), lo que generara ahorros significativos en costos logísticos al maximizar la capacidad de carga y minimizar el número de envíos necesarios.

En síntesis, este estudio no solo busca optimizar las operaciones de importación de la empresa, sino también mejorar la rentabilidad general al aprovechar el transporte marítimo, reducir costos asociados a transporte aéreo y fomentar una gestión más eficiente del portafolio de productos. Este enfoque fortalece la capacidad de la empresa para adaptarse a las demandas del mercado y aprovechar infraestructura logística emergentes como el Puerto Chancay.

Tabla 23.

Resultado de Proyección de Importación y Costo en Función a la Gestión de Pronostico.

Tipo Import.	Nro. Import.	Volumen	Marítimo	Aéreo	Total
Marítimo	3	1.5	\$ 7,290.00		\$ 32,805.00
Aéreo	5	1.0		\$ 11,970.00	\$ 59,850.00
				TOTAL	\$ 92,655.00

De acuerdo a la información recopilada por la institución y en análisis presentado en la Tabla 18, se identificó que la empresa realizaba históricamente 19 importaciones aéreas y 2.5 marítimas anuales a través del Puerto de Callao, lo que generaba un costo total promedio de US\$ 247,455.00 dólares americanos al año. Estas operaciones se llevaban a cabo sin contar con un análisis estructurado de catalogación de productos, un sistema de clasificación ABC de inventarios, ni un pronóstico de demanda adecuado, lo que resultaba en una gestión poco eficiente y de altos costos.

Este estudio propone una estrategia más optimizada que concluye el uso de contenedores de 1.5 volúmenes (equivalente a 6 toneladas de peso por contenedor), mediante 3 importaciones marítimas anuales que arribarían al Puerto de Chancay, aprovechando sus costos más competitivos. Adicionalmente, se plantea limitar el uso de transporte aéreo a 5 importaciones anuales, destinadas exclusivamente para eventos excepcionales o situaciones específicas que requieren inmediatez.

Al implementar esta estrategia y tras analizar los costos asociados a ambas modalidades de transporte (Ver Tabla 23), se obtiene un gasto anual estimado de US\$ 92,655.00, lo que representa una reducción de aproximadamente el 60% en comparación con la inversión inicial de la empresa. Es importante mencionar que este cálculo no incluye impuestos ni gastos directos relacionados con operaciones en la región, por lo que dichos costos adicionales deberán ser considerados de manera complementaria.

Por tanto; este modelo plantea una solución integral que no solo optimiza los recursos financieros de la empresa, sino que también asegura la disponibilidad de productos acorde a las necesidades del mercado. La transición hacia un mayor uso del transporte marítimo, combinada con un enfoque estratégico y limitado transporte aéreo, permite reducir costos, mejorar la gestión de inventarios y capitalizar los beneficios del Puerto Chancay como una alternativa eficiente y económica para las operaciones logísticas. Esto representa un cambio significativo en la gestión operativa y financiera, brindando sostenibilidad y competitividad en el largo plazo.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Esta etapa es clave para determinar la viabilidad y sostenibilidad de cualquier proyecto. En este contexto, el análisis tiene como objeto evaluar los beneficios, costos y retornos asociados a la implementación de un modelo optimizado de gestión de catalogación, clasificación ABC e importaciones, considerando tanto los ahorros directos en costos logísticos, como el impacto en la eficiencia operativa y financiera de la empresa.

La implementación del modelo propuesto no solo es económicamente viable, sino también financieramente estratégica. Los ahorros significativos, sumados a la eficiencia operativa y a la mejora en la gestión de inventarios, colocan a la empresa en una posición competitiva y sostenible. Este proyecto representa una oportunidad clave para modernizar las operaciones logísticas y maximizar los retornos en el corto y mediano plazo.

5.1. Mejora de costos operativos

Para evaluar de manera integral el impacto económico y financiero del proyecto, es fundamental llevar a cabo una identificación y gestión precisa de los recursos monetarios generados a partir de las actividades operativas y de las estrategias implementadas. Esta evaluación permitirá comprender como las decisiones estratégicas afectan directamente a la rentabilidad y la situación financiera global de la empresa. En este contexto, se debe considerar un enfoque detallado que abarca tanto los ingresos generados como los costos asociados, identificando aquellos puntos críticos que puedan ser optimizados.

Uno de los aspectos clave que debe analizarse es la reducción de costos asociados con la logística y la gestión de inventarios. La logística representa una de las principales áreas de gasto dentro de las operaciones de cualquier empresa, por lo que una estrategia eficiente en adquisición y distribución puede contribuir significativamente a la optimización de los recursos. Además, el manejo adecuado de inventarios no solo asegura la disponibilidad oportuna de los productos, si no también ayuda a minimizar los costos de almacenamiento y los riesgos relacionados con los excesos o faltantes de inventario.

La implementación de tecnologías y procesos que mejoren la eficiencia operativa en estos ámbitos puede derivar en una reducción de costos logísticos, disminución de los tiempos de ciclo, y una mejora en la precisión de los pronósticos de demanda. Todo esto se traduce en una mejora en la rentabilidad operativa y una mayor competitividad en el mercado.

Además, es crucial que estos costos sean gestionados de manera proactiva mediante un sistema de control de gestión que permite la identificación temprana de ineficiencias y la toma de decisiones estratégicas para corregirlas. Al tener una visión clara del impacto de las actividades operativas y logísticas en las finanzas de la empresa, se pueden ajustar las estrategias a fin de maximizar la rentabilidad, asegurar la sostenibilidad financiera y proporcionar un retorno más sólido sobre la inversión realizada.

5.1.1. Ingresos

En base al análisis exhaustivo de los datos relacionados con la inversión en importación que maneja la empresa vs la propuesta del plan estratégico de importación (analizado en el capítulo 4), se ha identificado un ahorro anual significativo. Este ahorro no solo refleja una reducción sustancial en los costos operativos, sino que también evidencia la necesidad de adoptar un modelo de importación estratégica. La transición a este modelo no solo reduce los gastos logísticos, sino que también genera un valor económico adicional al liberar recursos que anteriormente se destinaban a procesos menos eficientes. Este ahorro puede considerarse como una mejora directa a la rentabilidad operativa de la empresa, posicionándola para incrementar su capacidad de inversión en otras áreas clave, o incluso para incrementar su competitividad en el mercado.

Tabla 24.

Ingreso por optimización en el proceso de importación.

Ingresos	Periodo	%	Anual US\$
Import. Actual	Anual	100%	\$247,455.00
Import. Propuesta	Anual	40%	\$92,655.00
	Ahorro		\$154,800.00

De acuerdo a la Tabla 24, es crucial entender que el ingreso generado por el ahorro según el proceso de importación no debe ser solo visto como una reducción de costos, sino como una estrategia integral que fortalece la columna vertebral financiera de la organización. A través de la implementación de un diagnóstico de gestión avanzada y herramientas analíticas, se podrán identificar de manera precisa los puntos de mejora en la cadena de suministro y asegurar que el proceso de importación continúe siendo optimizado. Adicionalmente, la integración de nuevas prácticas y tecnologías en la planificación logística garantizará no solo la reducción de costos, sino también una mayor flexibilidad en la toma de decisiones, permitiendo que la empresa responda de manera más efectiva a cambios del mercado y demandas del cliente.

Por tanto, la implementación de este modelo estratégico de importación es una medida fundamental para que el proceso de implementación pueda ser autosostenible y maximice la eficiencia operativa de la empresa. A través de una revisión y optimización continua donde la organización estará en una posición más sólida para competir de manera más efectiva y generar un crecimiento sostenible a largo plazo.

5.1.2. Egresos

Los egresos empresariales son los desembolsos financieros que una organización realiza para cubrir costos asociados a sus operaciones, inversiones o estrategias de crecimiento. Se dividen en dos categorías principales: los recurrentes, esenciales para el funcionamiento diario de la empresa, y los extraordinarios, vinculados a iniciativas específicas como proyectos de mejora, expansión o adquisición de activos.

En este análisis, los egresos están directamente relacionados con la implementación de un sistema integral de gestión de inventarios. Este sistema abarca procesos clave como la categorización y clasificación ABC, el pronóstico de demanda y la planificación estratégica para la importación de productos del portafolio. Estas iniciativas no solo optimizan las operaciones logísticas, sino que también mejoran el uso de los recursos y reducen los costos derivados de una gestión ineficiente del inventario.

Para un análisis estructurado y alineado con la empresa, los egresos se agrupan en tres categorías principales, las cuales representan las áreas clave de inversión necesarias para asegurar el éxito del proyecto:

- a. **Catalogación de productos:** El proceso de catalogación de productos incluye los siguientes componentes clave:
- Personal técnico: Costo de contratación, capacitación o subcontratación de especialistas para ingresar, organizar y validar datos.
 - Herramientas y tecnología: Inversión en software de gestión de catalogación, equipos como escáneres y cámaras; además del servicio en la nube para el almacenamiento de datos.
 - Producción visual: Fotografía profesional y edición de imágenes de productos para cumplir con estándares del catálogo.
 - Recolección y estandarización de datos: Ingresar específicamente los códigos de barra y traducciones si es necesario.
 - Gastos Administrativos: Costos relacionados con la documentación, supervisión y reportes del proyecto.

Tabla 25.

Modelo de egresos en procesos de catalogación

Catalogación de Productos	Unidad.	Costo Unid. US\$	Año 1	Año 2	Año 3
Personal técnico	mes	\$ 300.00	\$ 3,600.00	\$ 3,600.00	\$ 3,600.00
Software	mes	\$ 20.00	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 240.00
Fotografía/Imágenes	global	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 0.00	\$ 0.00
Validación de datos	global	\$ 700.00	\$ 700.00	\$ 70.00	\$ 70.00
Almacenamiento/Infraestructura	mes	\$ 70.00	\$ 840.00	\$ 840.00	\$ 840.00
Total			\$ 5,630.00	\$ 4,750.00	\$ 4,750.00

- b. **Clasificación ABC:** En esta sección, se detallan los principales componentes de los egresos, los cuales incluyen los costos asociados a diversas actividades dentro del proceso:
- Personal técnico: Costo asociado a la contratación, capacitación o subcontratación de especialistas encargados de recopilar, estructurar y validar la información de manera precisa.
 - Tecnología: Software de gestión de inventarios y herramientas ERP (SAP, Oracle, etc.) de automatización para cálculos y mejorar de ABC.

- Consultoría: Asesoramiento externo para la implementación o mejora del sistema ABC.
- Ajustes operativos: Modificaciones en sistemas o redistribución física del inventario.
- Mantenimiento y actualización: Monitoreo continuo, revisión de datos y actualizaciones del sistema.
- Gastos administrativos: Supervisión del proceso, generación de reportes y elaboración de documentación detallada.

Tabla 26.

Distribución de egresos en el proceso de implementación de clasificación ABC

Clasificación ABC	Unidad.	Costo Unid. US\$	Año 1	Año 2	Año 3
Personal técnico	mes	\$ 600.00	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
Software y automatización	Anual	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00
Consultoría externa	Unid.	\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 225.00	\$ 00.00
Capacitación	Gl	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 150.00	\$ 150.00
Monitoreo y mantenimiento	mes	\$ 60.00	\$ 720.00	\$ 720.00	\$ 720.00
Total			\$ 10,170.00	\$ 9,345.00	\$ 9,120.00

- c. **Implementación de pronóstico y demanda:** Para la implementación y el diseño se involucra varios egresos técnicos clave que aseguran la precisión y eficiencia del sistema:
- Adquisición y Licencia de Software: Inversión en software (SAP, Oracle, etc.) para retroalimentar el modelo inicial y predecir la demanda, y su integración con plataformas empresariales como ERP y SCM.
 - Recursos Humanos Especializados: Contratación de un analista de datos, expertos en machine learning y consultores en planificación de demanda; así como formación técnica interna en el uso de herramientas y metodológicas de pronóstico.
 - Data Science y Análisis Predictivo: gastos asociados con la adquisición de datos históricos de ventas, tendencias de mercado, y análisis estadístico o algoritmos predictivos (como ARIMA, redes neuronales) para calibrar constantemente los modelos de demanda.

- Consultoría en Modelos Predictivos: Consultoría especializada para desarrollar y adaptar modelos matemáticos y algoritmos de pronóstico, optimizando la precisión en predicción.
- Infraestructura en TI: Costos en servidores, almacenamiento en la nube, y redes para procesar grandes volúmenes de datos y asegurar la conectividad y seguridad de la información.
- Mantenimiento de Sistema: Egresos recurrentes en soporte técnico, actualizaciones del software y ajustes continuos en los modelos predictivos para adaptarse a nuevas variables del mercado.

Tabla 27.

Proyección de egresos en el proceso de pronóstico y demanda

Pronostico y Demanda	Unidad.	Costo Unit. US\$	Año 1	Año 2	Año 3
Software de Pronóstico	anual	\$ 850.00	\$ 850.00	\$ 425.00	\$ 212.50
Integración de Sistemas	global	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 400.00	\$ 200.00
Contratación Ing. Especialista	mes	\$ 700.00	\$ 8,400.00	\$ 8,400.00	\$ 8,400.00
Capacitación Interna	global	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 300.00	\$ 150.00
Obtención de Datos y Análisis	global	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00	\$ 250.00
Consultoría Externa	global	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 500.00
Infraestructura Tecnológica	global	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 900.00	\$ 450.00
Mantenimiento y Actualiz.	mes	\$ 150.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
Total			\$ 15,000.00	\$ 12,975.00	\$ 11,962.50

En términos generales, los egresos reflejados en las Tablas 25, 26 y 27 incluyen, entre otros, los correspondientes a técnicos y personal especializado, los cuales se encuentran detallados de manera exhaustiva en el Anexo 04, cumpliendo estrictamente con los lineamientos establecidos por el proceso PLAME (Planilla Electrónica de Pago). Este detalle incluye tanto honorarios como los beneficios laborales asociados, asegurando un análisis transparente y ajustado a la normativa vigente.

Asimismo; los costos relacionados con servicios de consultoría externa y programas de capacitación han sido respaldados mediante cotizaciones formales obtenidas de proveedores acreditados, garantizando la fiabilidad de las cifras presentadas y la calidad de los servicios a contratar. Por otro lado, los costos asociados al software abarcan no solo la adquisición de licencias, sino también su implementación, mantenimiento, actualizaciones periódicas y el

soporte técnico necesario para su óptima operación, factores clave para la sostenibilidad tecnológica del proyecto.

Este desglose integral asegura que todos los componentes operativos, técnicos y de formación se encuentren adecuadamente planificados dentro del marco financiero, brindando una visión holística de las versiones necesarias para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Tabla 28.

Resumen de egresos global para la implementación del plan de importación

Egreso Global	Año 1	Año 2	Año 3
Catalogación de Productos	\$ 5,630.00	\$ 4,750.00	\$ 4,750.00
Clasificación ABC	\$ 10,170.00	\$ 9,345.00	\$ 9,120.00
Pronostico y Demanda	\$ 15,000.00	\$ 12,975.00	\$ 11,962.50
Totales	\$ 30,800.00	\$ 27,070.00	\$ 25,832.50

Según la distribución de egresos presentada en la Tabla 28, se analiza la inversión global prevista para los tres años de implementación del plan de mejora en el proceso de importación. A continuación, se destacan los principales hallazgos:

En el año 1, la inversión inicial asciende a US\$ 30,800.00, este monto se explica por ser el periodo de inicio, que incluye la implementación y puesta en marcha, lo que generalmente implica costos más altos. Sobresale la categoría de pronóstico y demanda, que representa más del 50% de los egresos de este primer año (US\$ 15,000.00).

Para los años 2 y 3, los egresos disminuyen considerablemente a US\$ 27,070.00 y US\$ 25,832.50 respectivamente. Esta reducción refleja una estabilización en los costos operativos, especialmente en áreas clave como pronóstico y demanda y clasificación ABC. Sin embargo, los costos asociados a la categoría de catalogación se mantienen constantes en ambos años (US\$ 4,750.00 anuales). Esto sugiere que, en esta área específica, no se ha logrado reducciones ni economías de escala (Ver Figura 26).

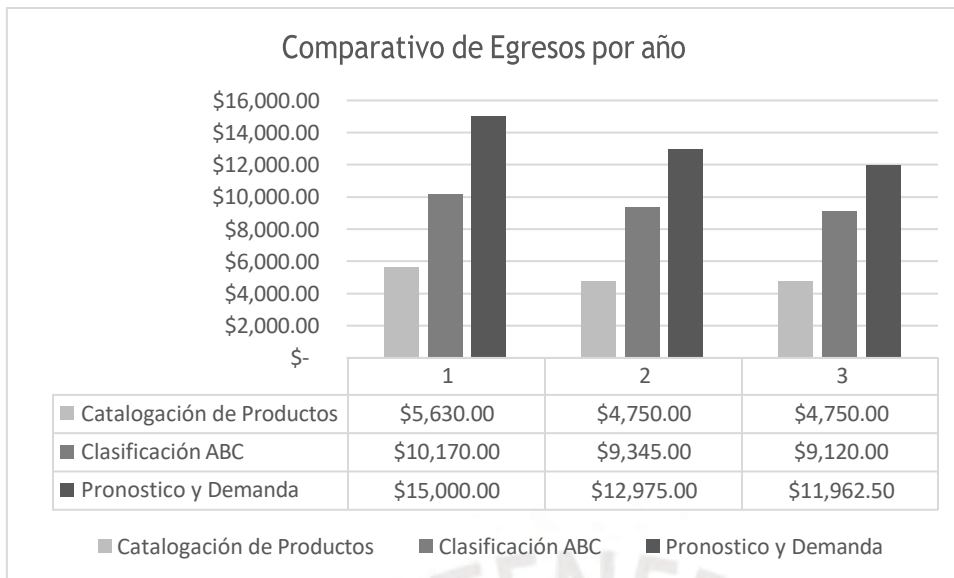


Figura 26. *Distribución de egresos: Catalogación, Clasificación ABC y Pronostico – Demanda.*

Del análisis realizado, se concluye que el proceso de catalogación de productos muestra estabilidad en sus costos operativos a partir del segundo año (US\$ 4,750.00), lo que indica que no se requiere inversiones adicionales significativas después de la fase inicial de implementación. Este comportamiento sugiere que los costos en esta área están asociados principalmente a actividades iniciales, como la creación de base de datos o el establecimiento de estándares.

En contraste al área de pronóstico de demanda, aunque comienza con los egresos más elevados (US\$ 15,000.00) en el primer año, se observa una reducción gradual de los costos en los años subsiguientes. Este descenso refleja una posible ganancia en eficiencia, derivada de la experiencia adquirida, la implementación de sistemas más precisos y la automatización de procesos. Además, esta disminución en los costos recurrentes podría estar vinculada a una mayor fiabilidad de los pronósticos, reduciendo la necesidad de ajustes y correcciones significativas.

En conjunto, estas dinámicas de costo reflejan un panorama positivo en la eficiencia operativa general del proyecto, destacando áreas donde la inversión inicial generó beneficios sostenibles a mediano plazo. Los detalles cuantitativos y su representación gráfica pueden consultarse en la Figura 25 para su análisis más visual y comprensivo.

5.2. Evaluación estratégica para el diseño operativo propuesto

Para evaluar de manera efectiva el proceso de diseño e implementación de la estrategia de importación de la institución y determinar la viabilidad y rentabilidad de la inversión, se calcula el valor actual neto (VAN). Este indicador proporcionará una evaluación cuantitativa de la rentabilidad del proyecto, permitiendo identificar si la inversión es atractiva y si, a mediano y largo plazo, será capaz de cubrir los costos de oportunidad. Además, el VAN permitirá evaluar si, dentro del flujo de caja proyectada, los futuros ingresos deben descontarse adecuadamente para reflejar su valor presente, considerando el valor temporal del dinero.

Adicionalmente, se calculará la tasa interna de retorno (TIR), que representa la tasa de rendimiento esperada sobre la inversión, tomando en cuenta los flujos de cajas futuros del proyecto. El TIR ofrece una medida de la rentabilidad generada por la inversión y permite comparar diferentes alternativas de inversión. Una vez calculada, esta tasa permitirá evaluar si la inversión proyectada supera el costo de capital o la tasa de rendimiento mínima requerida para ser considerada rentable. Sin embargo, es importante señalar que, aunque el TIR es un indicador valioso, se debe considerar en conjunto con el VAN, ya que ambos proporcionan perspectivas complementarias sobre la rentabilidad y viabilidad financiera del proyecto. El uso combinado de ambos indicadores ofrece una visión más integral para la toma de decisiones informadas sobre la magnitud y viabilidad de la inversión.

Tabla 29.

Resumen de resultados financieros del proyecto de implementación

Descripción	Unidad	Total
Inversión Inicial	US\$	30,800.00
Periodo (t)	año	3
Tasa de descuento (r)	%	0.1
VAN	US\$	38,980.24
TIR	%	26.5

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 29), el proyecto de diseño de implementación del proceso de importación es viable y rentable, ya que tanto el

VAN como el TIR indican un retorno significativo en relación con la inversión inicial.

El VAN positivo cuyo valor es de US\$ 38,980.24, indica que el proyecto está generando un valor adicional superior a la inversión inicial, lo que sugiere que será capaz de cubrir los costos de oportunidad y generar beneficios económicos a lo largo de los tres años evaluados.

En cuanto al TIR, se determinó que tiene un rendimiento superior al 10% de la tasa de descuento, lo cual refuerza la idea de que la inversión es atractiva y justifica la implementación del plan de importación propuesto. Por tanto, el análisis económico de este proyecto demuestra que es financieramente viable y tiene un gran potencial de rentabilidad, lo que justifica su ejecución.



CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La implementación de herramientas de clasificación, como el método ABC y el sistema de catalogación UNSPSC, ha resultado ser una estrategia altamente efectiva para optimizar la organización y control de inventario. Estas prácticas permiten a la empresa identificar con precisión los productos más críticos para sus operaciones, facilitando una gestión más ágil y eficiente. Como resultado, se ha logrado reducir significativamente los tiempos de respuesta y los costos asociados al almacenamiento, contribuyendo directamente a la mejora de la eficiencia operativa y al fortalecimiento de la competitividad de la empresa.
- La propuesta de diseño para el proceso de importación permite reducir significativamente los costos asociados a la gestión de inventarios, abarcando costos de almacenamiento, riesgos de obsolescencia y la optimización en la selección del tipo de transporte. Estas mejoras no solo fortalecen la eficiencia operativa, sino que también incrementan la competitividad de la empresa y contribuyen a garantizar una rentabilidad sostenible a media y largo plazo.
- La incorporación de tecnologías avanzadas, como software especializado en pronóstico de demanda y sistemas automatizados de control, habilita un monitoreo en tiempo real de los niveles de inventario, mejorando significativamente la capacidad de toma de decisiones estratégicas. Esta digitalización permite una integración más eficiente de los flujos de información entre las distintas áreas operativas, optimizando la coordinación interna y aumentando la eficiencia y resiliencia de la cadena de suministros.
- La ausencia de estándares estructurados en la organización del almacén y la carencia de procedimientos operativos claros en la gestión de inventarios representa un impacto negativo significativo en la eficiencia operativa de la empresa. La implementación de flujos operativos definidos, junto con la adopción de estándares de seguridad y control, permitirá optimizar la precisión en las operaciones, reducir errores en la gestión de inventarios y minimizar pérdidas económicas, fortaleciendo así la sostenibilidad de los procesos logísticos.

- Los resultados económicos y operativos obtenidos en esta investigación confirman que las estrategias propuestas no solo son viables, sino también sostenibles a mediano y largo plazo. Estas medidas contribuyen a optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la estructura de precios, fortaleciendo significativamente la posición competitiva de la empresa en el mercado de productos geotécnicos. Además, permiten ofrecer precios más competitivos, consolidando su capacidad para adaptarse a las demandas del mercado y generar valor a largo plazo.
- La capacitación continua del personal en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas y en las mejoras estrategias de gestión de inventarios es fundamental para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Un equipo bien formado no solo comprende la importancia de estos cambios, sino que también se convierte en un agente clave para su correcta aplicación y mantenimiento a largo plazo. La formación no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también motiva a los empleados a adaptarse a nuevas tecnologías, lo que fortalece la cultura organizacional y mejora la capacidad de respuesta ante los desafíos futuros. Garantizar que el personal cuente con las habilidades necesarias para gestionar los procesos de manera efectiva es esencial para que los beneficios obtenidos se mantengan y se sigan expandiendo con el tiempo.

6.2 Recomendaciones

- El diseño e implementación de manuales de procedimiento con estándares bien definidos para la organización de almacenes, la gestión de inventarios y la optimización de flujos de trabajo es una medida esencial. Estos manuales facilitarán la reducción de errores operativos y asegurarán la trazabilidad completa de los productos almacenados, promoviendo una gestión más ordenada, eficiente y confiable en las operaciones logísticas.
- Incorporar e integrar ERP y software avanzado de gestión de inventarios es clave para lograr una conexión integral entre la administración de inventarios, la planificación de la demanda y las operaciones logísticas. Estas herramientas permitirán una visibilidad en tiempo real de las operaciones, lo que optimizará la toma de decisiones, mejorará la eficiencia

operativa y facilitará una mayor sincronización entre los diferentes procesos empresariales.

- Fomentar alianzas estratégicas con proveedores clave es fundamental para asegurar el cumplimiento de los tiempos de entrega y mantener la calidad constante de los productos. Para fortalecer estas relaciones, se sugiere establecer acuerdos contractuales que incluyan cláusulas claras sobre estándares de desempeño y penalidades específicas en caso de incumplimiento. Este enfoque no solo garantiza mayor confiabilidad en la cadena de suministros, sino que también promueve un compromiso mutuo que beneficia tanto a la empresa como a sus socios comerciales.
- Optimizar la organización del almacén mediante la implementación de metodologías como el modelo 5S es una estrategia clave para mejorar la disposición de los materiales. Este enfoque no solo incrementará la capacidad de almacenamiento disponible, sino que también agilizará significativamente los procesos de búsqueda y preparación de requerimientos, reduciendo tiempos y aumentando la eficiencia operativa. Además, fomenta un entorno de trabajo más ordenado, seguro y productivo con beneficios tanto para los empleados como para los resultados de la empresa.
- Establecer un programa anual de capacitación dirigido al personal encargado de la gestión de inventarios es esencial para garantizar una operación eficiente y adaptada a las mejores prácticas. Este programa debe enfocarse en el uso de tecnología avanzadas, métodos de clasificación como la catalogación ABC o UNSPSC, y estrategias de optimización de procesos. La formación continua no solo fortalecerá las habilidades del equipo, sino que también asegurará que los empleados se mantengan actualizados y puedan adaptarse rápidamente a las nuevas herramientas y métodos implementados, promoviendo una gestión más efectiva y sostenible a lo largo del tiempo.
- Implementar un sistema de auditorías y monitoreo periódico es fundamental para evaluar de manera continua el desempeño de los procesos de inventario. Este enfoque facilita la detección temprana de ineficiencias y permite realizar ajustes correctivos en tiempo real, asegurando la alineación con los objetivos operativos. Adicionalmente, se recomienda la utilización de

indicadores clave de desempeño (KPI) para medir y analizar la efectividad de las mejoras implementadas, brindando datos precisos que respalden la toma de decisiones estratégicas y promuevan una gestión de inventarios más eficientes y sostenible.

- Ampliar el alcance de los modelos de pronóstico de demanda para incorporar análisis de datos estacionales y tendencias del mercado es una estrategia esencial para mejorar la gestión de inventarios. Este enfoque permitirá a la empresa anticipar fluctuaciones en la demanda con mayor precisión, facilitando ajustes proactivos en los niveles de inventario. Al integrar estas variables, se optimizan los recursos disponibles, se reducen los costos asociados a excesos o faltantes y se refuerza la capacidad de respuesta ante las dinámicas del mercado.
- Desarrollar un plan de contingencia integral para gestionar problemas críticos en la administración de inventarios, como retrasos en la cadena de suministros o roturas de stock, es fundamental para garantizar la continuidad operativa. Este plan debe incluir estrategias clave, como la implementación de inventarios de seguridad para mitigar riesgos y la diversificación de proveedores para reducir la dependencia de fuentes únicas. Estas medidas fortalecen la resiliencia de la cadena de suministro, permitiendo a la empresa adaptarse rápidamente a imprevistos y mantener un flujo constante de operaciones.
- Promover un compromiso activo por parte de la alta dirección es clave para supervisar y respaldar los cambios en la gestión de inventarios. La participación directa en este proceso garantiza que las decisiones estratégicas estén alineadas con los objetivos de mejora operativa y financiera de la empresa. Además, este liderazgo facilita la asignación de recursos necesarios, refuerza la motivación del equipo y asegura la coherencia entre la optimización y la visión estratégica de la organización.
- Investigar e incorporar tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine learning), representa una oportunidad valiosa para revolucionar la gestión de inventarios. Estas herramientas avanzadas permiten realizar análisis predictivos con mayor precisión, anticipando patrones de demanda y ajustando los niveles de stock de manera óptima. Además, ofrecen la posibilidad de personalizar

estrategias de gestión según las necesidades específicas de la operación, mejorando tanto la eficiencia como la capacidad de respuesta ante los cambios en el mercado.

- Este tipo de estrategia debe ser adoptada con mayor rapidez por las empresas con modelos de negocio similares, ya que muchas de ellas tienden a gestionar sus adquisiciones de manera reactiva en lugar de proactiva. Al implementar un enfoque más ágil y orientado a la planificación, las entidades podrán anticiparse a las necesidades del mercado, optimizar sus procesos de adquisición y mejorar la eficiencia operativa. Adoptar este tipo de estrategias no solo facilita la toma de decisiones más informadas, sino que también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo y a la mejora de la competitividad frente a otros actores del mercado.



Referencias bibliográficas

- Angulo, R. (2019). Control interno y gestión de inventarios de la empresa constructora Peter Contratistas S.R. Ltda. *Artículos originales Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán*, 5(2). <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/gacien/article/view/696/566>
- Arana Bazán, K. R., Hurtado Ramírez, J. D. y Calvanapón Alva, F. A. (2022). Gestión de inventarios y rentabilidad de una empresa del sector industrial. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(4), 33-47. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i4.434>
- Arenal, C. (2020). *Gestión de inventarios*. Tutor formación. https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=bpXSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=objctivos+de+la+gesti%C3%B3n+de+inventarios+&ots=HG1MPslcfL&sig=hYjEBT0HM2iB9UYCikBFx6zwVXA&redir_esc=y#v=onepage&q=objctivos%20de%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20inventarios&f=false
- Aulla, P. (2022). *Gestión-de almacén y operatividad en la distribución de bienes de la Red de Salud Abancay, 2021* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88951>
- Campo, E. A., Cano, J. A. y Gómez-Montoya, R. A. (2020). Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(3), 461-475. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000300461>
- Cárdenas, O., Alfonso, A. y Soto, Y. (2021). Diagnóstico de la gestión de inventarios en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Villa Clara. *Uniandes Episteme*, 8(3), 335-349.
- Clancy, R., O'Sullivan, D. y Bruton, K. (2023). Data-driven quality improvement approach to reducing waste in manufacturing. *The TQM Journal*, 35(1), 51-72. <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2021-0061>
- Córdova, J. (2022a). *Gestión de almacén y su incidencia en la eficiencia operativa en una Sub Región de Salud, Piura 2022*. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/118753/Córdova_NJR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cruz, C., Pérez, F. y Contreras, M. (2019). Análisis de la gestión de inventarios en la empresa ferretería la casita SAS, en Cúcuta. *Reflexiones contables (Cúcuta)*, 2(2), 77-86. <https://doi.org/10.22463/26655543.2989>
- González, D., Ceceñas, M., Guzmán, A., Castrejón, M. y Cuevas, J. (2022). Diseño del sistema de gestión y control de inventarios en empresa ferretera. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, 1(8). <http://revistacid.itslerdo.edu.mx/coninci2022/CID-066.pdf>
- Hoffmann, G. E. (2023). Enterprise Resource Planning, saberes administrativos y profesionales en ciencias económicas. *RAN. Revistas Academia y Negocios*, 9(2), 141-154. <https://doi.org/10.29393/RAN9-12ERGH10012>
- Ibrahim, A. R., Imtiaz, G., Mujtaba, B., Vinh Vo, X. y Ahmed, Z. U. (2020). Operational excellence through lean manufacturing: Considerations for productivity management in Malaysia's construction industry. *Journal of Transnational Management*, 25(3), 225-256. <https://doi.org/10.1080/15475778.2020.1749809>
- Imbaquingo, N. y García, X. (2019). El control interno en la gestión de inventarios para la empresa Japan Auto, 2017. *Revista Ciencias Sociales y Económicas - UTEQ*, 3(1). <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/csye/article/view/282/618>
- Izar Landeta, J. M., Nájera Saldaña, J. A. y Zárate Camacho, L. A. (2023). Estimación de la Cantidad de Pedido y el Punto de Reorden para un Artículo con Demanda y Tiempo de Entrega Aleatorios. *Hitos de ciencias económico Administrativas*, 29(83), 1-21. <https://doi.org/10.19136/hitos.a29n83.5540>
- Lozano García, M., Pezo Dávila, P. F., Soto Abanto, S. E. y Villafuerte De La Cruz, A. S. (2021). Gestión de inventarios y la rentabilidad de una empresa del sector automotriz. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(4), 205-219. <https://doi.org/10.51798/sijis.v2i4.157>

- Madariaga, C., Lao, Y., Curra, D. y Lorenzo, R. (2020). *Metodología para pronosticar demanda y clasificar inventarios en empresas comercializadoras de productos mayoristas*. 14(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552020000200354&script=sci_arttext&tlng=pt
- Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X.-M. y Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on Inventory Management: A Literature Survey. *Logistics*, 6(2), 33. <https://doi.org/10.3390/logistics6020033>
- Morillo, Amelia. (2022). *Gestión de pedidos y stock*. Paraninfo.
- Neri, A., Cagno, E., Lepri, M. y Trianni, A. (2021). A triple bottom line balanced set of key performance indicators to measure the sustainability performance of industrial supply chains. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 648-691. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.018>
- Omar, I. A., Jayaraman, R., Salah, K., Debe, M. y Omar, M. (2020). Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations Using Blockchain Smart Contracts. *IEEE Access*, 8, 182704-182719. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3028031>
- Ortega, M. (2021). Auditoría operacional como solución gerencial para incrementar la eficiencia en gestión de inventarios: Operational audit as a management solution to increase efficiency in the management of inventories. *Panel - Revista de Administración*, 2(1), 13-26. <https://doi.org/10.33996/panel.v2i1.2>
- Pereira, A, Silva, M., Domingues, M. y Sá, J. (2019). Lean Six Sigma Approach to Improve the Production Process in the Mould Industry: A Case Study. *Quality Innovation Prosperity*, 23(3), 103. <https://doi.org/10.12776/qip.v23i3.1334>
- Rinaldi, M., Fera, M., Macchiaroli, R. y Bottani, E. (2023). A new procedure for spare parts inventory management in ETO production: A case study. *Procedia Computer Science*, 217, 376-385. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.233>

- Sánchez, F. (2019). *Calidad total en las organizaciones*. Elearning S.L.
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=BkDIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=teor%C3%ADa+de+calidad+total&ots=HHgrFtlzyM&sig=PdRA9sfxd8EX_8Ht005iiWpG6sk&redir_esc=y#v=onepage&q=teor%C3%ADa%20de%20calidad%20total&f=false
- Sartal, A., Rodríguez, M. y Vázquez, X. H. (2020). From efficiency-driven to low-carbon operations management: Implications for labor productivity. *Journal of Operations Management*, 66(3), 310-325.
<https://doi.org/10.1002/joom.1060>
- Shaiba, A. S., Ghamdi, S. G. y Koc, M. (2019). Comparative Review and Analysis of Organizational (In)Efficiency Indicators in Qatar. *Sustainability*, 11(23), 6566. <https://doi.org/10.3390/su11236566>
- Sharma, S. y Modgil, S. (2019). TQM, SCM and operational performance: An empirical study of Indian pharmaceutical industry. *Business Process Management Journal*, 26(1), 331-370. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-01-2018-0005>
- Tamayo, K., Narváez, C. y Erazo, J. (2019). Modelo de gestión de inventarios para empresas comerciales de productos agrícolas. *Cienciamatria*, 5(1), 683-702. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i1.314>
- Villanueva, A. (2022). *Gestión de almacenes y productividad empresarial en una empresa constructora de la ciudad de Tarapoto, 2022* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/96450/Villanueva_PAT-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Veliz, J. (2023). Propuesta para aumentar la eficiencia global de una planta de fosfato bicálcico empleando herramientas de Lean Manufacturing, 2023 [Tesis de Maestría, Pontificie Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20500.12404/16503>
- Zaini, Z. y Saad, A. (2019). Business Process Reengineering as the Current Best Methodology for Improving the Business Process. *Journal Of ICT In Education*, 6, 66-85. <https://doi.org/10.37134/jictie.vol6.7.2019>

Zambrano, E. y Zambrano, J. (2022). Gestión de inventarios en empresas públicas fusionadas. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 8(2), 387-401. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2651>

Zavaleta, F. (Chiclayo). *Estrategias de mejora en la gestión de inventario para la rentabilidad de la Empresa Inversiones El Protector SRL, Chiclayo* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56398/Zavaleta_PFDMSD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zhang, S., Huang, K. y Yuan, Y. (2021). Spare Parts Inventory Management: A Literature Review. *Sustainability*, 13(5), 2460. <https://doi.org/10.3390/su13052460>



Anexos

Anexo 1. Checklist de verificación

CHECK LIST		Fecha: 09/12/2024	
		Nro. Doc.: 001	
		Elaborado por: Freddy Ccallo	
Problemas presentados en el proceso de gestión comercial (ventas)			
Ítem	Lista de chequeo	Puntaje	Porcentaje de impacto
		Sí	
1	Rotación constante de los trabajadores	3	12%
2	Problemas en el abastecimiento de insumos por incumplimiento de proveedores	2	8%
3	Maquinarias obsoletas y desactualizadas	1	4%
4	Insuficiente stock en almacén	3	12%
5	Restricciones aduaneras	3	12%
6	Falta de capacidad administrativa	3	12%
7	Déficit de calidad en servicio	2	8%
8	Baja eficiencia operativa en la gestión de inventarios	3	12%
9	Ausencias laborales no justificadas	1	4%
10	Ausencia de estándares de seguridad en inventarios	2	8%
11	Desorden en espacios de almacén	2	8%
12	Desactualización de software	1	4%
<p>OBSERVACIONES: <i>La lista de verificación fue llenada, en reunión con la administración y gerencia de la empresa, en donde se expuso una lluvia de ideas y se procedió a llenar la rúbrica adjunta para la obtención de porcentajes de impacto.</i></p>			

Anexo 2. Hoja de verificación de los criterios de la baja eficiencia operativa

Baja eficiencia operativa	Frecuencia %	Peso %	Acum. %	IPR	G	F	D
No existe clasificación de inventarios	100	14.6%	14.6%	100	5	5	4
Falta de stock y repuestos	80	11.6%	26.2%	80	5	4	4
Productos no supervisados	80	11.6%	37.8%	80	5	4	4
Incumplimiento de registros de equipos	64	9.3%	47.2%	64	4	4	4
Falta de automatización en el registro	64	9.3%	56.5%	64	4	4	4
Deficiente capacitación	60	8.7%	65.2%	60	4	5	3
Desorden de almacén	45	6.6%	71.8%	45	5	3	3
Desmotivación	40	5.8%	77.6%	40	4	5	2
Deficiente distribución entre áreas	36	5.2%	82.8%	36	3	4	3
Falta de compromiso	32	4.7%	87.5%	32	4	4	2
Personal sin experiencia	27	3.9%	91.4%	27	3	3	3
Supervisión deficiente de actividades	24	3.5%	94.9%	24	2	3	4
Reprocesos	12	1.7%	96.7%	12	2	3	2
Computadoras desactualizadas	12	1.7%	98.4%	12	3	2	2
Incumplimiento de procedimientos internos	8	1.2%	99.6%	8	1	2	4
Sistemas desactualizados	3	0.4%	100.0%	3	3	1	1
Sumatoria	687	100 %					

Nota: IPR: Índice prioritario de riesgo; G: gravedad; F: frecuencia y D: detectabilidad.

$$IPR = G * F * D \quad (1)$$

$$Peso \% = \frac{\text{Sumatoria de frecuencia}}{\text{frecuencia individual}} \quad (2)$$

$$Peso \% = \text{Acumulacion \%} \quad (3)$$

$$IPR = \text{Frecuencia \%} \quad (4)$$

Anexo 3. Cuadro de Catalogación UNSPSC

UNSPSC - Clasificador de Bienes y Servicios

Segmento

41-EQUIPOS Y SUMINISTROS DE LABORATORIO, DE MEDICIÓN, DE OBSERVACIÓN Y DE PRUEBAS

Familia

4111-INSTRUMENTOS DE MEDIDA, OBSERVACIÓN Y ENSAYO

Clase

411119-INSTRUMENTOS INDICADORES Y DE REGISTRO

Buscar

Limpiar

Producto

41111901-CONTADORES

41111902-CONTADORES ELECTRÓNICOS

41111903-DETECTORES DE METALES

41111904-COLUMNAS ELECTRÓNICAS

41111905-SONDAS DE MEDICIÓN ELECTRÓNICAS

41111906-GRABADORAS DE TABLAS

41111907-GRABADORAS DE LECTURA DIGITAL

41111908-GRABADORAS GRÁFICAS

41111909-GRABADORAS DE CINTAS MAGNÉTICAS

41111910-GRABADORAS MULTIFUNCIÓN

41111911-GRABADORAS OSCILO GRÁFICAS

41111912-GRABADORAS SICOLÓGICAS

41111913-GRABADORAS DE PUNTA DE TRAZADO

41111914-SERVO GRABADORAS

41111915-SENSORES BI METÁLICOS

41111916-SENSORES DE NO CONTACTO

41111917-PROBADORES DIGITALES

41111918-INSTRUMENTS GIROSCÓPICOS

41111919-APARATOS DE DETECCIÓN PARA OBJETOS NO METÁLICOS

41111920-MÁQUINAS DE MEDICIÓN DE COORDENADAS CMM

41111921-SENSORES DE VELOCIDAD

41111922-SENSORES DE FALLAS DE LÁMPARAS

41111923-SENSOR DE PISTONES PRE-ARRANQUE

41111924-SENSORES DE OXÍGENO

41111926-SENSORES DE PROXIMIDAD

41111927-SENSORES DE PRESIÓN

41111928-SENSORES DE CORRIENTE

41111929-DETECTORES DE RADIACIÓN

41111930-SENSORES DE CORRIENTE ELÉCTRICA

41111931-SENSORES DE FLUJO

41111932-DETECTORES DE ESCAPE DE LIQUIDOS

41111933-SENSORES DE CARGA ELÉCTRICA

41111934-SENSORES DE FUERZA O DE TORSIÓN

41111935-SENSORES DE INCLINACIÓN

41111936-SENSORES DE IMAGEN DE SEMICONDUCTOR DE ÓXIDO DE METAL COMPLEMENTARIO CMO S

41111937-SENSORES GIRATORIOS DE POSICIÓN

41111938-SENSORES O TRANSMISORES DE NIVEL

41111939-SENSORES ACÚSTICOS

41111940-SENSORES DE COLOR

41111941-SENSORES OLFATIVOS

41111942-SENSORES DE OPACIDAD O POLVO O VISIBILIDAD

41111943-SENSORES DE RESISTENCIA O CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

41111944-SENSORES DE ADMISIÓN ELÉCTRICOS

41111945-SENSORES DE POSICIÓN LINEAR

41111946-SENSORES DE INDUCTANCIA ELÉCTRICA

41111947-ESFEROS DE REGISTRO DE TABLAS

41111948-CONTADORES DE CÉLULAS DIFERENCIALES HEMATOLÓGICAS MANUALES O ELECTRÓNICO S

41111949-CRONÓMETRO

41111950-INDICADOR DE NIVEL

41111951-INDICADOR DE HUMEDAD

ID Producto

41111902-HDX-CABLE EXTRA HEAVY DUTY PARA PIEZÓMETRO

41111905-WT200 - MEDIDOR DE AGUA DE 200M

41111907-VW06A-CABLE DE LECTOR PIEZOMÉTRICO

41111910-AGS - AFFINITY GATEWAY, SOLAR POWER

A

41111917-AF1-DATA LOGGER AFINITY DE 1 CANAL

41111921-IP3-IPI INCLINOMÉTRICO DE 3M

41111927-1-SENSOR PIEZOMÉTRICO DE 1 kPa

41111931-350-FLUJO DE ASENTAMIENTO DE 350 kPa

41111934-350-CELDA DE PRESIÓN DE 350 kPa

41111935-70-TUBERÍA INCLINOMÉTRICA DE 70MM

41111951-TR1-SENSOR ÚNICO DE TEMPERATURA

Anexo 4. Clasificación por el Método ABC de los productos de portafolio de la empresa

Ítems	Codificación	DESCRIPCIÓN	Demanda (Prom. 3 años)	Precio Unit. (USD)	INVERSIÓN	I. Acumulada	% I. Acumulada	ZONA	%
97	41111935-703M	TUBERIA INCLINOMETRICA 3.05m/10' 2.75"/70mm SNAP SEAL	1,050	\$ 60.53	\$63,556.50	\$63,556.50	6.10%	A	79.9%
75	41111916-SI100	SISTEMA INCLINOMETRICO 100 M	8	\$ 7,084.00	\$56,672.00	\$120,228.50	11.53%	A	
20	41111902-ST	CABLE, 2 PAIR x 22 AWG, OSD 6.35mm ø - NOTA: UNIDO AL SENSOR	20,500	\$ 2.16	\$44,280.00	\$164,508.50	15.78%	A	
76	41111916-SI150	SISTEMA INCLINOMETRICO 150 M	5	\$ 7,888.32	\$39,441.60	\$203,950.10	19.56%	A	
89	41111921-IP3B	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 85MM DE 3.0M	40	\$ 892.32	\$35,692.80	\$239,642.90	22.99%	A	
3	41111927-0.35L40	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.35 Mpa DE L=40 M	75	\$ 429.60	\$32,220.00	\$271,862.90	26.08%	A	
4	41111927-0.35L50	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.35 Mpa DE L=50 M	62	\$ 449.60	\$27,875.20	\$299,738.10	28.75%	A	
74	41111916-SI75	SISTEMA INCLINOMETRICO 75 M	4	\$ 6,402.00	\$25,608.00	\$325,346.10	31.21%	A	
54	41111917-AF1	DATALOGGER AFFINITY 1 CH	24	\$ 1,056.00	\$25,344.00	\$350,690.10	33.64%	A	
17	41111927-0.35HD	HEAVY DUTY VW PIEZOMETRO w/ BLADDER - EL342202 CABLE - 0.35MPa	30	\$ 781.00	\$23,430.00	\$374,120.10	35.89%	A	
58	41111917-AF5	DATALOGGER AFFINITY 5 CH	13	\$ 1,777.60	\$23,108.80	\$397,228.90	38.10%	A	
23	41111902-STB	CABLE, 2 PAIR x 22 AWG 6.35mm ø	8,500	\$ 2.70	\$22,950.00	\$420,178.90	40.30%	A	
15	41111927-3L250	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 3.0 Mpa DE L=250 M	24	\$ 878.40	\$21,081.60	\$441,260.50	42.33%	A	
60	41111910-AGS	AFFINITY GATEWAY, SOLAR POWER	4	\$ 4,950.00	\$19,800.00	\$461,060.50	44.22%	A	
14	41111927-2L200	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 2.0 Mpa DE L=200 M	27	\$ 675.20	\$18,230.40	\$479,290.90	45.97%	A	
73	41111916-SI50	SISTEMA INCLINOMETRICO 50 M	3	\$ 5,953.20	\$17,859.60	\$497,150.50	47.69%	A	
88	41111921-IP2B	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 85MM DE 2.0M	20	\$ 880.88	\$17,617.60	\$514,768.10	49.38%	A	
6	41111927-0.7L50	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.7 Mpa DE L=50 M	39	\$ 449.60	\$17,534.40	\$532,302.50	51.06%	A	
27	41111902-C	CONECTOR PARA MANGUERA	20	\$ 874.50	\$17,490.00	\$549,792.50	52.74%	A	
63	41111907-VW06	LECTOR DE PIEZOMETRO	12	\$ 1,412.80	\$16,953.60	\$566,746.10	54.36%	A	
47	41111910-RSH	RSTAR HUB / LOGGER 310 SERIES	2	\$ 8,250.00	\$16,500.00	\$583,246.10	55.94%	A	
77	41111916-SI200	SISTEMA INCLINOMETRICO 200 M	2	\$ 8,096.00	\$16,192.00	\$599,438.10	57.50%	A	
7	41111927-0.7L75	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.7 Mpa DE L=75 M	31	\$ 469.60	\$14,557.60	\$613,995.70	58.89%	A	
40	41111917-DT5S	DATALOGGER 5CH ST	12	\$ 1,192.84	\$14,314.08	\$628,309.78	60.27%	A	
10	41111927-1L100	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 1.0 Mpa DE L=100 M	27	\$ 521.60	\$14,083.20	\$642,392.98	61.62%	A	
41	41111917-DT5R	DATALOGGER 5CH CON RSTAR	10	\$ 1,371.99	\$13,719.90	\$656,112.88	62.93%	A	
18	41111927-5HDB	HEAVY DUTY VW PIEZOMETRO w/ BLADDER - EL342202 CABLE - 5.0MPa	15	\$ 842.60	\$12,639.00	\$668,751.88	64.15%	A	
16	41111927-5HD	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE HD 5.0 Mpa	22	\$ 563.20	\$12,390.40	\$681,142.28	65.33%	A	
30	41111931-700	CELDA DE ASENTAMIENTO 700 KPA	12	\$ 979.00	\$11,748.00	\$692,890.28	66.46%	A	
1	41111927-0.35L20	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.35 Mpa DE L=20 M	30	\$ 386.40	\$11,592.00	\$704,482.28	67.57%	A	
48	41111910-FR	FLEX DAQ RSTAR	1	\$ 11,519.20	\$11,519.20	\$716,001.48	68.68%	A	
50	41111910-FRC6	FLEXDAQ DATA LOGGER CR6	1	\$ 11,000.00	\$11,000.00	\$727,001.48	69.73%	A	
49	41111910-FSH	FLEX DAQ SHAPEARRAY	1	\$ 10,938.40	\$10,938.40	\$737,939.88	70.78%	A	
35	41111902-T	MANGUERA PARA GLICOL	3,000	\$ 3.48	\$10,440.00	\$748,379.88	71.78%	A	

13	41111927-2L150	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 2.0 Mpa DE L=150 M	18	\$ 572.80	\$10,310.40	\$758,690.28	72.77%	A
24	41111902-HD	HEAVY DUTY CABLE, 4 COND x 22 AWG 9.5mm ø	2,500	\$ 4.06	\$10,150.00	\$768,840.28	73.75%	A
39	41111917-DT1R	DATALOGGER 1CH CON RSTAR	15	\$ 645.99	\$9,689.85	\$778,530.13	74.68%	A
38	41111917-DT1S	DATALOGGER 1CH ST	21	\$ 459.36	\$9,646.56	\$788,176.69	75.60%	A
22	41111902-HDX	CABLE, 2 PAIR 22 AWG OSD ORANGE HDPE 0.25"ø NOTA: UNIDO AL SENSOR	2,500	\$ 3.83	\$9,575.00	\$797,751.69	76.52%	A
79	41111916-IN	SOFTWARE INCLYANALISIS	12	\$ 783.20	\$9,398.40	\$807,150.09	77.42%	A
114	4111195-T21	TUBERIA CASAGRANDE 2"	200	\$ 44.00	\$8,800.00	\$815,950.09	78.26%	A
87	41111921-IP1.5B	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 85MM DE 1.5M	10	\$ 877.36	\$8,773.60	\$824,723.69	79.11%	A
86	41111921-IP1B	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 85MM DE 1.0M	10	\$ 873.84	\$8,738.40	\$833,462.09	79.94%	A
2	41111927-0.35L30	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.35 Mpa DE L=30 M	21	\$ 408.80	\$8,584.80	\$842,046.89	80.77%	B
21	41111902-HD	HEAVY DUTY CABLE, 4 COND x 22 AWG, OSD 9.5mm ø - NOTA: UNIDO AL SENSOR	2,500	\$ 3.25	\$8,125.00	\$850,171.89	81.55%	B
11	41111927-1L150	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 1.0 Mpa DE L=150 M	12	\$ 572.80	\$6,873.60	\$857,045.49	82.21%	B
100	41111935-703MB	TUBERIA INCLINOMETRICA 1.5m/5' 2.75"/70mm GLUE & SNAP	185	\$ 36.92	\$6,830.20	\$863,875.69	82.86%	B
44	41111917-DT20S	DATALOGGER 40 CH ST	3	\$ 2,235.20	\$6,705.60	\$870,581.29	83.50%	B
69	41111905-WT100	MEDIDOR DE AGUA 100M	6	\$ 1,040.60	\$6,243.60	\$876,824.89	84.10%	B
5	41111927-0.7L30	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 0.7 Mpa DE L=30 M	15	\$ 408.00	\$6,120.00	\$882,944.89	84.69%	B
46	41111907-KIT-RS	RSTAR - (DT) RADIO AND ANTENNA KIT. - 900MHZ	32	\$ 186.56	\$5,969.92	\$888,914.81	85.26%	B
8	41111927-1L50	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 1.0 Mpa DE L=50 M	13	\$ 449.60	\$5,844.80	\$894,759.61	85.82%	B
42	41111917-BUSR	DATALOGGER 2485 BUS CON RSTAR	6	\$ 958.39	\$5,750.34	\$900,509.95	86.38%	B
72	41111916-SI30	SISTEMA INCLINOMETRICO 30 M	1	\$ 5,728.80	\$5,728.80	\$906,238.75	86.93%	B
96	41111935-701.5M	TUBERIA INCLINOMETRICA 1.52m/5' 2.75"/70mm SNAP SEAL	150	\$ 37.43	\$5,614.50	\$911,853.25	87.46%	B
85	41111921-IP3	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 70MM DE 3.0M	6	\$ 863.28	\$5,179.68	\$917,032.93	87.96%	B
110	41111935-853MB	TUBERIA INCLINOMETRICA 3.05m/10' 3.34"/85mm GLUE & SNAP	75	\$ 66.76	\$5,007.00	\$922,039.93	88.44%	B
45	41111917-DT20R	DATALOGGER 40CH CON RSTAR	2	\$ 2,417.36	\$4,834.72	\$926,874.65	88.90%	B
62	41111931-C25	CRACK METER 25 MM	10	\$ 467.50	\$4,675.00	\$931,549.65	89.35%	B
9	41111927-1L75	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 1.0 Mpa DE L=75 M	9	\$ 469.60	\$4,226.40	\$935,776.05	89.76%	B
82	41111921-IP1	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 70MM DE 1.0M	5	\$ 844.80	\$4,224.00	\$940,000.05	90.16%	B
68	41111905-WT70	MEDIDOR DE AGUA 70M	4	\$ 1,007.00	\$4,028.00	\$944,028.05	90.55%	B
115	91111951-T6	TUBERIA CASAGRANDE 6"	75	\$ 52.92	\$3,969.00	\$947,997.05	90.93%	B
29	41111931-350	CELDA DE ASENTAMIENTO 350 KPA	4	\$ 979.00	\$3,916.00	\$951,913.05	91.31%	B
59	41111910-AGP	AFFINITY GATEWAY, AC POWER	1	\$ 3,850.00	\$3,850.00	\$955,763.05	91.68%	B
19	41111927-7.5HD	HEAVY DUTY VW PIEZOMETRO w/ BLADDER - EL342202 CABLE - 7.5MPa	4	\$ 952.60	\$3,810.40	\$959,573.45	92.04%	B
53	91111934-LOG	SOTFWARE DE CONECTIVIDAD	4	\$ 952.00	\$3,808.00	\$963,381.45	92.41%	B
37	41111902-CI	CABLE DE INTERFACE	9	\$ 416.24	\$3,746.16	\$967,127.61	92.77%	B
55	41111917-AF2	DATALOGGER AFFINITY 2 CH	3	\$ 1,240.80	\$3,722.40	\$970,850.01	93.12%	B
32	41111931-105RV	CELDA DE ASENTAMIENTO VENDEADO	20	\$ 176.00	\$3,520.00	\$974,370.01	93.46%	B
51	41111907-NF	ANTENNA SS YAGI 900MHz 9dBi N	32	\$ 110.00	\$3,520.00	\$977,890.01	93.80%	B
26	41111902-KIT	KIT DE EMPALME	100	\$ 35.10	\$3,510.00	\$981,400.01	94.13%	B
52	41111902-CC	CABLE DE CONEXIÓN 10M	25	\$ 132.00	\$3,300.00	\$984,700.01	94.45%	B
57	41111917-AF4	DATALOGGER AFFINITY 4 CH	2	\$ 1,601.60	\$3,203.20	\$987,903.21	94.76%	B

14.8%

70	41111905WT150	MEDIDOR DE AGUA 150M	3	\$ 1,067.00	\$3,201.00	\$991,104.21	95.07%	C
61	41111917-P	PROTECTOR DE DATALOGGER	19	\$ 168.00	\$3,192.00	\$994,296.21	95.37%	C
78	91111916-DM	SENSOR PROBADOR 1/2m	5	\$ 633.60	\$3,168.00	\$997,464.21	95.68%	C
56	41111917-AF3	DATALOGGER AFFINITY 3 CH	2	\$ 1,425.60	\$2,851.20	\$1,000,315.41	95.95%	C
71	41111905-WT200	MEDIDOR DE AGUA 200M	2	\$ 1,353.00	\$2,706.00	\$1,003,021.41	96.21%	C
80	41111921-K	KIT DE ACCESORIOS DE POZO 70MM IPI INCLINOMETRICO	12	\$ 211.20	\$2,534.40	\$1,005,555.81	96.45%	C
34	41111907-PR2	PROTECTOR DE RESERVOIRIO DE 2-5CH	4	\$ 595.65	\$2,382.60	\$1,007,938.41	96.68%	C
43	41111917-SAA	DATALOGGER SHAPEARRAY CON RSTAR	2	\$ 1,154.56	\$2,309.12	\$1,010,247.53	96.90%	C
28	41111931-70	CELDA DE ASENTAMIENTO 70 KPA	2	\$ 1,077.00	\$2,154.00	\$1,012,401.53	97.11%	C
12	41111927-2L100	PIEZOMETRO DE CUERDA VIBRANTE ST 2.0 Mpa DE L=100 M	4	\$ 520.80	\$2,083.20	\$1,014,484.73	97.31%	C
113	41111951-T1	TUBERIA CASAGRANDE 1"	85	\$ 24.20	\$2,057.00	\$1,016,541.73	97.51%	C
33	41111917-PR1	PROTECTOR DE RESERVOIRIO DE 1CH	4	\$ 491.15	\$1,964.60	\$1,018,506.33	97.69%	C
67	41111905-WT50	MEDIDOR DE AGUA 50M	2	\$ 901.45	\$1,802.90	\$1,020,309.23	97.87%	C
81	91111921-AD	ADAPTER IPI INCLINOMETRICO	12	\$ 148.50	\$1,782.00	\$1,022,091.23	98.04%	C
84	41111921-IP2	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 70MM DE 2.0M	2	\$ 851.84	\$1,703.68	\$1,023,794.91	98.20%	C
83	41111921-IP1.5	KIT IPI INCLINOMETRICO VERTICAL, 70MM DE 1.5M	2	\$ 848.32	\$1,696.64	\$1,025,491.55	98.36%	C
31	41111931-105P	PLACA DE ASENTAMIENTO	20	\$ 74.80	\$1,496.00	\$1,026,987.55	98.51%	C
103	41111935-70FA	TAPA DE FONDO DE ANCLAJE 2.75"/70mm SNAP SEAL	8	\$ 173.25	\$1,386.00	\$1,028,373.55	98.64%	C
64	41111907-VW06AG	CABLE PARA LECTOR	12	\$ 110.40	\$1,324.80	\$1,029,698.35	98.77%	C
95	41111921-SS	SISTEMA DE SUSPENSION	1	\$ 1,317.80	\$1,317.80	\$1,031,016.15	98.89%	C
99	41111935-70F	TAPA DE FONDO 2.75"/70mm SNAP SEAL	75	\$ 16.50	\$1,237.50	\$1,032,253.65	99.01%	C
65	41111916-ES	ESTUCHE DE TRANSPORTE	25	\$ 48.40	\$1,210.00	\$1,033,463.65	99.13%	C
90	41111902-CL	CUERDA DE LINEA 75.0m	5	\$ 216.13	\$1,080.65	\$1,034,544.30	99.23%	C
91	41111902-LS	LINEA DE SEGURIDAD 70.0M-75.0M MAX	5	\$ 187.00	\$935.00	\$1,035,479.30	99.32%	C
104	41111935-85FA	TAPA DE FONDO DE ANCLAJE 3.34"/85mm SNAP SEAL	5	\$ 179.03	\$895.15	\$1,036,374.45	99.41%	C
101	41111935-70FB	TAPA DE FONDO 3.05m/10' 2.75"/70mm GLUE & SNAP	15	\$ 53.13	\$796.95	\$1,037,171.40	99.48%	C
66	41111905-WT30	MEDIDOR DE AGUA 30M	1	\$ 765.00	\$765.00	\$1,037,936.40	99.56%	C
116	41111951-T12	TUBERIA CASAGRANDE 12"	10	\$ 63.32	\$633.20	\$1,038,569.60	99.62%	C
25	41111902-HDX	CABLE, 2 PAIR 22 AWG OSD ORANGE HDPE 0.25"ø	100	\$ 4.79	\$479.00	\$1,039,048.60	99.66%	C
105	41111935-70FAB	TAPA DE FONDO DE ANCLAJE 2.75"/70mm GLUE & SNAP	2	\$ 219.38	\$438.76	\$1,039,487.36	99.71%	C
94	41111907-T20	TOP DE COMUNICACIÓN DE 20M	5	\$ 79.20	\$396.00	\$1,039,883.36	99.74%	C
106	41111935-85FAB	TAPA DE FONDO EN ANCLAJE 3.34"/85mm GLUE & SNAP	2	\$ 179.03	\$358.06	\$1,040,241.42	99.78%	C
112	41111935-85F	TAPA DE FONDO INCLINOMETRICO 3.34"/85mm	15	\$ 22.00	\$330.00	\$1,040,571.42	99.81%	C
109	41111935-85FB	TUBERIA INCLINOMETRICA 1.52m/ 5' 3.34"/85mm GLUE & SNAP	8	\$ 41.12	\$328.96	\$1,040,900.38	99.84%	C
93	41111907-T10	TOP DE COMUNICACIÓN DE 10M	5	\$ 64.80	\$324.00	\$1,041,224.38	99.87%	C
92	41111907-T5	TOP DE COMUNICACIÓN DE 5M	5	\$ 58.50	\$292.50	\$1,041,516.88	99.90%	C
98	41111935-70S	TAPA DE SUPERIOR 2.75"/70mm	75	\$ 3.70	\$277.50	\$1,041,794.38	99.93%	C
36	41111931-105G	GLICOL POR LITRO	10	\$ 23.38	\$233.80	\$1,042,028.18	99.95%	C
102	91111935-70FB	TAPA DE FONDO 2.75"/70mm GLUE & SNAP	15	\$ 13.86	\$207.90	\$1,042,236.08	99.97%	C
108	41111935-853M	TUBERIA INCLINOMETRICA 3.05m/10' 3.34"/85mm SNAP SEAL	2	\$ 73.46	\$146.92	\$1,042,383.00	99.98%	C
107	41111935-851.5M	TUBERIA INCLINOMETRICA 1.52m/5' 3.34"/85mm SNAP SEAL	2	\$ 47.12	\$94.24	\$1,042,477.24	99.99%	C
111	41111935-85S	TAPA SUPERIOR INCLINOMETRICO 3.34"/85mm	15	\$ 4.95	\$74.25	\$1,042,551.49	100.00%	C
		TOTAL	42,851		1,042,551.49			100.0%

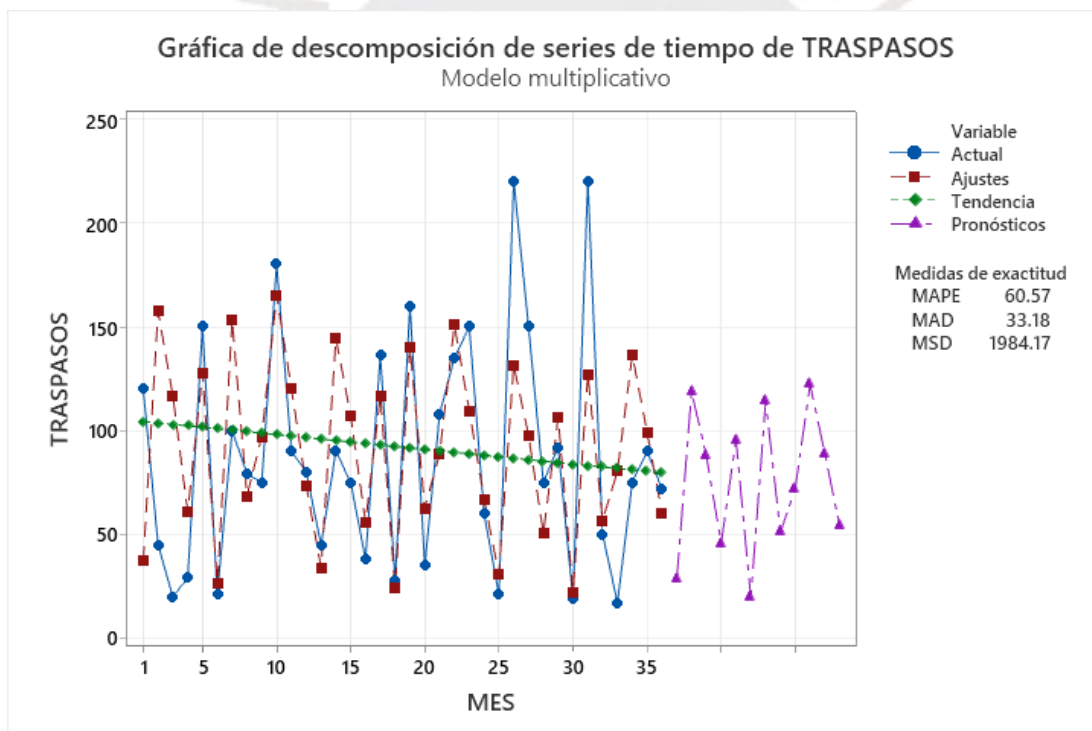
5.2%

Anexo 5. Cuadros de Pronostico de Minitab

Pronostico del Producto 01 "Tubería Inclínométrica 70 mm"

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 01		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	60.57	33.18	1,984.17
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	58.11	33.28	1,860.93
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	35.27	41.02	3,240.66
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	34.91	40.96	3,149.95
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	16.04	40.17	3,014.91
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	16.89	41.90	3,046.07
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	21.51	56.63	4,404.63
8	Promedio móvil	Trimensual	26.94	68.91	6,073.07
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	26.17	65.57	5,552.87
10	Winters	Multiplicativo trimensual	42.50	103.10	15,181.70
11	Winters	Aditivo trimensual	44.00	103.70	15,587.90

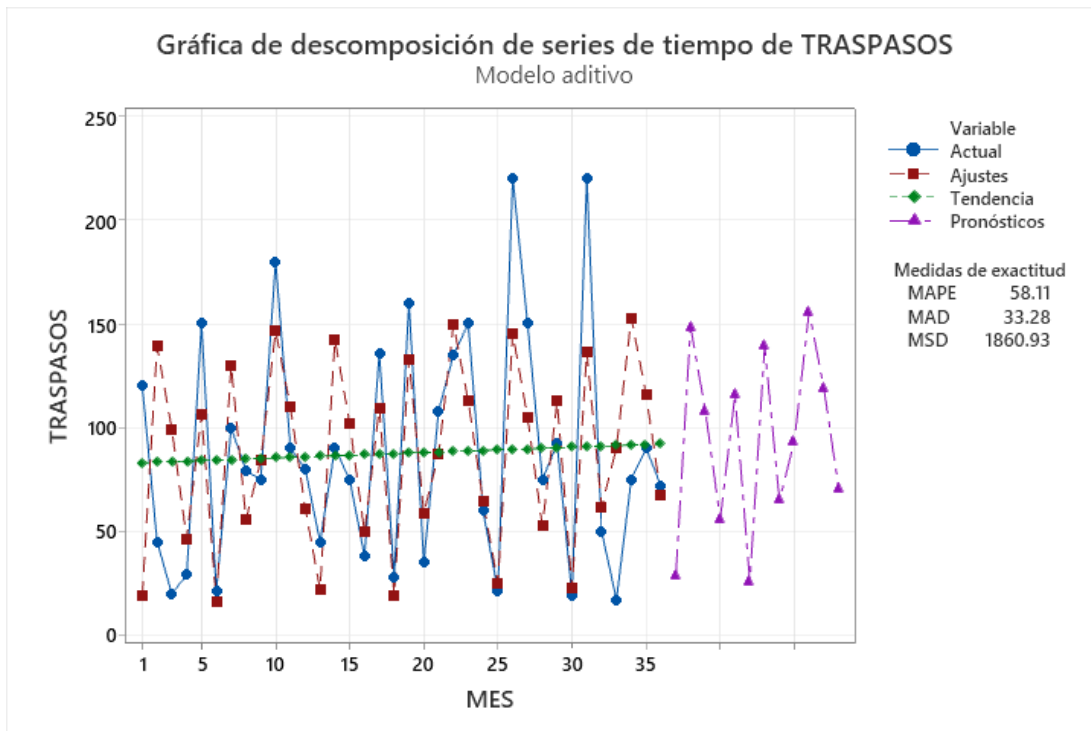
1.- Serie de Tiempo – Multiplicativo mensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
37	27.963
38	118.538
39	87.821
40	45.564
41	95.523
42	19.450
43	114.119
44	50.931
45	71.992
46	122.110
47	88.588
48	53.895

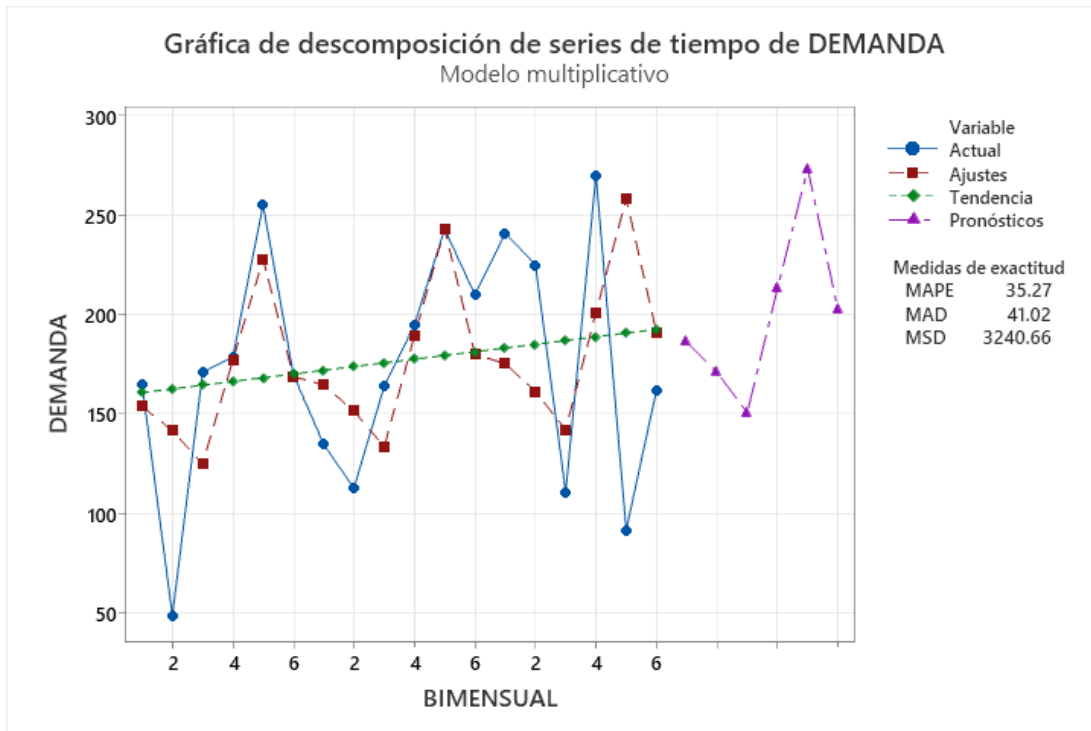
2.- Serie de Tiempo – Aditivo mensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
37	28.101
38	148.462
39	108.031
40	55.683
41	115.628
42	25.551
43	139.204
44	64.877
45	93.280
46	155.870
47	118.877
48	70.383

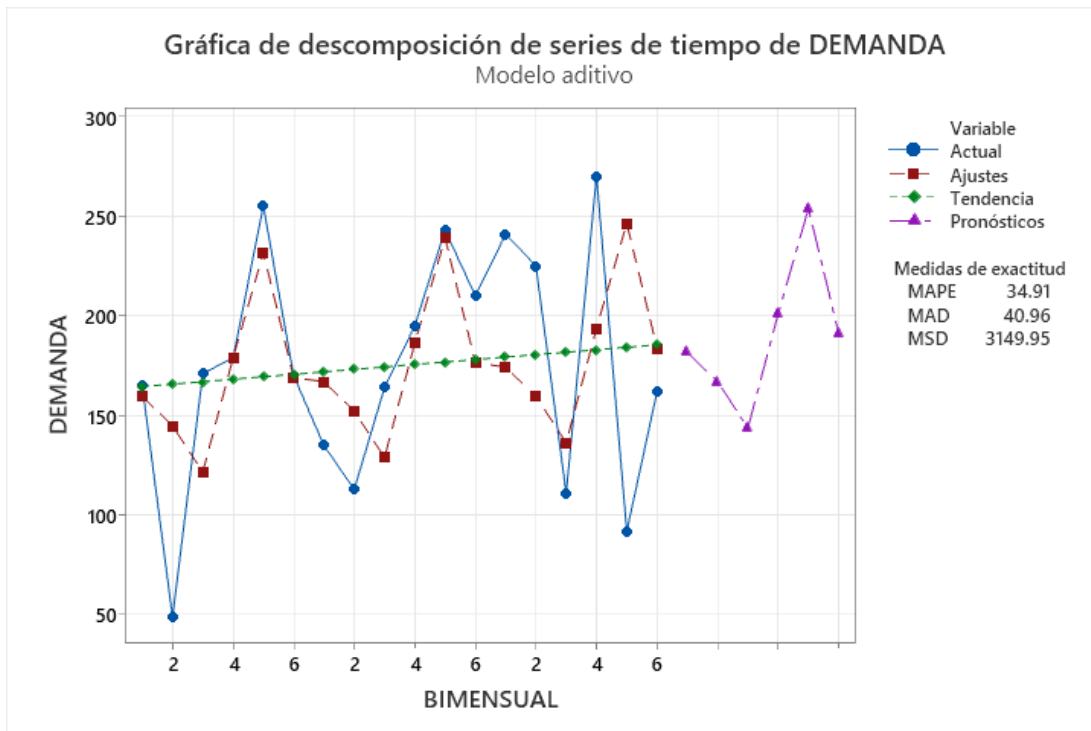
3.- Serie de Tiempo – Multiplicativo bimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
19	186.261
20	171.245
21	150.800
22	213.157
23	273.396
24	202.359

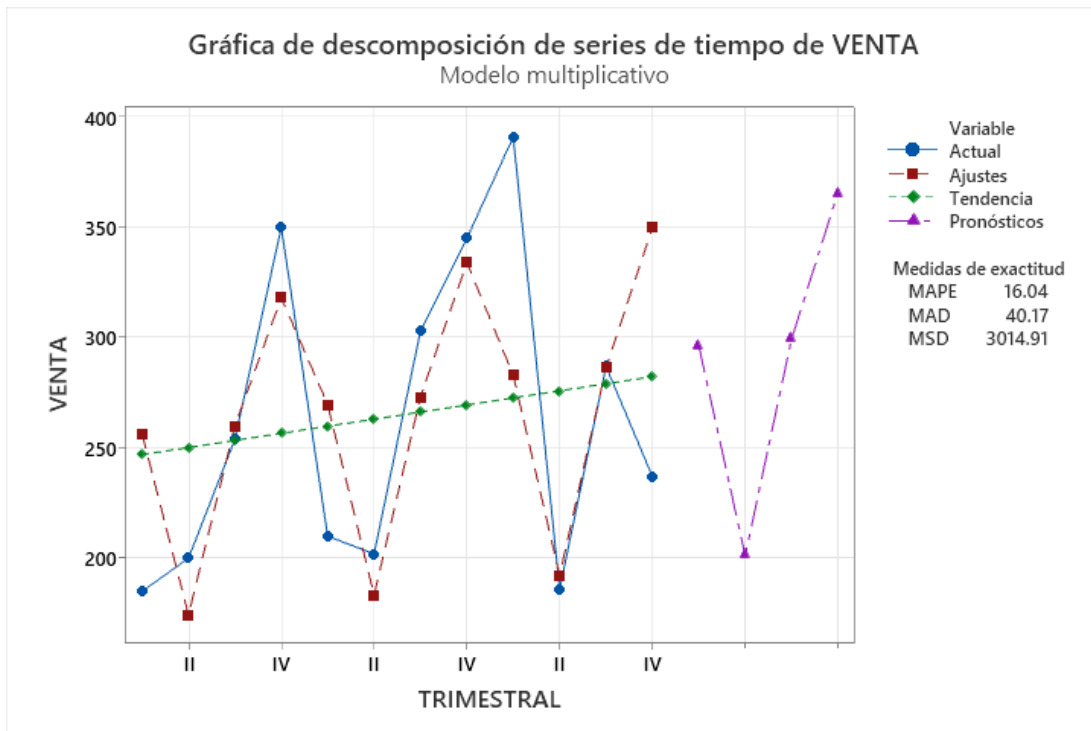
4.- Serie de Tiempo – Aditivo bimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
19	181.727
20	166.956
21	143.809
22	201.038
23	253.766
24	191.162

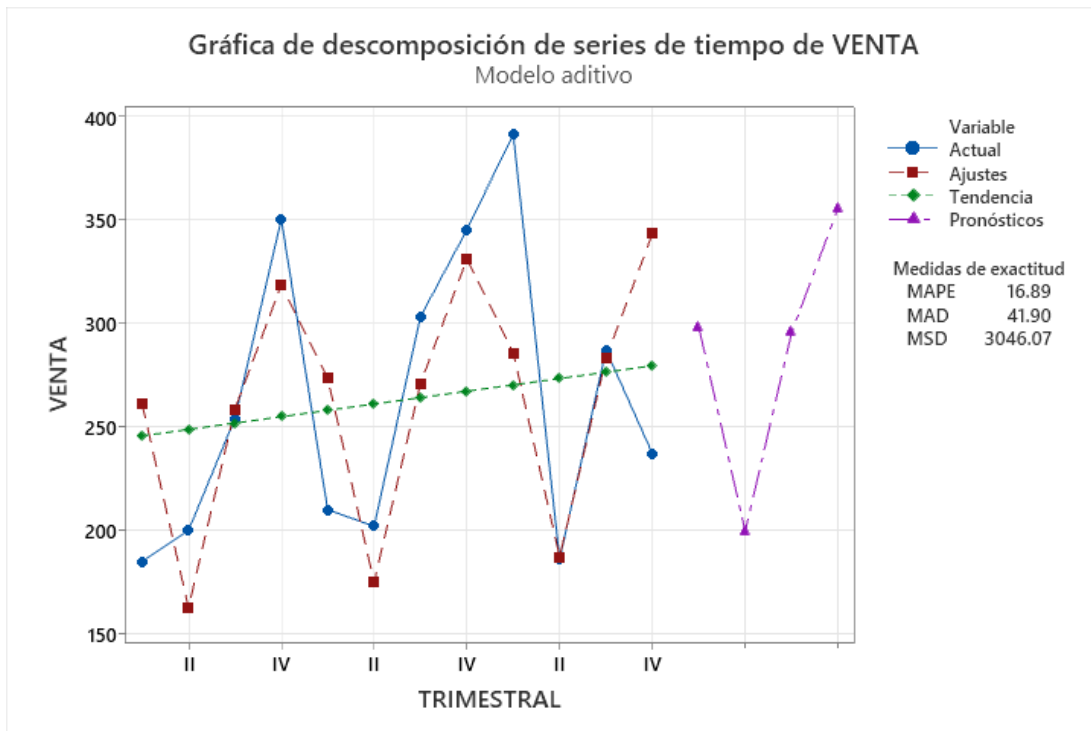
5.- Serie de tiempo – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	296.359
14	201.179
15	299.474
16	365.811

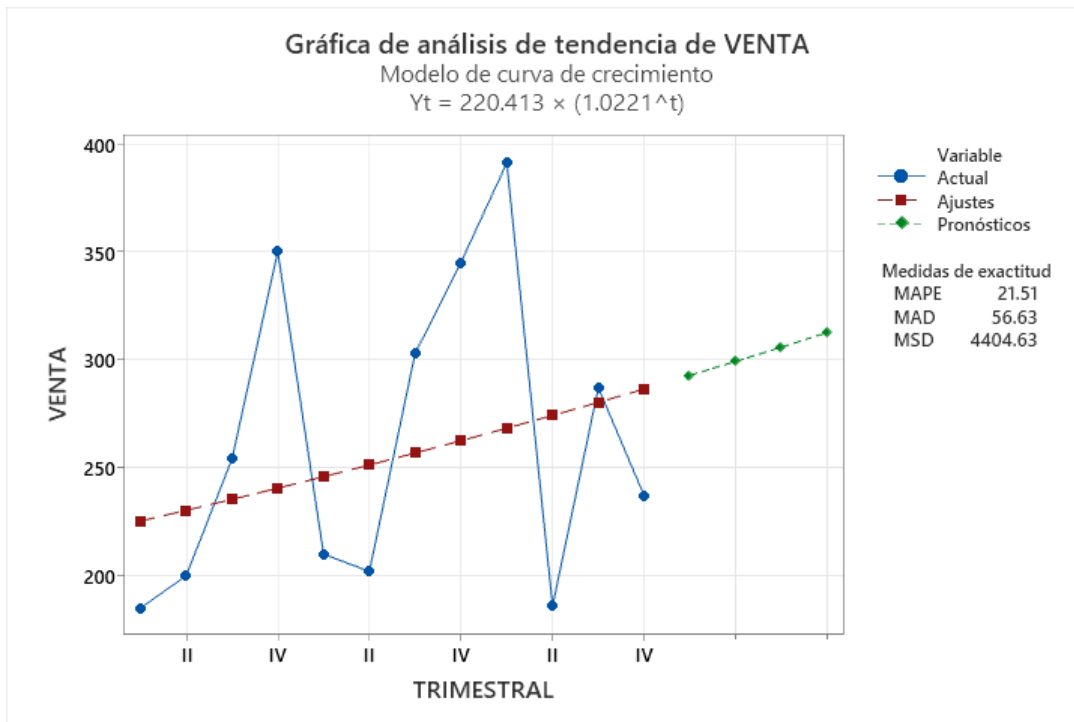
6.- Serie de tiempo – Aditivo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	297.991
14	199.562
15	295.321
16	355.391

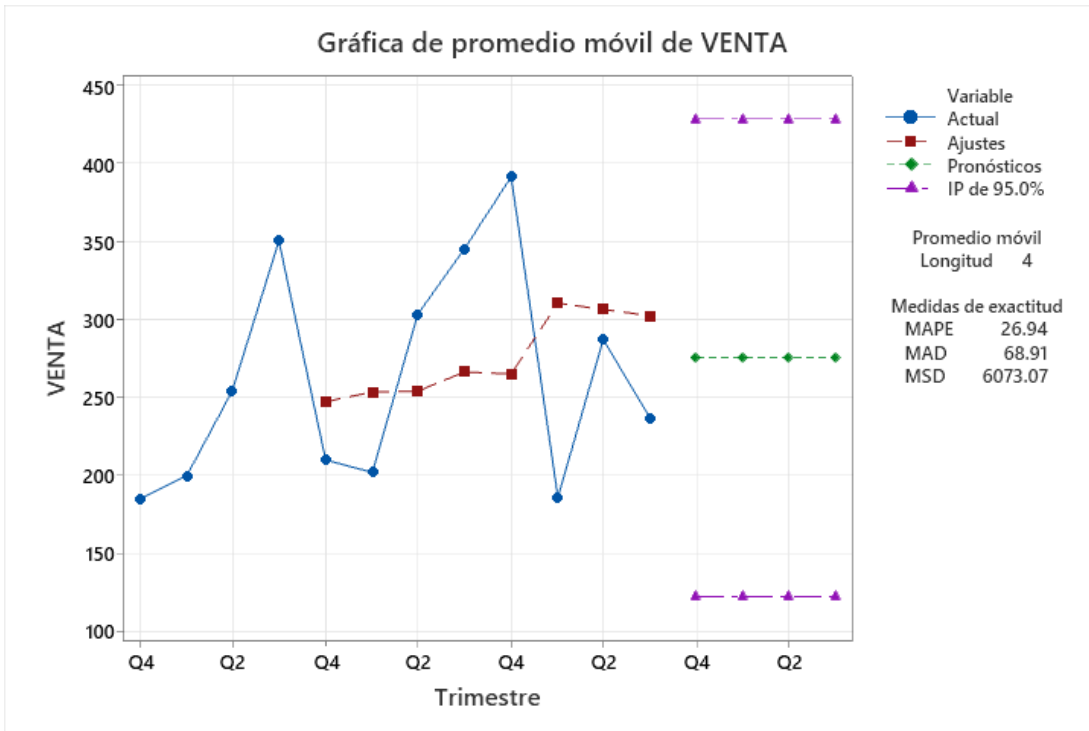
7.- Tendencia – Curva de crecimiento trimensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>
13	292.734
14	299.194
15	305.796
16	312.545

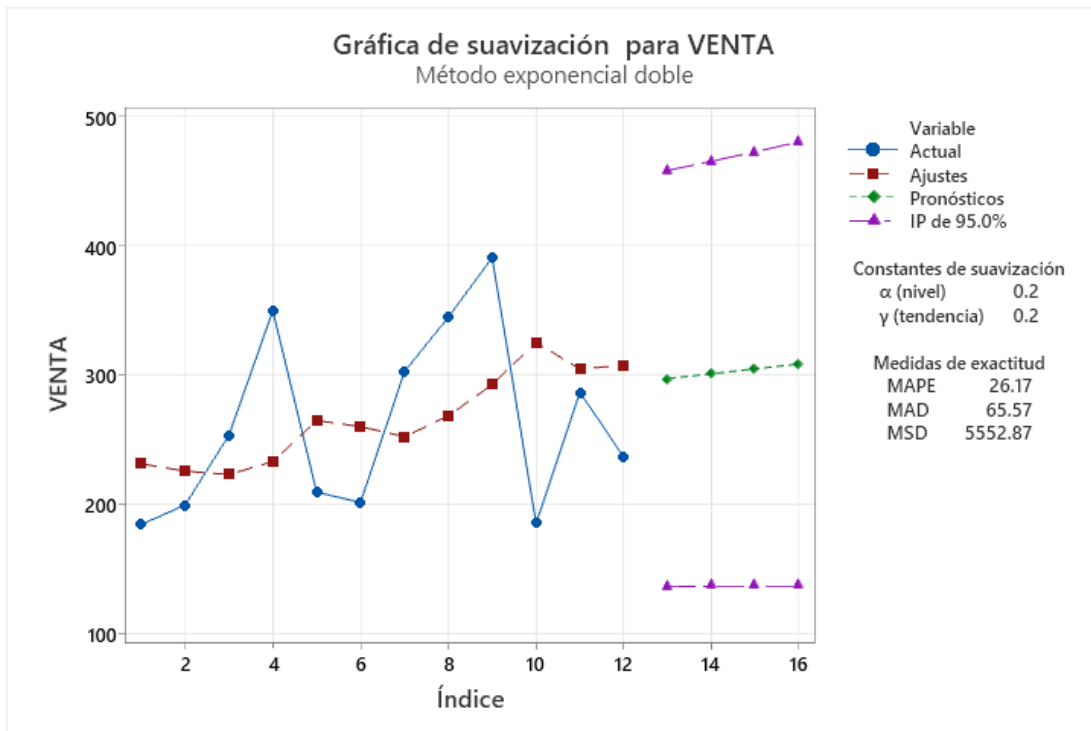
8.- Promedio móvil – trimensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
Q4	275.25	122.510	427.990
Q1	275.25	122.510	427.990
Q2	275.25	122.510	427.990
Q3	275.25	122.510	427.990

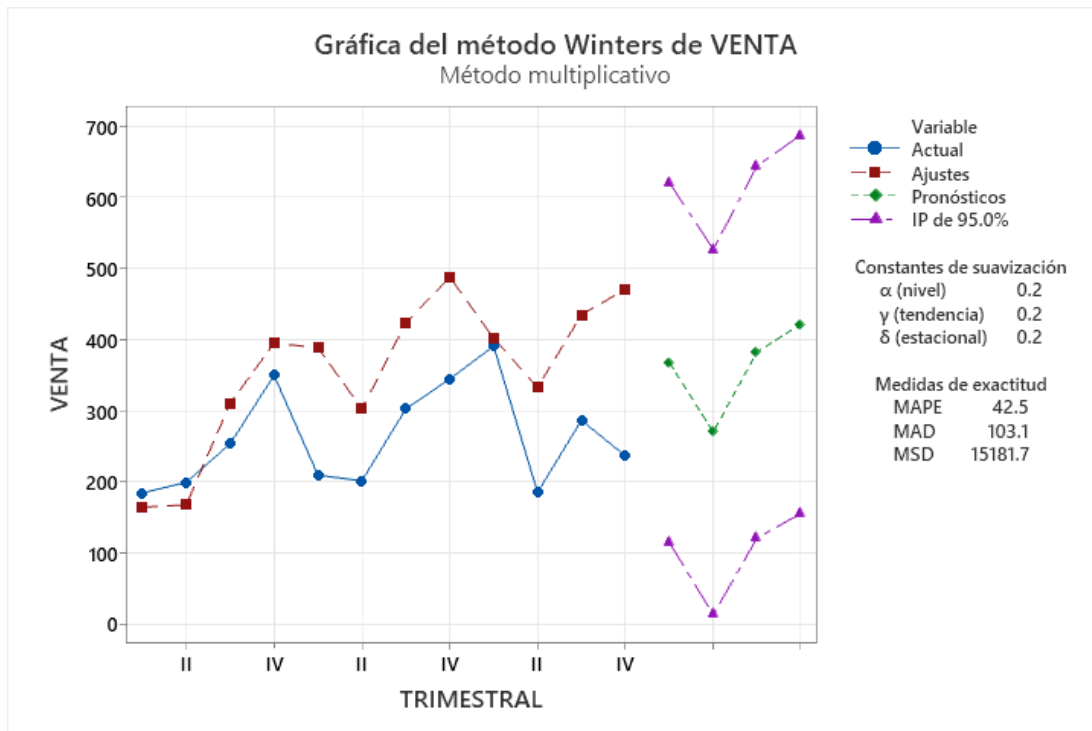
9.- Suavización exponencial – Doble trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	297.597	136.958	458.237
14	301.380	137.393	465.367
15	305.162	137.571	472.754
16	308.944	137.507	480.382

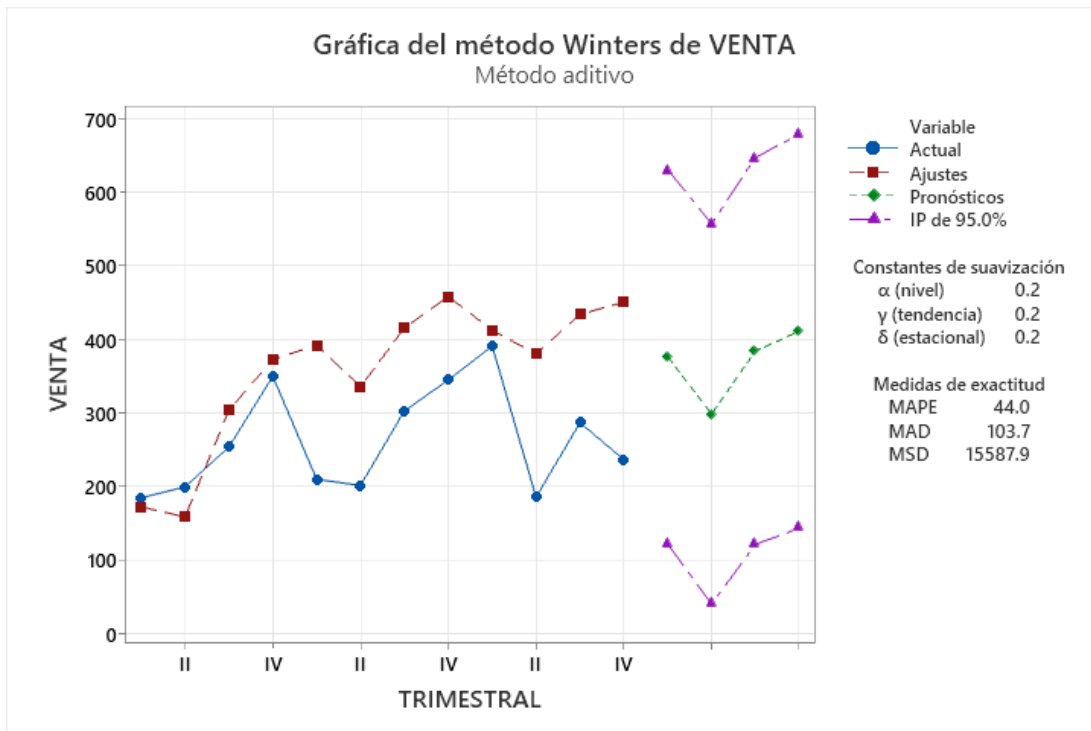
10.- Winters – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
13	368.163	115.644	620.682
14	270.567	14.093	527.042
15	383.080	122.194	643.966
16	422.016	156.286	687.745

11.- Winters – Aditivo trimensual.



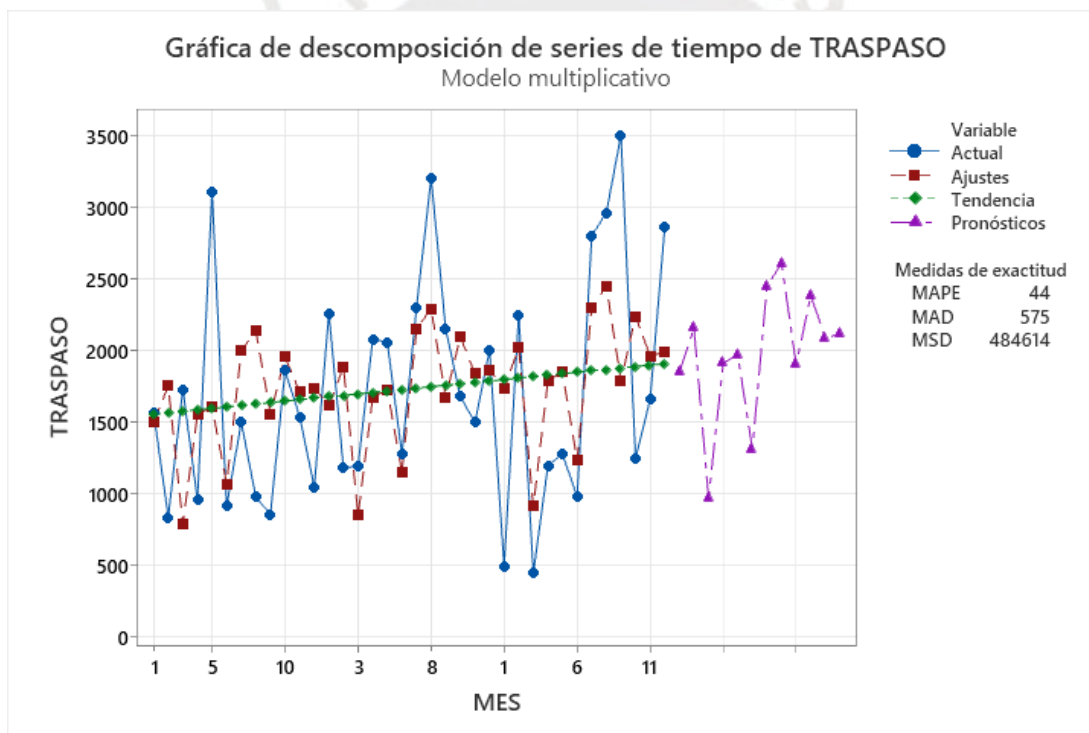
Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	376.363	122.240	630.487
14	298.851	40.747	556.956
15	384.411	121.867	646.955
16	411.172	143.754	678.590

Pronostico del Producto 02 "Cable Estándar de Piezómetro Cuerda Vibrante"

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 02		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	44.00	575.00	484,614.0
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	43.00	568.00	474,990.0
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	25.00	739.00	715,860.0
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	25.00	750.00	755,649.0
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	24.00	1,148.00	1,840,819.0
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	26.00	1,198.00	1,876,411.0
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	21.00	1,083.00	2,577,228.0
8	Promedio móvil	Trimensual	33.00	1,791.00	5,133,722.0
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	26.00	1,303.00	2,946,541.0
10	Winters	Multiplicativo trimensual	27.00	1,308.00	2,590,895.0
11	Winters	Aditivo trimensual	30.00	1,411.00	2,725,974.0

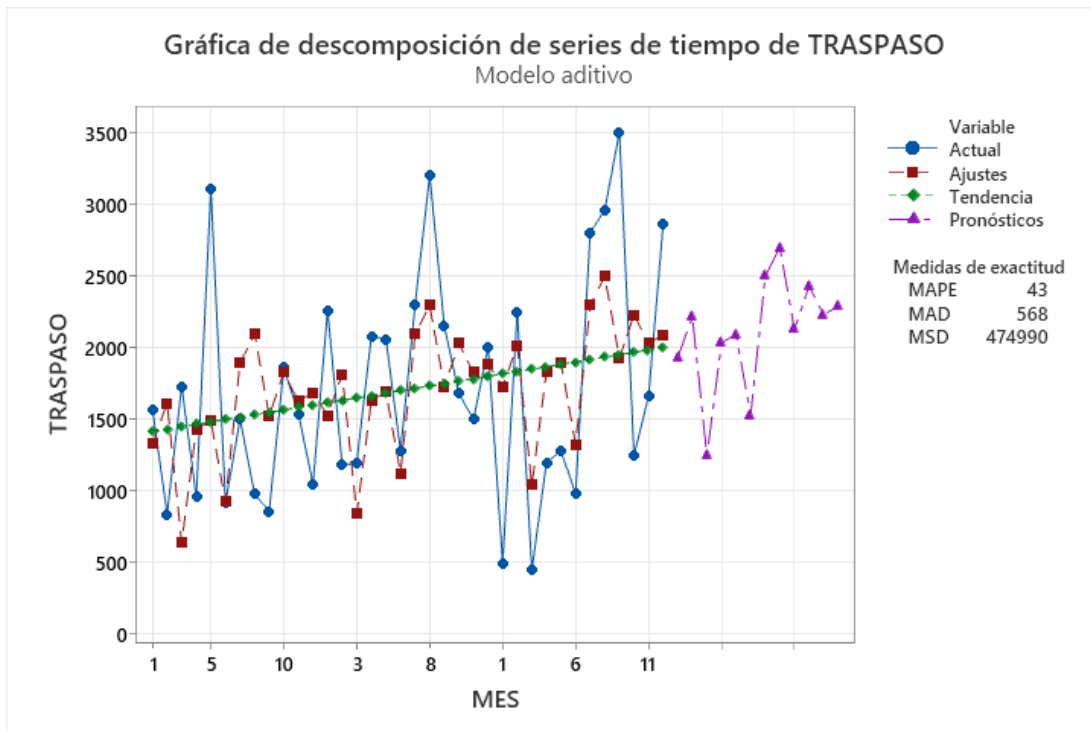
1.- Serie de Tiempo – Multiplicativo mensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
37	1851.29
38	2157.77
39	975.78
40	1912.38
41	1970.27
42	1314.37
43	2449.85
44	2609.51
45	1902.67
46	2383.60
47	2087.35
48	2116.65

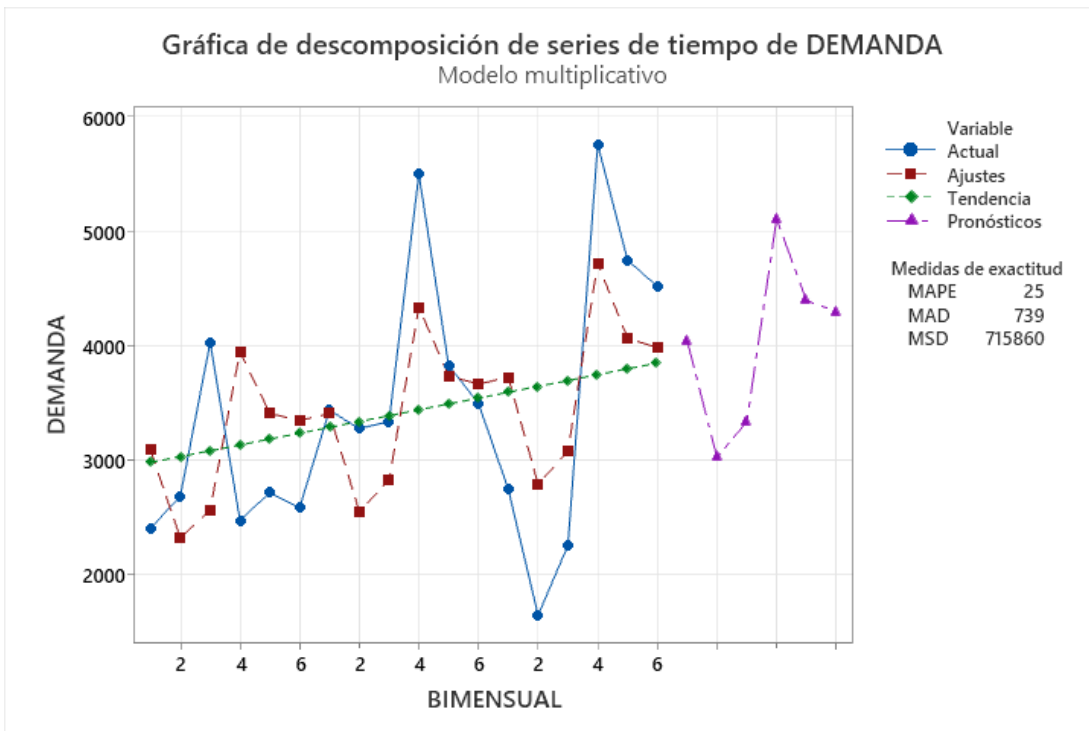
2.- Serie de Tiempo – Aditivo mensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
37	1931.30
38	2214.69
39	1245.17
40	2034.60
41	2091.53
42	1528.05
43	2498.11
44	2697.75
45	2126.77
46	2430.16
47	2230.01
48	2288.61

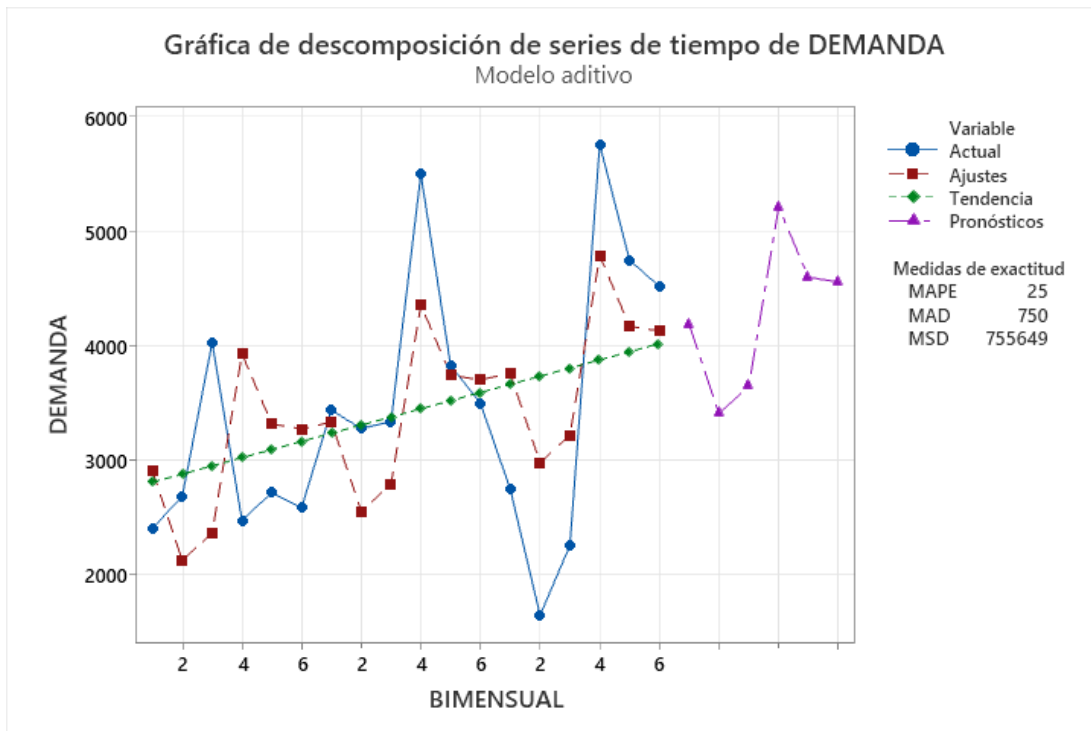
3.- Serie de Tiempo – Multiplicativo bimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
19	4046.98
20	3027.88
21	3339.37
22	5110.43
23	4397.40
24	4301.61

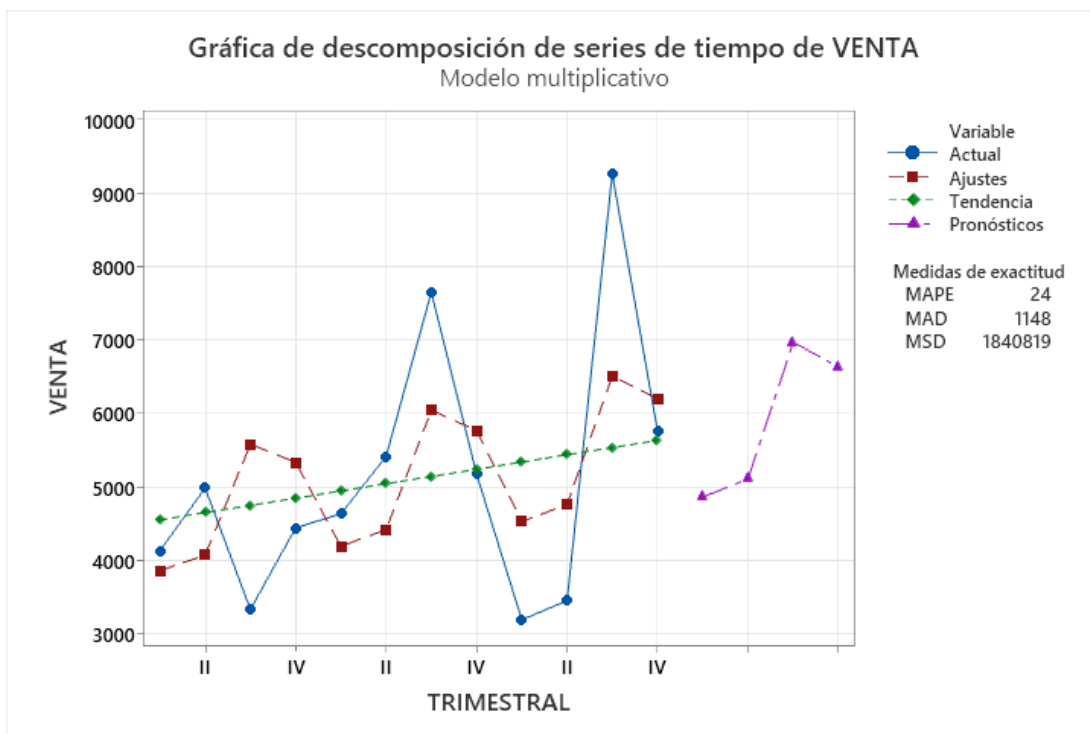
4.- Serie de Tiempo – Aditivo bimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
19	4189.89
20	3409.82
21	3651.00
22	5215.10
23	4600.45
24	4558.71

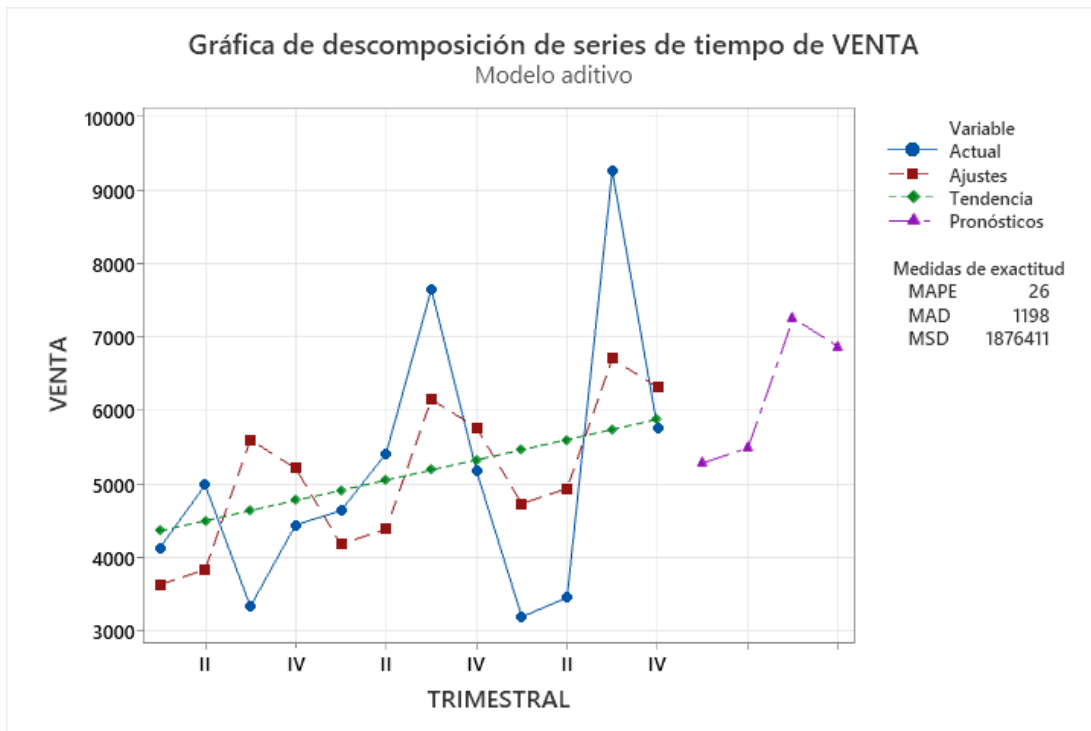
5.- Serie de tiempo – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	4867.08
14	5112.09
15	6971.30
16	6637.62

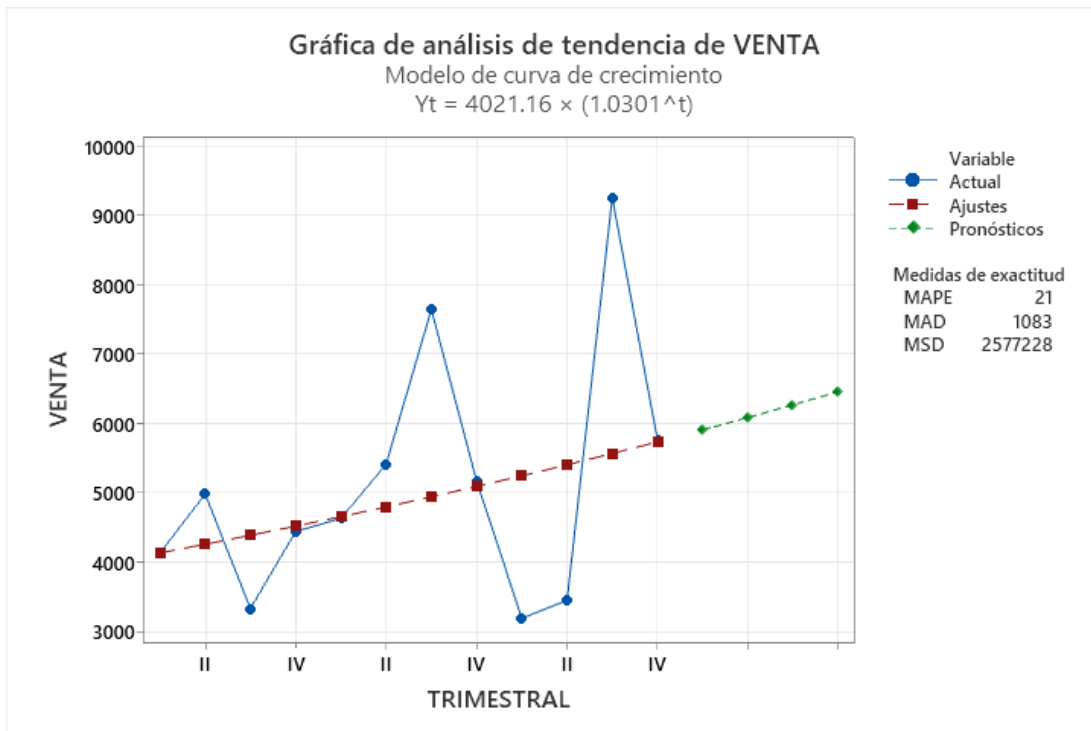
6.- Serie de tiempo – Aditivo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	5287.33
14	5492.57
15	7257.81
16	6869.92

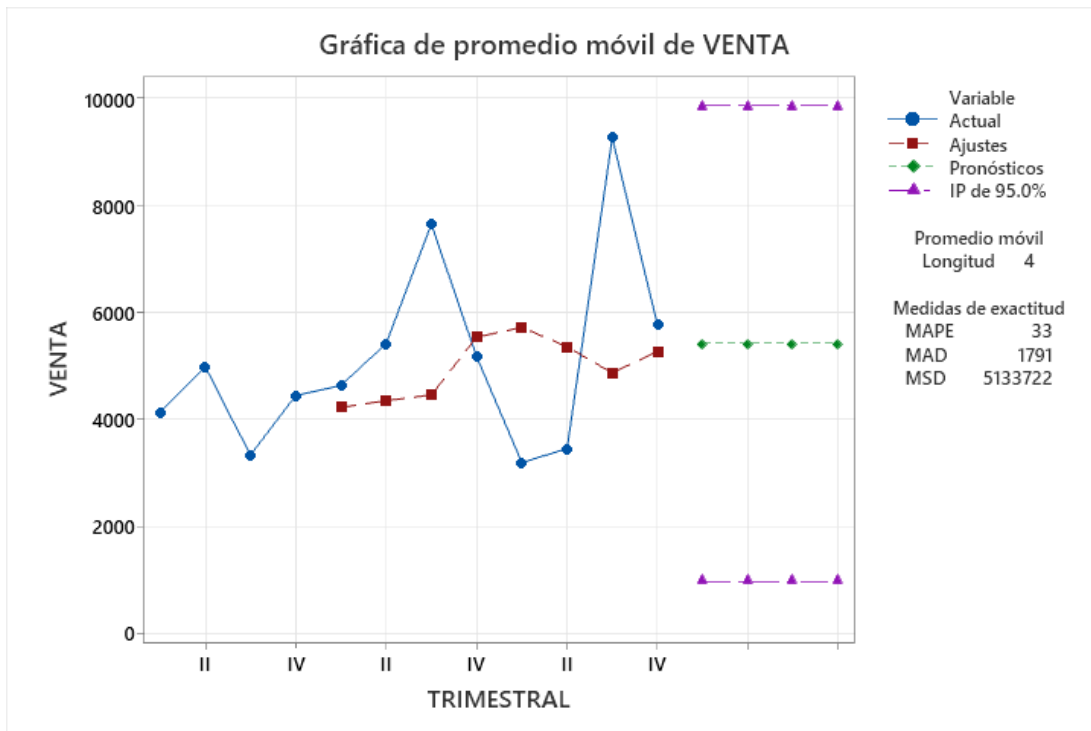
7.- Tendencia – Curva de crecimiento trimensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>
13	5914.76
14	6092.95
15	6276.52
16	6465.62

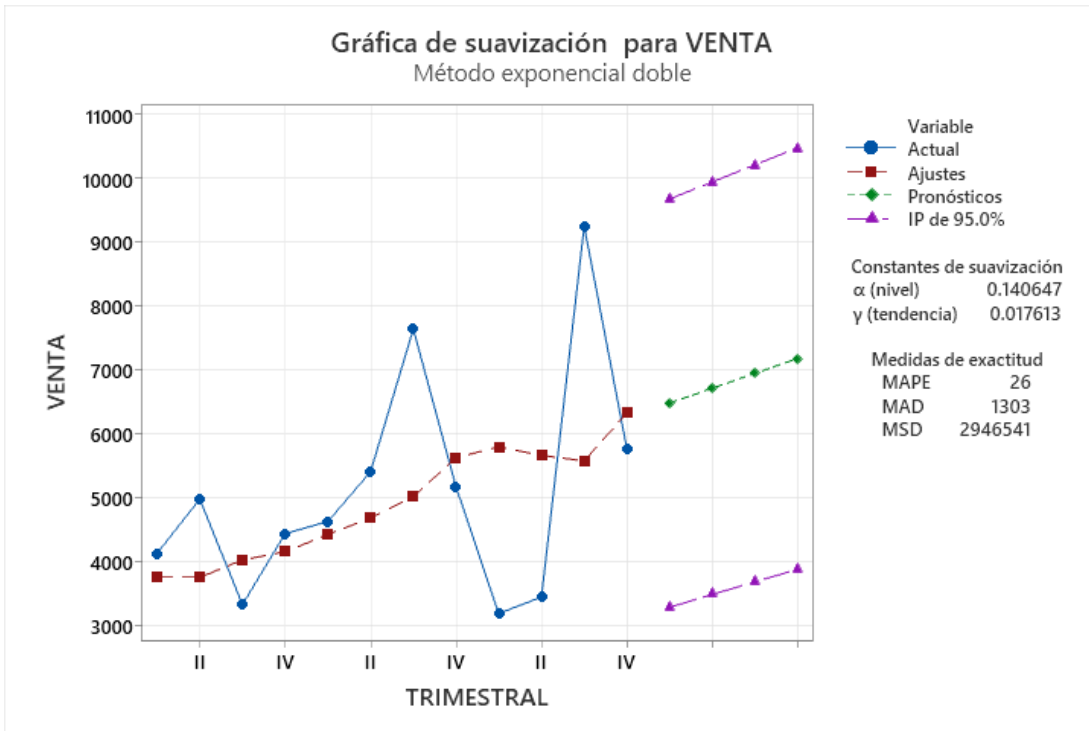
8.- Promedio móvil – trimestral.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
13	5422.5	981.669	9863.33
14	5422.5	981.669	9863.33
15	5422.5	981.669	9863.33
16	5422.5	981.669	9863.33

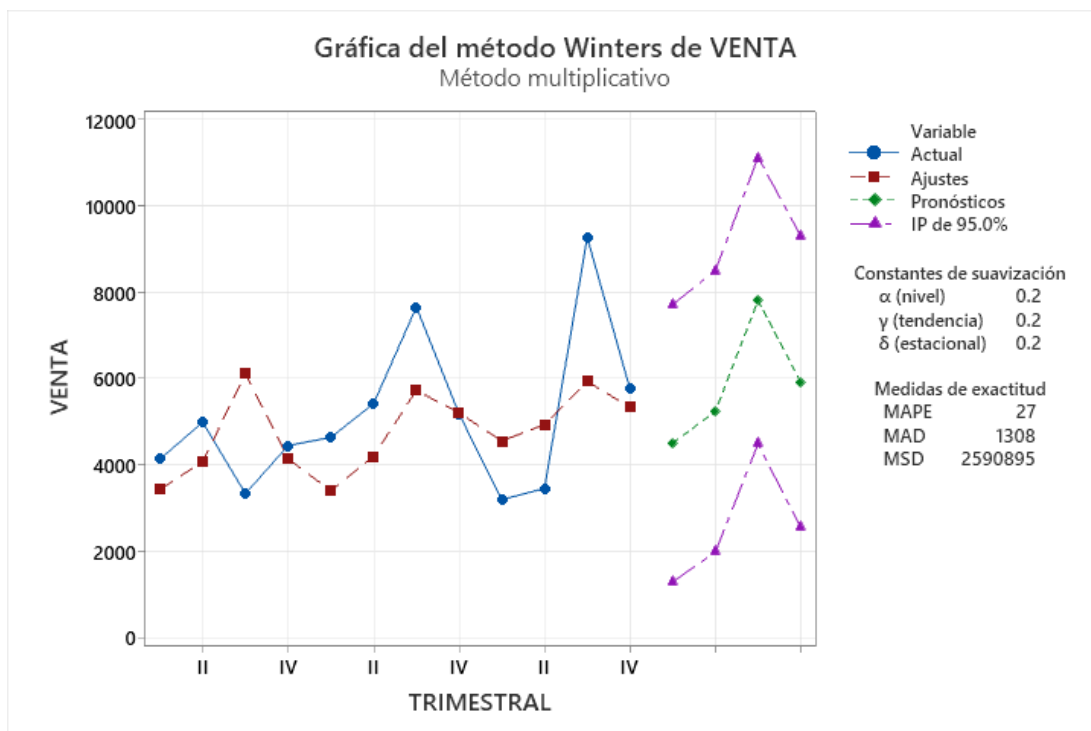
9.- Suavización exponencial – Doble trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	6491.38	3298.32	9684.4
14	6724.37	3498.74	9950.0
15	6957.36	3697.24	10217.5
16	7190.35	3893.86	10486.8

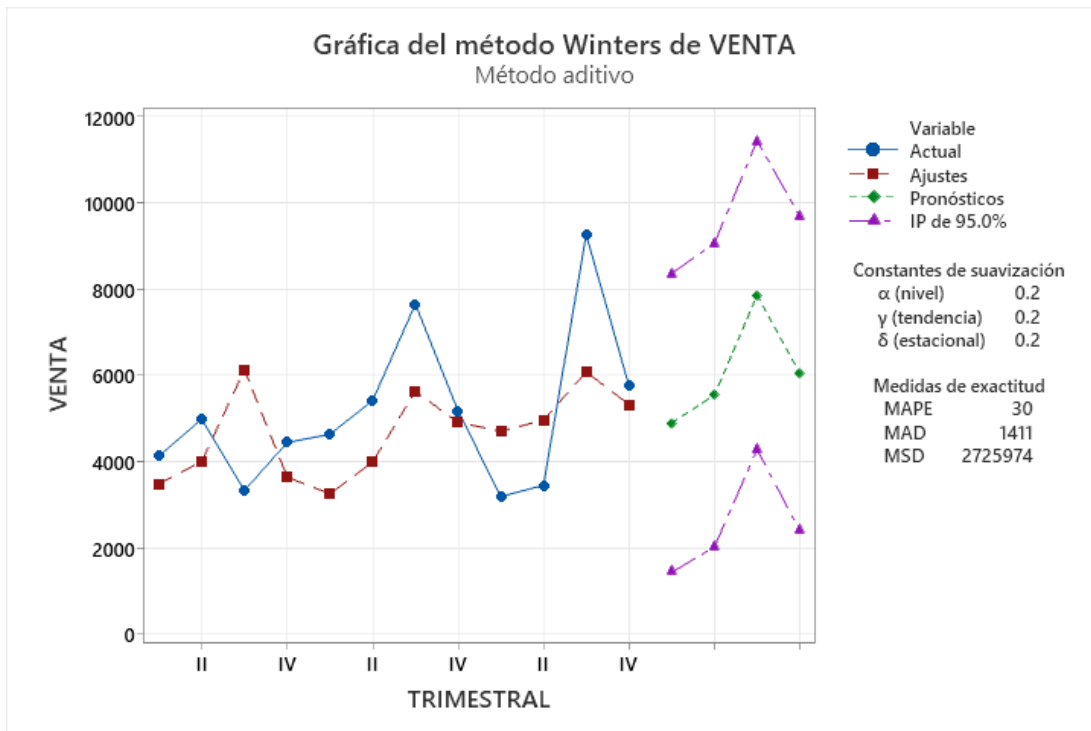
10.- Winters – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	4503.89	1298.95	7708.8
14	5241.31	1986.15	8496.5
15	7804.78	4493.64	11115.9
16	5919.31	2546.70	9291.9

11.- Winters – Aditivo trimensual.



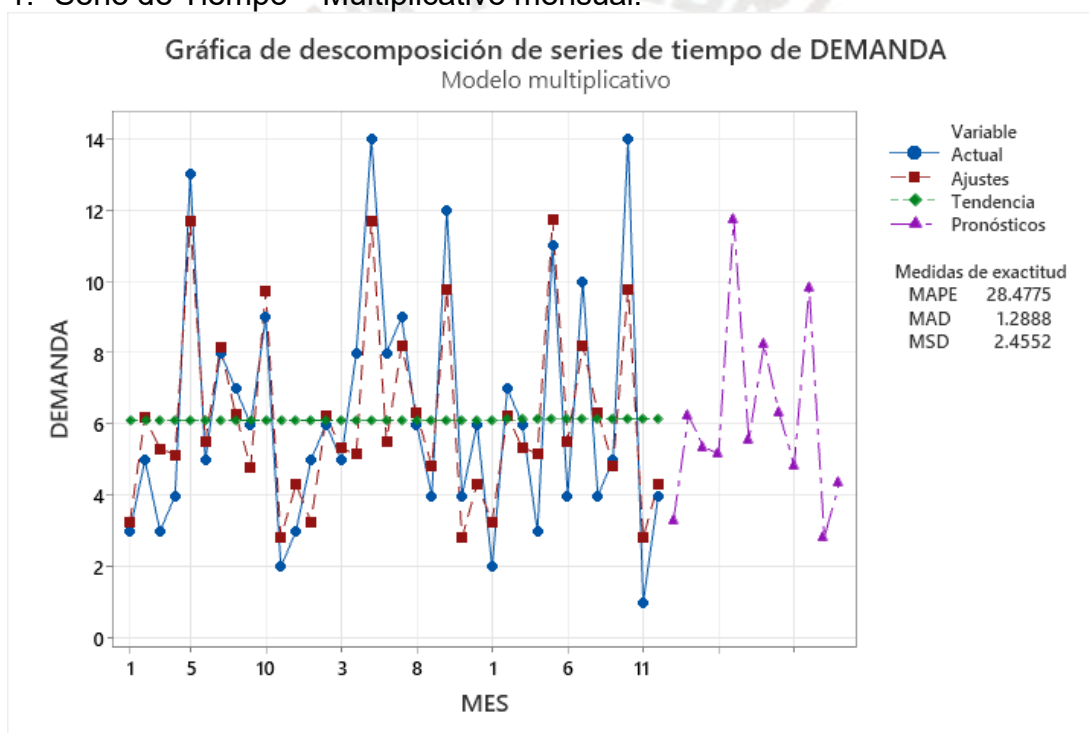
Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
13	4904.12	1447.21	8361.0
14	5543.79	2032.72	9054.8
15	7858.23	4286.78	11429.7
16	6048.59	2410.83	9686.3

Pronostico del Producto 03 "Piezómetro de cuerda vibrante de 0.35 MPa L40"

Nro.	Modelo	Análisis de Tendencia	Producto 03		
			MAPE	MAD	MSD
1	Serie de tiempo	Multiplicativo mensual	28.47	1.2888	2.4552
2	Serie de tiempo	Aditivo mensual	29.04	1.2527	2.2526
3	Serie de tiempo	Multiplicativo bimensual	18.45	1.9168	4.9803
4	Serie de tiempo	Aditivo bimensual	18.03	1.8177	4.6875
5	Serie de tiempo	Multiplicativo trimensual	13.67	2.5498	11.1818
6	Serie de tiempo	Aditivo trimensual	13.61	2.5184	10.6839
7	Tendencia	Curva de crecimiento trimensual	19.10	3.5355	21.5573
8	Promedio móvil	Trimensual	65.12	2.5956	10.9945
9	Suavización exponencial	Doble trimensual	25.18	4.382	30.3792
10	Winters	Multiplicativo trimensual	18.96	3.4807	20.4531
11	Winters	Aditivo trimensual	17.70	3.2612	18.2691

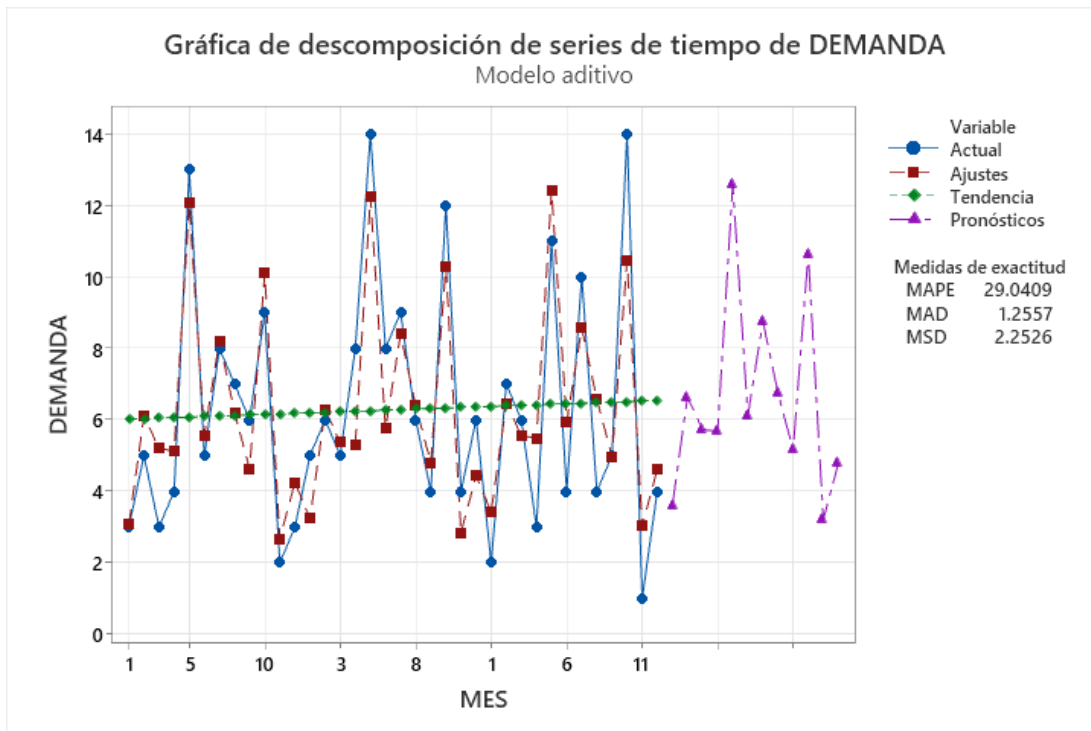
1.- Serie de Tiempo – Multiplicativo mensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
37	3.2772
38	6.2520
39	5.3580
40	5.1824
41	11.7642
42	5.5470
43	8.2301
44	6.3373
45	4.8431
46	9.8177
47	2.8345
48	4.3458

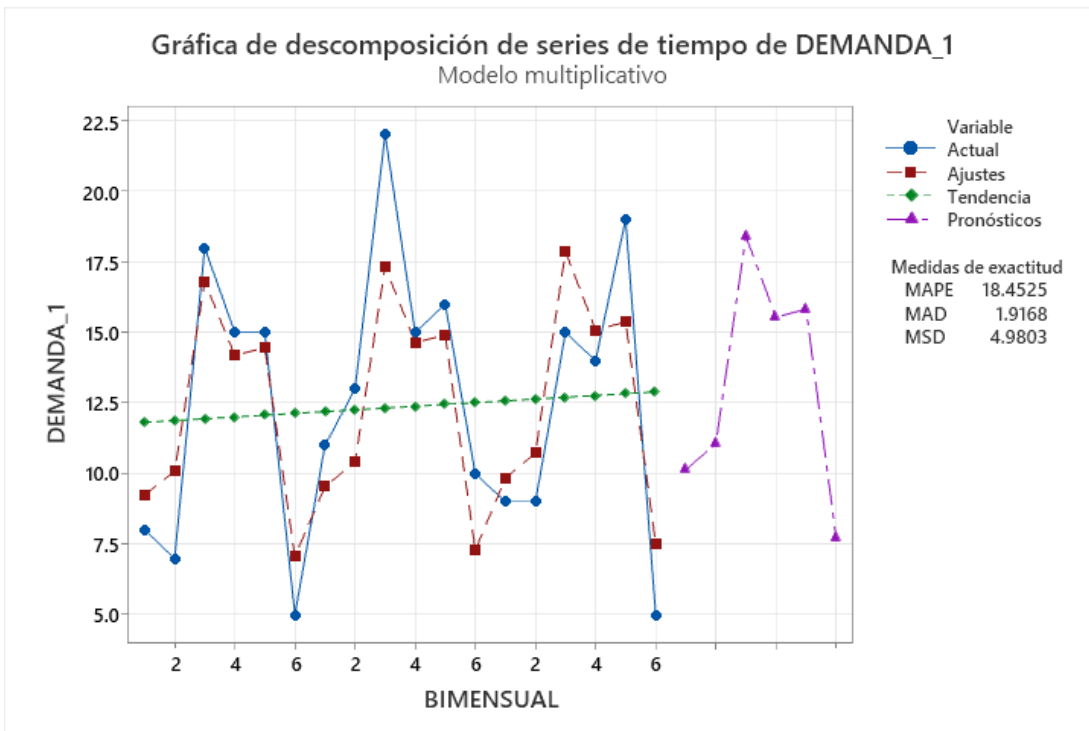
2.- Serie de Tiempo – Aditivo mensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>
37	3.6004
38	6.6361
39	5.7344
40	5.6659
41	12.5975
42	6.1124
43	8.7523
44	6.7464
45	5.1571
46	10.6304
47	3.2078
48	4.7852

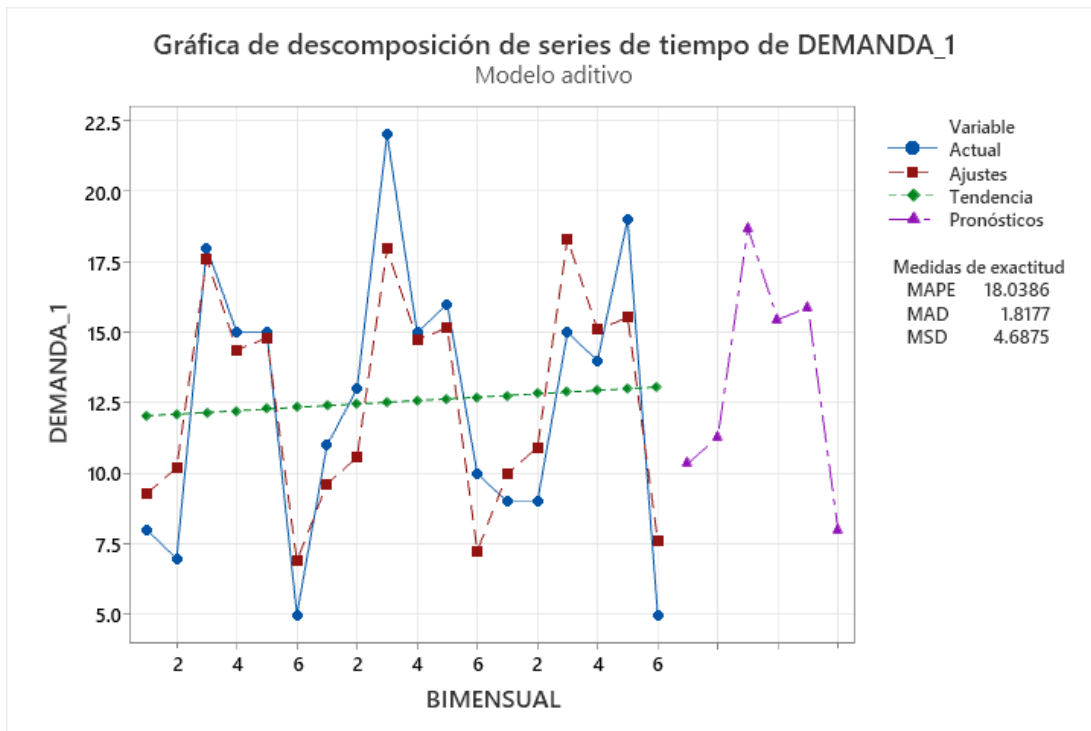
3.- Serie de Tiempo – Multiplicativo bimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
19	10.1342
20	11.0539
21	18.4038
22	15.5389
23	15.8231
24	7.7319

4.- Serie de Tiempo – Aditivo bimensual.

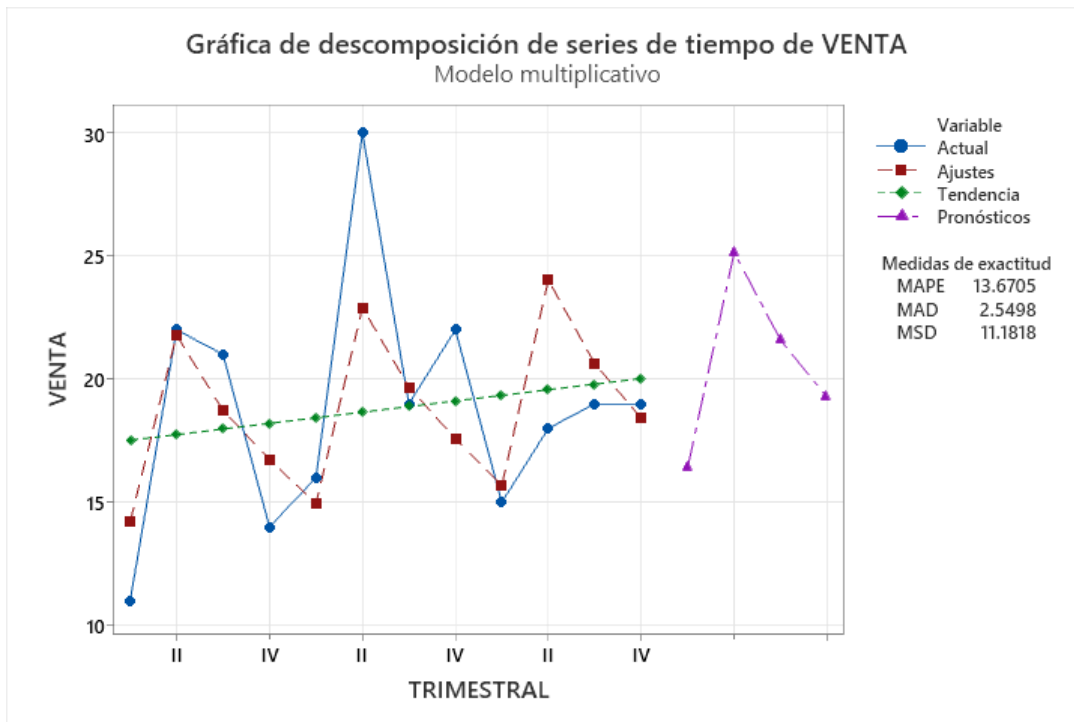


Pronósticos

Período Pronóstico

19	10.3546
20	11.2896
21	18.6829
22	15.4512
23	15.8862
24	7.9878

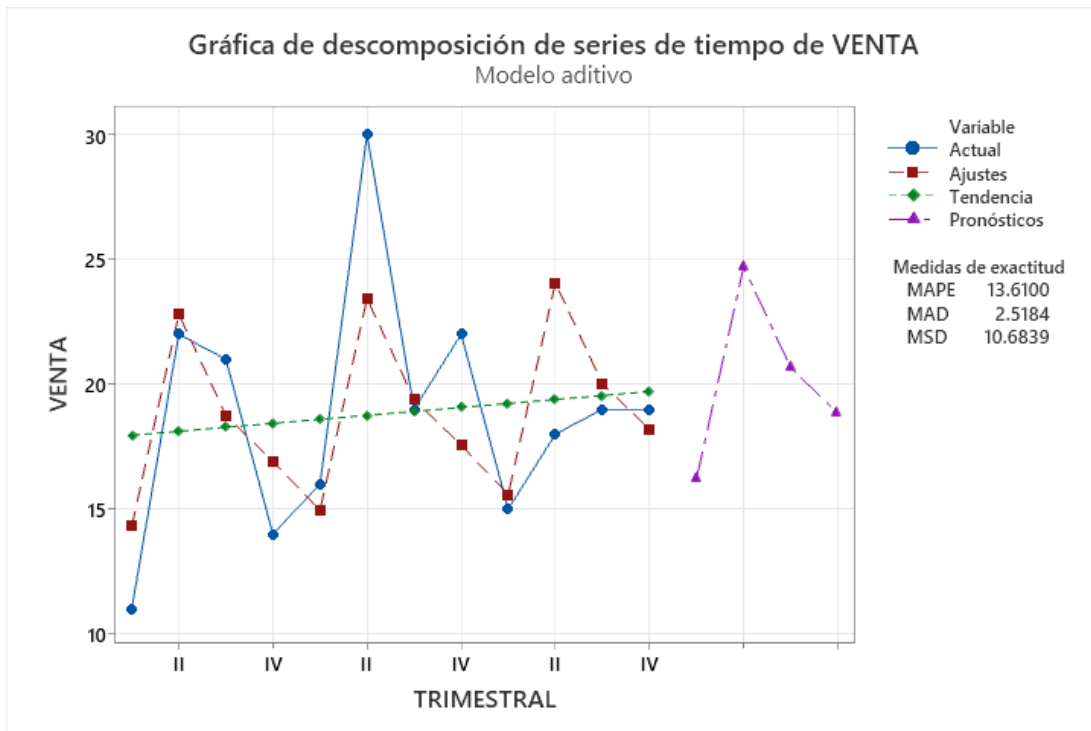
5.- Serie de tiempo – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	16.4191
14	25.1393
15	21.5753
16	19.2539

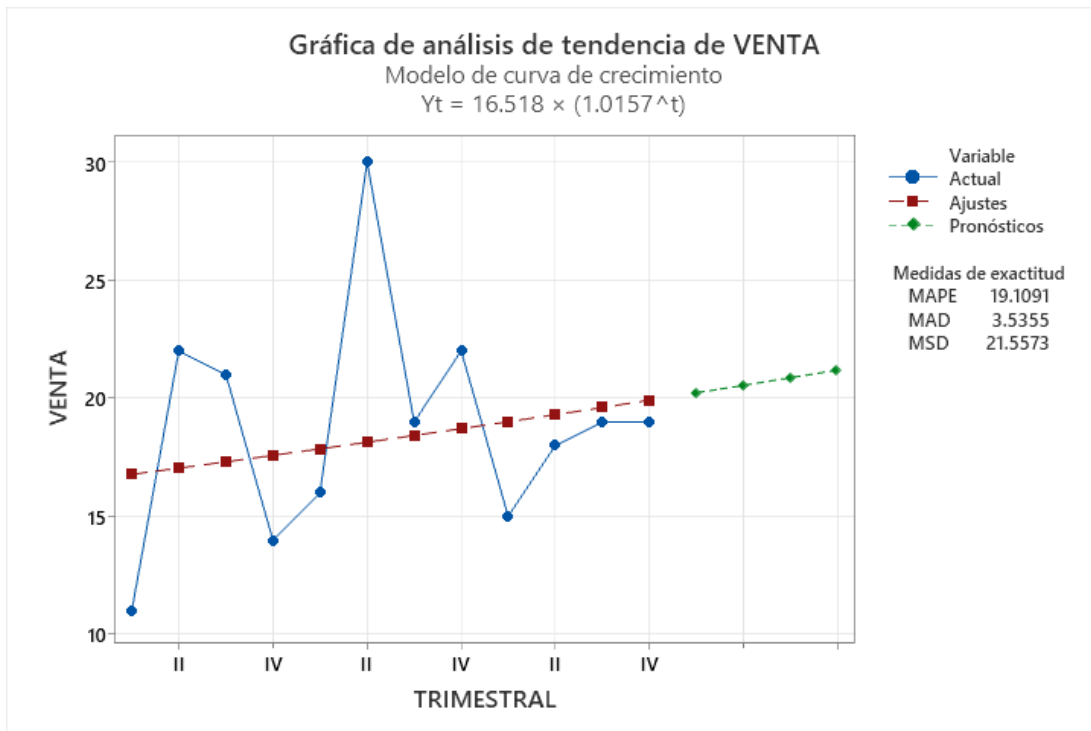
6.- Serie de tiempo – Aditivo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	16.2254
14	24.6968
15	20.6681
16	18.8270

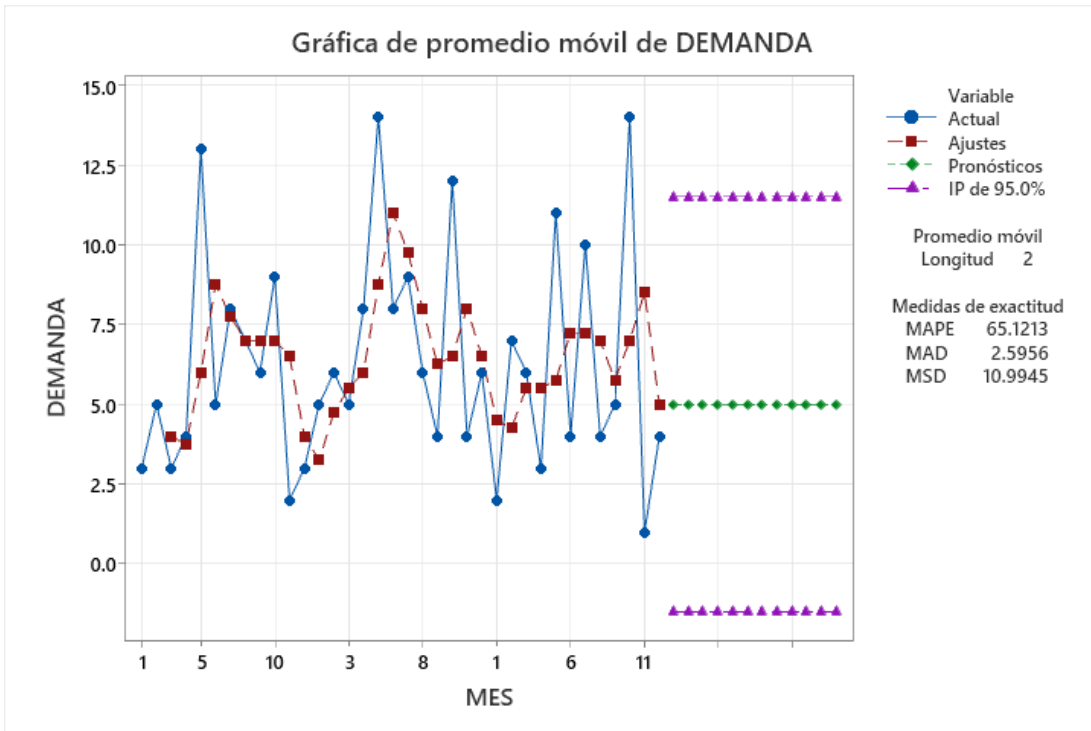
7.- Tendencia – Curva de crecimiento trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico
13	20.2277
14	20.5454
15	20.8681
16	21.1959

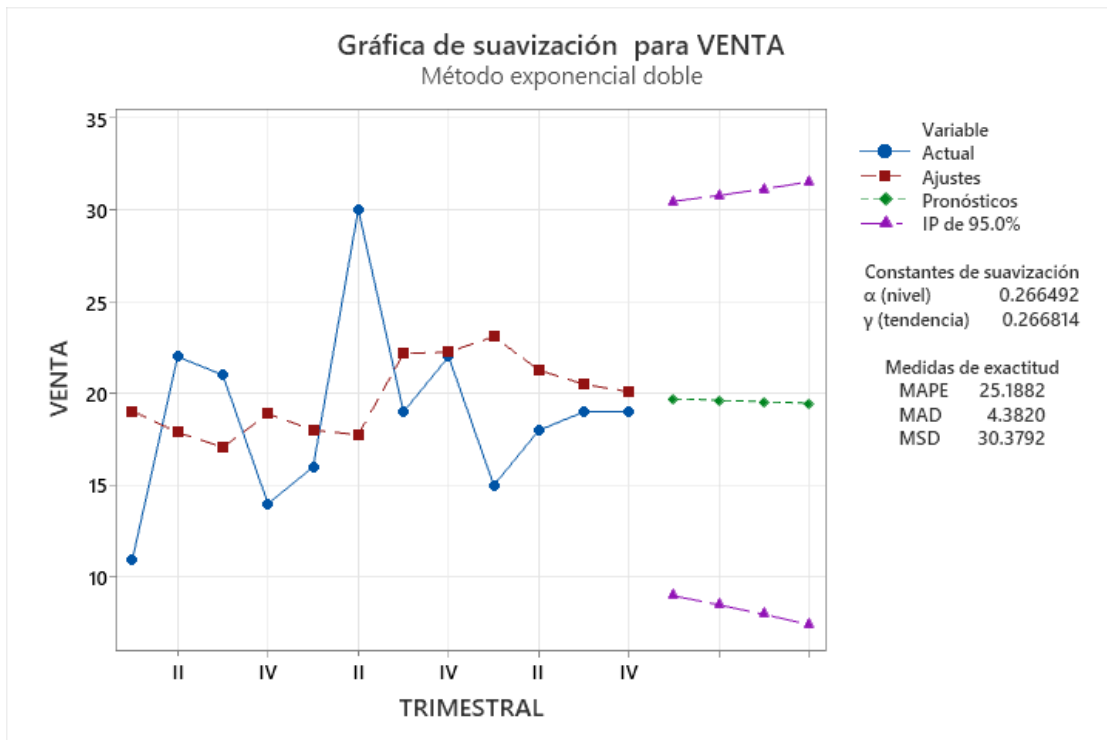
8.- Promedio móvil – trimensual.



Pronósticos

<u>Período Pronóstico</u>	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
37	5 -1.49884	11.4988
38	5 -1.49884	11.4988
39	5 -1.49884	11.4988
40	5 -1.49884	11.4988
41	5 -1.49884	11.4988
42	5 -1.49884	11.4988
43	5 -1.49884	11.4988
44	5 -1.49884	11.4988
45	5 -1.49884	11.4988
46	5 -1.49884	11.4988
47	5 -1.49884	11.4988
48	5 -1.49884	11.4988

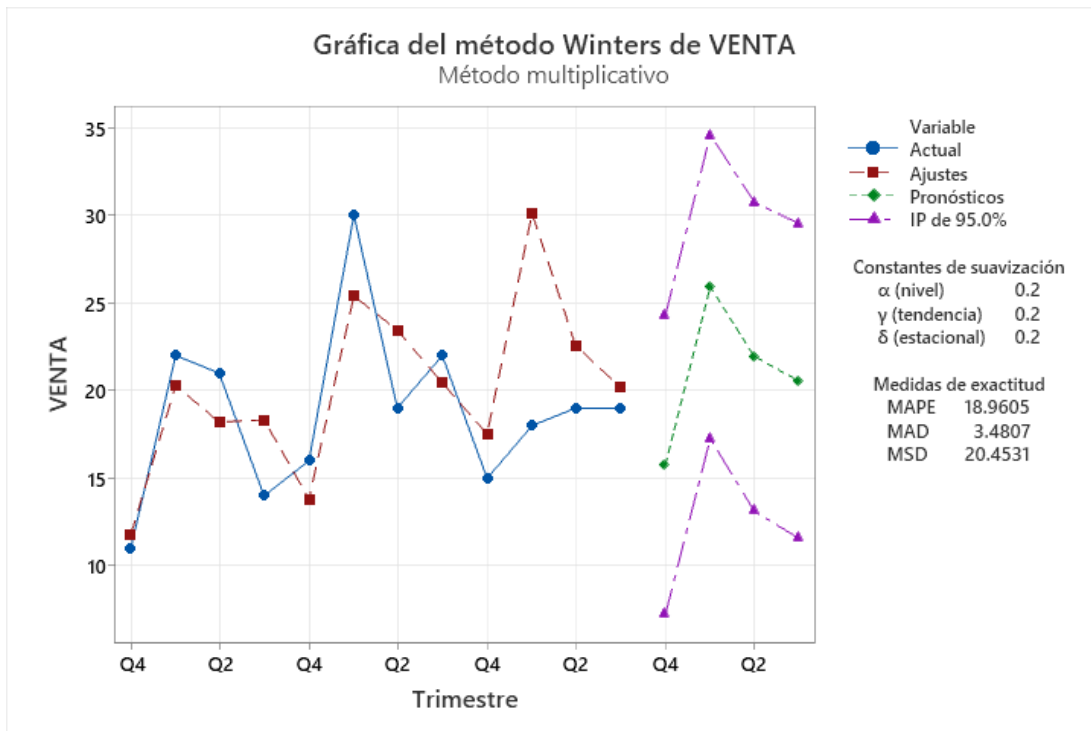
9.- Suavización exponencial – Doble trimensual.



Pronósticos

<u>Período</u>	<u>Pronóstico</u>	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
13	19.7167	8.98101	30.4524
14	19.6330	8.49538	30.7706
15	19.5493	7.97299	31.1256
16	19.4656	7.41786	31.5133

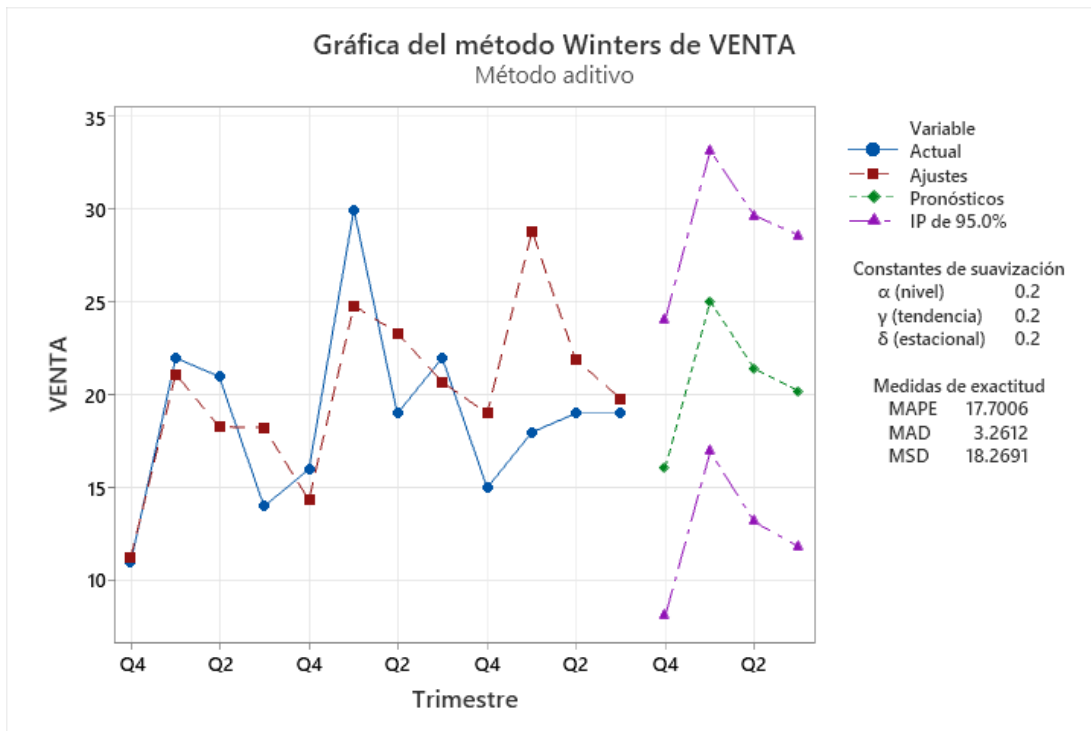
10.- Winters – Multiplicativo trimensual.



Pronósticos

<u>Período Pronóstico</u>		<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
Q4	15.7461	7.2186	24.2735
Q1	25.9238	17.2627	34.5848
Q2	21.9468	13.1367	30.7568
Q3	20.5367	11.5631	29.5102

11.- Winters – Aditivo trimensual.



Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
Q4	16.0970	8.1073	24.0867
Q1	25.0632	16.9484	33.1781
Q2	21.4270	13.1726	29.6815
Q3	20.2083	11.8007	28.6160