

“ANÁLISIS DE LA RELACION DE LA ASERTIVIDAD DEL
PRONÓSTICO DE DEMANDA CON LA GESTION DE
INVENTARIO, PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE
PRONÓSTICO EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA
PERU AÑO 2019-2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Mariana Marybella Flor Fernandez

Asesor:

Mg. Lic. Darwin Dean Duran Janampa
<https://orcid.org/0000-0001-7680-613X>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

| | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | ERICK HUMBERTO RABANAL CHAVEZ |
| | Nombre y Apellidos |

| | |
|----------|------------------------------------|
| Jurado 2 | CARLOS PEDRO SAAVEDRA LOPEZ |
| | Nombre y Apellidos |

| | |
|----------|----------------------------------|
| Jurado 3 | DARWIN DEAN DURAN JANAMPA |
| | Nombre y Apellidos |

INFORME DE SIMILITUD

ANÁLISIS DE LA RELACION DE LA ASERTIVIDAD DEL PRONÓSTICO DE DEMANDA CON LA GESTION DE INVENTARIO, PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE PRONÓSTICO EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA PERU AÑO 2019-2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 19% | 19% | 6% | 9% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|---------------|
| 1 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 5% |
| 2 | www.coursehero.com Fuente de Internet | 3% |
| 3 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | bancomoc.mz Fuente de Internet | 1% |
| 6 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | 1% |
| 7 | docplayer.es Fuente de Internet | <1% |

repositorio.usmp.edu.pe

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mis amados sobrinos Christian y Fabricio, quienes me motivan a ser una mejor persona y profesional.

A mis hermanos y madre por acompañarme siempre a cumplir todos mis objetivos, metas y retos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes, tutores, asesores, colegas y familia que han compartido sus conocimientos conmigo; fomentado disciplina, enseñado a gestionar, inculcado el orden, y sobre todo han ayudado a desarrollar mi criterio a lo largo de mi vida

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| JURADO EVALUADOR | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 8 |
| RESUMEN | 13 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1 Realidad problemática | 14 |
| 1.1.1 Contexto actual y justificación | 15 |
| 1.1.2 Antecedentes de la investigación | 16 |
| 1.1.3 Bases teóricas: | 21 |
| 1.2 Formulación del problema | 29 |
| 1.2.1 Problema general | 29 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 29 |
| 1.3 Objetivos | 30 |
| 1.3.1 Objetivo General | 30 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 30 |
| 1.4 Hipótesis | 30 |
| 1.4.1 Hipotesis General | 30 |
| 1.4.2 Hipótesis específicos | 31 |
| 1.5 Operacionalización de Variables | 32 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 33 |
| 2.1 Tipo de Investigación | 33 |
| 2.2 Diseño de investigación | 33 |
| 2.3 Población y muestra | 34 |
| 2.3.1 Población | 34 |
| 2.3.2 Muestra | 35 |
| 2.4 Materiales, técnica e instrumentos | 39 |

| | |
|--|------------|
| 2.4.1 Validez y calidad de la información. | 40 |
| 2.4.2 Métodos y procedimiento de la prueba de hipótesis | 40 |
| 2.5 Procedimiento de los resultados | 41 |
| 2.6 Aspectos Éticos | 42 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | 43 |
| 3.1 Análisis descriptivo de variables según modelo de pronóstico inicial del periodo 2019-2023 | 43 |
| 3.1.1 Análisis descriptivo de la variable Independiente: Asertividad de la planificación de demanda y sus dimensiones | 44 |
| 3.2 Propuesta de análisis de los modelo de pronóstico: Promedio móvil ponderado y Suavización exponencial Simple. | 61 |
| 3.2.1 Proceso de diseño de la propuesta | 61 |
| 3.2.2 Determinación de los modelos de pronóstico de demanda a analizar | 63 |
| 3.2.3 Modelo de pronóstico propuesto: Suavización exponencial simple | 71 |
| 3.3 Definición del modelo de pronóstico óptimo | 79 |
| 3.4 Análisis Inferencial: Prueba de Hipotesis. | 81 |
| 3.4.1 Prueba de Hipotesis General: | 81 |
| 3.4.2 Prueba de Hipotesis Especificas: | 86 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 98 |
| 4.1 Interpretación comparativa de los resultados | 98 |
| 4.2 Limitaciones de la investigación | 98 |
| 4.3 Implicancias de la investigación | 99 |
| 4.4 Discusión y Conclusiones | 100 |
| 4.4.1 Discusión | 100 |
| 4.4.2 Conclusión general | 101 |
| 4.4.3 Conclusiones específicas | 101 |
| REFERENCIAS | 104 |
| ANEXOS | 107 |

Índice de tablas

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | Demanda anual y total del periodo 2019-2023, según modelo de producto..... | 34 |
| Tabla 2 | Demanda total y acumulada, en unidades y porcentajes, según modelo de producto ... | 35 |
| Tabla 3 | Demanda mensual de la muestra de investigación | 37 |
| Tabla 4 | Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el pronóstico inicial..... | 45 |
| Tabla 5 | Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión medición del error, según el pronóstico inicial..... | 49 |
| Tabla 6 | Resultados mensuales del indicador stock medio de la dimensión gestión de inventario, según el pronóstico inicial | 53 |
| Tabla 7 | Resultados mensuales del indicador cobertura de la dimensión control de inventario, según el pronóstico inicial | 56 |
| Tabla 8 | Resultados mensuales del costo de almacenamiento de la dimensión costo de inventario, según el pronóstico inicial | 59 |
| Tabla 9 | Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el modelo pronóstico promedio móvil ponderado | 64 |
| Tabla 10 | Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión Medición del error, según el modelo pronóstico promedio móvil ponderado | 68 |
| Tabla 11 | Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el modelo pronóstico Suavización exponencial simple | 72 |

| | |
|---|----|
| Tabla 12 Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión medición del error, según el modelo pronóstico Suavización exponencial simple | 76 |
| Tabla 13 Resumen comparativo de los indicadores de la dimensión: Pronóstico | 80 |
| Tabla 14 Resumen comparativo de los indicadores de la dimensión: Medición del error | 80 |
| Tabla 15 Resumen comparativo del indicador asertividad de la dimensión: Asertividad | 81 |
| Tabla 16 Muestra de datos de las variables inventario y asertividad | 81 |
| Tabla 17 Muestra de datos de las variables stock medio y sumatoria de error absoluto | 87 |
| Tabla 18 Muestras de las variables aservividad inicial y asertividad del modelo suavización exponencial | 92 |

Índice de figuras

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1 | Matriz de operacionalización de variables | 32 |
| Figura 2 | Demanda total y acumulada, en unidades y porcentajes, según modelo de producto.. | 36 |
| Figura 3 | Demanda mensual de la muestra de investigación | 39 |
| Figura 4 | Demanda real y pronóstico de demanda, según pronóstico inicial | 44 |
| Figura 5 | Grafico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de previsión (SCEP), según el pronóstico inicial | 47 |
| Figura 6 | Grafico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el pronóstico inicial..... | 48 |
| Figura 7 | Grafico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico inicial | 51 |
| Figura 8 | Grafico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico inicial..... | 51 |
| Figura 9 | Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico inicial | 52 |
| Figura 10 | Gráfico de los resultados mensuales del stock medio, según prognosis inicial | 55 |
| Figura 11 | Gráfico de los resultados mensuales de la cobertura, según pronóstico inicial | 58 |
| Figura 12 | Gráfico de los resultados mensuales del costo de almacenamiento, según prognosis inicial..... | 61 |
| Figura 13 | Parametros para que solved minimice el error del modelo de promedio movil ponderado..... | 63 |

Figura 14 Demanda real y pronóstico de demanda, según modelo de pronóstico promedio móvil ponderado 66

Figura 15 Gráfico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de previsión (SCEP), según el modelo de pronóstico promedio móvil ponderado 66

Figura 16 Gráfico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el modelo de pronóstico promedio móvil ponderado 67

Figura 17 Gráfico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico de promedio móvil ponderado 70

Figura 18 Gráfico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico de promedio móvil ponderado 70

Figura 19 Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico de promedio móvil ponderado 71

Figura 20 Parámetros para que solved minimice el error del modelo de suavización exponencial simple 72

Figura 21 Demanda real y pronóstico de demanda, según pronóstico suavización exponencial simple 74

Figura 22 Gráfico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de previsión (SCEP), según el pronóstico suavización exponencial simple 75

Figura 23 Gráfico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el pronóstico suavización exponencial simple 75

Figura 24 Gráfico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico suavización exponencial simple..... 78

Figura 25 Gráfico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico suavización exponencial 78

Figura 26 Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico suavización exponencial 79

Figura 27 Prueba de normalidad de la muestra de datos de las variables inventario y asertividad 84

Figura 28 Resultado de correlacion de Spearman de las variables inventario y asertividad 85

Figura 29 Nivel de correlación de las variables inventario y asertividad 86

Figura 30 Prueba de normalidad de la muestra de datos de las variables inventario medio y error absoluto 89

Figura 31 Resultado de correlacion de Spearman de las variables inventario medio y error absoluto 91

Figura 32 Nivel de correlación de las variables inventario medio y error absoluto 91

Figura 33 Prueba de normalidad de la muestra diferencia de asertividad del modelo inicial y el propuesto..... 94

Figura 34 Resultado de la comparación de Wilcoxon de las variables de asertividad inicial y asertividad de suavización exponencial simple 96

Figura 35 Resumen detallado del resultados comparativo de la variable asertividad del modelo inicial y del modelo propuesto suavización exponencial..... 97

RESUMEN

Una empresa metalmecánica viene incrementado su inventario, el cual relaciona a las variaciones decrecientes de demanda y al error del pronóstico.

Esta investigación es descriptiva y de tipo aplicativa que planteó como problema ¿Cuál es la relación de la asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario, para implementar un modelo de Pronóstico en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023?, cuyo objetivo es: Analizar la relación de la asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario, para implementar un modelo de Pronóstico en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023. La hipótesis es: La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023. El estudio utilizó las técnicas: revisión documentaría y análisis de datos. El resultado muestra relación entre la asertividad de la demanda y la gestión de inventario; además se determinó que el mejor modelo de pronóstico es la suavización exponencial simple con un error absoluto medio de: 22.05% (inicial 30.96%). Se concluye que: La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

PALABRAS CLAVES: Demanda, Inventario, Pronóstico, Correlación, Costos

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La globalización ha tenido un impacto significativo en la búsqueda de competitividad por parte de las empresas, ya que actualmente se tiene como oportunidad mercados internacionales, pero del mismo modo la competencia es a nivel global, por lo que las empresas deben adaptarse a las normas internacionales, diversificar sus fuentes de suministro y realizar estrategias para que su cadena de suministro sea eficiente.

Simchi-Leavi, Kaminsky, & Simchi-Leavi (2000), destaca la optimización de la planificación y la gestión de la cadena de suministro para mejorar la eficiencia operativa de una empresa.

Por su parte Chopra & Meindl (2008), detallan la gestión de la cadena de suministro, incluyendo la importancia de la planificación y el pronóstico de la demanda. Los autores resaltan cómo un pronóstico preciso contribuye a una planificación estratégica efectiva en la cadena de suministro, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia operativa.

Actualmente las empresas comerciales y manufactureras tienen como objetivo ser más competitivas, ya que ello les permitirá mantenerse en el mercado y lograr sus objetivos. Uno de los aspectos importantes que beneficia a la continuidad del negocio es la gestión eficiente del inventario, ya que es imperante mantener un equilibrio para responder la demanda del mercado y no generar sobre stocks. Se propone que la efectividad de la gestión de inventarios conlleva a la optimización de recursos financieros, la reducción de costos vinculados al almacenamiento, y la maximización de disponibilidad de productos para satisfacer a los clientes. Además, se destaca la

importancia crucial de la coordinación y la colaboración efectiva en toda la cadena de suministro para asegurar una gestión de inventario eficaz Kotler & Keller (2006)

1.1.1 Contexto actual y justificación

El mundo está presentando una desaceleración económica que afecta a países desarrollados y a los que están en vías de desarrollo desde el 2022. El incremento de costos, el aumento de las tasas de interés, la disminución del poder adquisitivo, la disminución de la demanda y los persistentes problemas en la cadena de suministro han contribuido a la disminución del comercio internacional y afectan la producción industrial, a la vez que disminuye la confianza de los consumidores, por lo que las Naciones Unidas subraya la importancia de la cooperación internacional para movilizar recursos financieros y abordar los desafíos globales, al mismo tiempo enfatiza la importancia de políticas fiscales proactivas y estratégicas para promover el crecimiento sostenible y alcanzar, sus objetivos. En este contexto, se anticipa una desaceleración en el crecimiento de la producción global llegando a 1,9% en 2023, marcando una de las tasas de crecimiento más bajas en décadas. Naciones Unidas - Departamento de Asuntos económicos y sociales (2023).

La empresa metalmecánica, cuya base de datos es la fuente de la investigación, presenta desviaciones de la demanda desde el año 2021. Dichas desviaciones están generando que la empresa incremente su nivel de inventario y tenga problemas con el flujo de caja (falta de liquidez), ya que ha tenido una demanda decreciente y al generar inventarios (materiales con menos rotación) se generó dinero inmovilizado. Al no fabricarse productos para posterior a ello

venderlos, está generando que la empresa no tenga ingresos y que para realizar los pagos a los proveedores se están incurriendo en préstamos que generan gastos financieros.

Es de vital importancia investigar la relación que existe entre el asertividad de la demanda y el nivel de inventario de la empresa, para poder plantear un nuevo modelo de pronóstico que se ajuste lo más posible a la demanda real; ya que la demanda es el input principal para planificar la cadena de suministro, definir las negociaciones y determinar niveles de compra. Tener una cadena de suministro alineada a la demanda real, genera competitividad y reducción de costos; por lo que se hace prioritario determinar el mejor modelo de pronóstico de la empresa metalmecánica, porque mes a mes, se están incrementando los costos de almacenamiento, los costos financieros y sobretodo la empresa corre el riesgo de no poder fabricar productos que el mercado demanda, ya que no se tiene liquidez y se ha perdido la capacidad de inversión.

1.1.2 Antecedentes de la investigación

1.1.2.1 Antecedentes Internaciones

La tesis titulada “**Aplicación de modelos de series de tiempo para el pronóstico de la demanda de medicamentos en el Hospital San Vicente Fundación (Rionegro/Colombia)**” realizada por Usta (2023) en la Universidad Nacional de Colombia Medellín-Colombia, tuvo como objetivo, aplicar modelos estadísticos de series de tiempo para el pronóstico de la demanda mensual de medicamentos en el Hospital San Vicente Fundación (Rionegro/Colombia). Como resultado determinó que la aplicación de Pronostico de media móvil simple generaría un ahorro mensual de 186,5 ampollas. Se concluyó que los métodos de suavizamiento eran idóneos para

aplicarlos a los dos productos de mayor consumo, por su gran volumen de demanda; además se variaron los parámetros para elegir el modelo con menor error.

Garavito (2021) con su investigación “**Implementación de un método para el pronóstico de demanda de computadoras portátiles**” en la Universidad Nacional de Colombia Bogotá-Colombia, tuvo como objetivo seleccionar e implementar un método de pronóstico de demanda de computadoras aplicado a una empresa colombiana. Como resultado detectaron que había cifras de demanda histórica que no tenían validez para ningún modelo de pronóstico de demanda, por lo que antes del análisis se depuró de la base de datos todos los valores atípicos, también se determinó la separación del análisis por categoría de producto. Después de realizar el análisis se determinó que el mejor modelo de planificación es el promedio móvil con enfoque jerárquico, que alcanzó un error de 39.74%. (el modelo inicial tenía 48.46%). Se concluyó que el proceso de limpieza de datos atípicos generará una mejor prognosis y por ende genera ahorro (\$296 millones anuales). La implementación del modelo de planificación es el promedio móvil con enfoque jerárquico generará \$10 millones más de ahorro.

Según, **Barría (2021)** en su investigación titulada “**Métodos de pronóstico para la producción de cultivos agrícolas de Panamá.**” en la Universidad de Panamá República de Panamá, tuvo como objetivo evaluar diferentes métodos de pronóstico utilizando datos históricos y/o variables para analizar los diferentes rubros de producción agrícola en Panamá. Como resultado se obtuvo que el modelo que presentó menor error fue el modelo de regresión lineal simple. Se concluyó que después de evaluar varios métodos de pronóstico se logrará una aproximación a la producción de cultivo real.

El trabajo de investigación de Toral (2018), titulada “**Política de inventario con pronósticos de demanda para una empresa de venta de neumáticos**” realizada en la Universidad de Chile Santiago-Chile, se planteó como objetivo diseñar y evaluar un prototipo de modelo de administración de inventario que busque disminuir su nivel en bodega sujeto a un nivel de servicio dado para un subconjunto de productos. Como resultado de aplicar el modelo de inventario de revisión periódica y el modelo de estimación de demanda Holt Winters mejoró en 8% el nivel de rotación, el nivel de servicio incrementó a 100%, el inventario se redujo en \$21 millones de pesos y el costo financiero y bodegaje en \$8.7 millones de pesos anuales. Se concluyó que se obtuvieron resultados positivos y que el modelo de pronóstico e inventario generan beneficio económico para la compañía.

Estrada (2015), realizó una tesina titulada “**Metodología de planeación de la demanda para la reducción del error del pronóstico**” cuyo objetivo fue establecer una metodología de planificación de la demanda para reducir el error de pronóstico de una empresa de cosméticos. El resultado de implementar una metodología de planificación de la demanda redujo el resultado de los indicadores BIAS, cortes y MAPE del 2023 en comparación con el 2012 e incrementó el fill rate en 1%. Finalmente se concluyó que al inicio de la implementación se tiene mucha dificultad para que se cumpla con la metodología, ya que su éxito depende de varias áreas involucradas, además de identificaron varios factores externos que influyen en los resultados, por lo que es importante realizar ajustes al proceso y dar retroalimentación al equipo.

1.1.2.2 Antecedentes nacionales

La tesis titulada **“Implementación de una propuesta de mejora en la planificación de la demanda para optimizar el nivel de inventario de la empresa Tex Javier Sport E.I.R.L. Lima 2020-2021”** realizada por Valera (2022) en la Universidad Privada del Norte Lima-Perú, tuvo como objetivo conocer y analizar, la demanda real y los inventarios. Como resultado detectaron que no tenían una estimación de demanda acertada, lo que generaba sobre stock. Concluyó que realizar un reajuste en la Planificación de la demanda optimiza el nivel de inventario, reduce costos de inventario y faltantes; y logra incrementar la utilidad bruta.

Por su parte la investigación que realizaron Espinoza y Medina (2020) llamada **“Planificación de la demanda y su impacto en los costos de inventario de una empresa de autopartes y ferretería 2019”** realizada en la Universidad Privada del Norte Lima-Perú, tuvo como objetivo determinar en qué medida la planificación de la demanda impacta los costos de inventario de una empresa de autopartes y ferretería; como resultado se obtuvo que al implementar la planificación de la demanda el costo de inventario se redujo en 7.06%. Como conclusión se evidenció el impacto que tiene la planificación de la demanda con los costos de inventario

Por otro lado, la tesis titulada **“Mejora del proceso de predicción de demanda mediante el Rolling Forecast y su influencia en el presupuesto de la empresa CELAEP S.A.C.”** realizada por Lopez y Vega (2019) en la Universidad Privada del Norte Lima-Perú, tuvo como objetivo determinar cómo la implementación de Rolling Forecast mejora el pronóstico de demanda y cómo éste influye en el presupuesto de la empresa.

Como resultado se verificó que al mejorar el pronóstico de demanda la empresa logró reducir en promedio 23% de su presupuesto. Como conclusión se validó la influencia del pronóstico de demanda mediante Rolling Forecast sobre el presupuesto de la compañía.

Otra tesis realizada por Sanchez (2019), titulada “**Propuesta de Planificación mediante un pronóstico dinámico (Rolling Forecast) para la optimización del proceso de abastecimiento de agregados de una empresa concretera**” en la Universidad Privada del Norte Lima-Perú, tuvo como objetivo, elaborar una propuesta de planificación mediante un pronóstico dinámico para la optimización del proceso de abastecimiento de agregados en una empresa concretera. El resultado de implementar Rolling Forecast para pronosticar la demanda y generar los requerimientos en un archivo en línea (Google Drive) mejoró el cumplimiento de abastecimiento y las coberturas de stock, obteniendo un beneficio de S/. 334,033. Conclusión, la implementación del pronóstico dinámico mejoró el proceso de abastecimiento y mejoró la rentabilidad de la empresa.

Por último, la tesis realizada por Ramirez (2020), titulada “**Gestión de Inventario y su efecto en los costos logísticos en empresas de servicios de transporte entre los años 2010 y el 2020: una revisión de la literatura científica**”, realizada en la Universidad Privada del Norte Lima-Perú, que tuvo como objetivo Analizar la gestión de inventario y su efecto en los costos logísticos. Como resultado del análisis de los 21 artículos seleccionados, se encontró que el inventario representa un 60% de los costos logísticos. Se concluyó que existe una relación entre el fortalecimiento de habilidades logísticas y el nivel de eficacia de la gestión de inventarios.

1.1.3 Bases teóricas:

1.1.3.1 Planificación de la demanda

Según León (2018), La planificación de la demanda implica analizar el historial de ventas y las tendencias del mercado con el propósito de prever sus valores futuros. Este enfoque busca anticipar las necesidades de los clientes y establecer estrategias eficientes en términos de producción, adquisiciones e inventarios para asegurar una disponibilidad óptima con rentabilidad elevada. Además, destaca que una planificación de la demanda efectiva permite a las empresas tener la cantidad adecuada de material en el momento preciso y con la calidad deseada. Esto es factible siempre y cuando se realice una medición precisa del error, reduciendo así su impacto entre las previsiones y la realidad.

Por otro parte, González (2020) Mencionó que realizar pronósticos de la demanda implica anticipar el valor de una variable, y es crucial para la toma de decisiones en una organización, extendiéndose más allá del ámbito logístico. No obstante, antes de proceder, es necesario evaluar el error mediante la acumulación de errores de sesgo y la desviación media absoluta, con el fin de seleccionar el modelo de pronóstico más apropiado.

1.1.3.2 Patrones de demanda

Nahmias (2007) Señaló que en el análisis de series temporales se busca identificar y separar los patrones de demanda que emergen principalmente como:

Aleatoriedad: En una serie aleatoria pura, la ausencia de un patrón reconocible implica que los datos se generan de manera completamente aleatoria, a pesar de que puedan aparentar tener una estructura.

Tendencia: Es la inclinación de una serie temporal que muestra un patrón constante ascendente o descendente, pudiendo ser tanto lineal (en forma de línea recta) como no lineal (como una curva exponencial o cuadrática).

Ciclos: Este patrón es similar a la estacionalidad, pero se distingue por las variaciones en la duración y magnitud del ciclo.

Estacionalidad: Este patrón tiende a repetirse en intervalos establecidos, que pueden ser anuales, mensuales, semanales o diarios. Ejemplos evidentes de estacionalidad anual incluyen la moda, la venta de helados y la demanda de combustible.

1.1.3.3 Pronósticos

Según Schroeder et al. (2011), El pronóstico sirve como entrada para las actividades de planificación y control empresarial, tanto internas como externas a las operaciones. Es crucial destacar que los métodos de pronóstico pueden ser subjetivos u objetivos.

a) **Métodos subjetivos de pronóstico.** Según Nahmias (2007), este método de pronóstico consiste en las bases del juicio humano y se pueden usar las siguientes técnicas: Agregados de la fuerza de ventas, encuestas al cliente, juicio de opinión ejecutiva y el método Delphi.

b) **Métodos objetivos de pronóstico.** Según Nahmias (2007) los métodos objetivos son aquellos en donde el pronóstico proviene de un análisis de datos. Además, se clasifican en dos grandes grupos: series de tiempo y modelos de regresión o causales.

Estos métodos son:

- Promedio simple:

Según Hanke y Wichern (2010), el método de promedios simples se emplea cuando los factores en la serie pronosticada se han estabilizado y tienden a mantenerse constantes. Esta técnica consiste en calcular el promedio de todas las observaciones históricas relevantes, utilizándolo como pronóstico para el próximo período. Su formula es:

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

X_t = Promedio de ventas en unidades en el periodo t

\sum = Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales e unidades en los periodos anteriores a t

- Promedio móvil simple:

De acuerdo con Hanke y Wichern (2010), el método de promedio móvil carece de tendencia o estacionalidad y se emplea para eliminar la variabilidad aleatoria en una serie temporal. En este enfoque, se asignan pesos uniformes a cada observación. Un promedio móvil de orden k se calcula mediante:

$$PM_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-n+1}}{n}$$

PM_t es el promedio móvil en el periodo t

X_{t+1} es el valor real observado en el periodo t

n es el número de datos utilizados para el cálculo de la media aritmetica

- Promedio móvil ponderado:

De acuerdo con Masini y Vásquez (2014), este modelo de pronóstico se basa en ponderaciones que incorporan la evaluación subjetiva de los expertos acerca de la

relevancia de los datos más recientes y los datos más antiguos para generar una predicción. Además, implica multiplicar cada período por un factor de ponderación y luego dividir el resultado entre la suma total de todos los factores ponderados (Contreras et al., 2016).

$$\hat{X}_t = \sum_{i=1}^n C_i * X_{t-i}$$

X_t es el promedio de las ventas en unidades en el periodo t

\sum sumatoria de datos

C_i factor de ponderación

X_{t-1} ventas o demandas reales en unidades de los periodos anteriores a t

n número de datos

- Suavización exponencial:

Según Hanke y Wichern (2010), la técnica de suavización exponencial simple resulta apropiada para datos que carecen de una tendencia claramente ascendente o descendente, ya que su objetivo principal es estimar el nivel real. La fórmula de suavización exponencial es la siguiente:

$$F_t = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

F_t = Valor pronosticado para el período de tiempo actual t

α = El valor de la constante de suavizado, entre 0 y 1

y_{t-1} = El valor de datos real para el período de tiempo anterior

F_{t-1} = Valor pronosticado para el período de tiempo anterior t-1

1.1.3.4 Medición del error de pronóstico

Según Hanke y Wichern (2010), la evaluación de la precisión de una técnica de pronóstico se realiza típicamente al comparar los datos originales con los valores pronosticados obtenidos durante las previsiones. Existen diversos métodos para resumir los errores generados por una técnica de pronóstico particular.

A continuación se presentan las formulas matemáticas para medir la precisión del pronóstico. Los errores se definen como la diferencia entre el valor real y el pronosticado, y señalan lo cerca que esta el pronóstico de la demanda real.

- Error del pronóstico:

$$e_i = A_i - F_i$$

- Error medio:

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n}$$

- Error absoluto medio

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

- Error Cuadrático Medio

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

- Error porcentual

$$PE_t = \frac{X_t - \hat{x}_t}{X_t} 100\%$$

- Error porcentual medio

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t}{n}$$

- Error porcentual absoluto medio

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n}$$

- Suma Continua de los Errores de Previsión (SCEP)

$$SCEP = \sum (\text{demanda real del periodo } i - \text{demanda prevista del periodo } i)$$

- Desviación absoluta media:

$$DAM = \sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{n}$$

1.1.3.5 Medición del pronóstico

Señal de seguimiento (TS): Según Heizer y Render (2007), la señal de seguimiento evalúa la capacidad predictiva del pronóstico en comparación con los valores reales. Dado que los pronósticos se actualizan periódicamente (semanal, mensual o trimestralmente), es esencial compararlos con los datos iniciales de la demanda. Es importante destacar que, para un pronóstico bajo control, se espera que el 99% de los errores se sitúe en el rango de -4 MAD a +4 MAD. El cálculo de la señal de seguimiento implica dividir la suma continua de los errores de pronóstico (SCEP) entre la desviación absoluta media (DAM), utilizando la siguiente fórmula.

$$TS = \frac{\sum (A_t - F_t)}{DAM}$$

1.1.3.6 Nivel de inventarios

Conforme a Durán (2012), el nivel de inventarios engloba todos los productos almacenados, que incluyen materia prima, productos en proceso y productos terminados. La gestión efectiva de inventarios requiere la aplicación de diversas técnicas para establecer el nivel óptimo, con el propósito de minimizar los costos totales y maximizar las utilidades. La correcta gestión del inventario ofrece un control que facilita la determinación de la cantidad necesaria a mantener y el momento adecuado para realizar pedidos.

Conforme a las ideas de Camacho y Machado (2017), el inventario es un reflejo de cómo se gestiona una empresa y surge como consecuencia de las decisiones tomadas. La gestión exitosa de inventarios requiere una estimación precisa de las demandas futuras utilizando modelos específicos, con la meta de minimizar los costos totales. Sugieren un control efectivo de los inventarios mediante el indicador de rotación de inventarios para asegurar una disponibilidad eficiente.

1.1.3.7 Costos de inventarios

Conforme a las ideas de Ballou (2004), al establecer una política de inventarios eficaz, es crucial considerar tres categorías generales de costos: Costos de adquisición, Costos de mantener inventario, Costos por faltantes o por falta de existencia, costos de almacenamiento y costo de preparación.

1.1.3.8 Gestión de inventarios

De acuerdo con González (2020), la administración de inventarios es una tarea estrechamente vinculada a la cadena de valor de una organización, determinada por su nivel de servicio y conectada a sus estrategias y tácticas para cumplir con las expectativas de los consumidores.

Salas et al. (2017), la administración de inventarios tiene como objetivo asegurar la disponibilidad puntual de materia prima, elementos en proceso, productos acabados, insumos y repuestos necesarios en las condiciones apropiadas y en la ubicación correcta. Esto se logra mediante el uso de modelos de inventario como el EOQ, que busca minimizar los costos asociados.

1.1.3.9 Stock medio:

El stock medio o promedio de inventario representa el volumen medio de existencias almacenadas durante un período específico. Además, refleja la inversión promedio en inventario de la empresa y es crucial para analizar las variaciones en los costos de mantenimiento. Calcular el stock promedio implica encontrar la media aritmética entre los niveles de inventario al principio y al final durante el período determinado, según Guerrero (2005).

$$\text{Stock Medio} = \frac{\Sigma(\text{stock inicial} + \text{stock final})}{2}$$

1.1.3.10 Rotación de inventarios:

Según Ferrín (2007), la rotación de inventarios implica evaluar la frecuencia con la que se renuevan los productos almacenados, teniendo en cuenta su nivel de existencias. Este indicador se

expresa como la cantidad de veces que se ha realizado una renovación en el inventario durante el período de medición de las salidas.

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Costo de las mercancías vendidas}}{\text{Inventario promedio}}$$

1.1.3.11 Cobertura de Stock:

Según Morillo (2015), la cobertura de stock es un parámetro ampliamente empleado en el control logístico y tiene como finalidad determinar la cantidad de días que los inventarios pueden satisfacer la demanda y permanecer almacenados sin rotación.

$$CS = \frac{\text{Stock}}{\text{Consumo mensual}} * 30 \text{ días}$$

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la relación de la asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario, para implementar un modelo de Pronóstico en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la situación inicial del pronóstico de la demanda y la gestión de inventario en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023?

PE2: ¿Cuál es el modelo de pronóstico de la demanda que tiene menor porcentaje de error en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023?

PE3 ¿Cuál es la relación entre el error del pronóstico y el stock medio en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la relación de la asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario, para implementar un modelo de pronóstico en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

1.3.2 Objetivos específicos

OE1: Analizar la situación inicial del pronóstico de la demanda y la gestión de inventario en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

OE2: Analizar los modelos de pronóstico de la demanda en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

OE3 Determinar la relación entre el error del pronóstico y el stock medio en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipotesis General

La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

1.4.2 Hipótesis específicos

HE1: Existe relación entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

HE2: El análisis de modelos de pronóstico de la demanda mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023

1.5 Operacionalización de Variables

Figura 1

Matriz de operacionalización de variables

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | |
|--|--|---|--|--|-------------------|
| Titulo: ANALISIS DE LA RELACION DE LA ASERTIVIDAD DEL PRONÓSTICO DE DEMANDA CON LA GESTION DE INVENTARIO, PARA IMPLEMENTAR UN MODELO DE PRONÓSTICO EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA PERU AÑO 2019-2023 | | | | | |
| Variables | Definición conceptual | Dimensiones | Indicadores | Formulas | Tipo de variables |
| Variable Independiente: Asertividad de planificación de la demanda | Chase, Jacobs y Aquiliano (2009). La asertividad de la demanda se refiere a la capacidad de un pronóstico o estimación para acercarse con precisión a la demanda real de un producto o servicio. | Pronósticos | Suma continua de los errores de previsión | $SCEP = \sum(\text{demanda real del periodo } i - \text{demanda prevista del periodo } i)$ | Numérica |
| | | | Señal de seguimiento (TS) | $TS = \frac{\sum(A_t - F_t)}{DAM}$ | |
| | | | Pronóstico de Precisión (Forecast Accuracy): | $\text{Precisión del Pronóstico} = \frac{\text{Nº de predicciones Precisas}}{\text{Nº total de predicciones}} * 100$ | |
| | | Medición del error | Error medio | Error Medio: $(\text{demanda real} - \text{demanda prevista})/n$ | |
| | | | Desviación media absoluta (MAD o DMA) | $DAM = \sum_{t=1}^n \frac{ A_t - F_t }{n}$ | |
| | | | Error Porcentual Absoluto medio (MAPE) | $MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t }{n}$ | |
| Asertividad | % Asertividad | Asertividad: $(1 - \text{Error}) * 100$ | | | |
| Variable Dependiente: Nivel de Inventario | Camacho y Machado (2007) destacan que el inventario refleja la gestión de una empresa y que para que sea efectiva es necesario pronosticar con precisión la demanda futura. | Gestión de Inventario | Stock medio | $\text{Stock Medio} = \frac{\sum(\text{stock inicial} + \text{stock final})}{2}$ | Numérica |
| | | Control de Inventario | Cobertura | $CS = \frac{\text{Stock}}{\text{Consumo mensual}} * 30 \text{ días}$ | |
| | | Costos de Inventario | Costos de Almacenamiento | CA= Costo unit de almacenamiento X Cantidad de productos. | |

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

Esta investigación tiene por propósito determinar la relación entre la asertividad de demanda y el nivel de inventario, para plantear el modelo más adecuado según la demanda de la empresa, por lo antes descrito esta investigación es aplicada. Creswell (2024) la define como aquella que se realiza para resolver problemas prácticos, mejorar prácticas y políticas, y contribuir al bienestar de las personas en la vida cotidiana. Patton (2015), añade que genera conocimientos aplicables en contextos específicos.

Según la profundidad de la investigación podemos decir también que es descriptiva, ya que describe el comportamiento de:

La asertividad de demanda, error de pronóstico y el nivel de inventario, a través de las mediciones de los indicadores definidas para cada dimensión.

2.2 Diseño de investigación

El diseño es no-experimental – longitudinal, ya que se evaluará los indicadores sin realizar variaciones en la variable independiente, es decir sólo observaremos y analizaremos. Es longitudinal porque las variables se miden en diversos momentos del tiempo.

G: O₁ X O₂

X: Modelo de pronóstico con menor error

O₁ _____ O₂

G: Empresa metalmeccánica

O₁: Asertividad de pronóstico de demanda según modelo inicial

X: Modelo de pronóstico con menor error

O₂: Asertividad de pronóstico de demanda según modelo de pronóstico con menor error

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Por su parte Tamayo y Tamayo (2000, p. 114) La población es la totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. Para la siguiente investigación se seleccionará la demanda real de la empresa metal mecánica durante el periodo 2019-2023, que está constituida por 572,620 UND distribuida en 19 modelos de productos. (Ver tabla 1)

En la tabla 1 se presenta la demanda anual y total de 19 modelos de productos de una empresa metalmeccánica de Perú de los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

Tabla 1

Demanda anual y total del periodo 2019-2023, según modelo de producto

| Modelo | Demanda 2019 (UND.) | Demanda 2020 (UND.) | Demanda 2021 (UND.) | Demanda 2022 (UND.) | Demanda 2023 (UND.) | Demanda Total 2019-2023 (UND.) |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|
| Modelo A | 49,982 | 45,281 | 51,537 | 40,018 | 21,902 | 208,720 |
| Modelo B | 38,875 | 35,219 | 40,084 | 31,125 | 17,035 | 162,338 |
| Modelo C | 22,214 | 20,125 | 22,905 | 17,786 | 9,734 | 92,764 |
| Modelo D | 6170 | 8654 | 7384 | 5012 | 3982 | 31202 |
| Modelo E | 4029 | 4732 | 5402 | 4032 | 2807 | 21002 |
| Modelo F | 2305 | 3981 | 4201 | 3573 | 2031 | 16091 |
| Modelo G | 1397 | 1530 | 1892 | 3200 | 1302 | 9321 |
| Modelo H | 922 | 897 | 980 | 1020 | 613 | 4432 |
| Modelo I | 1021 | 892 | 999 | 921 | 599 | 4432 |

| | | | | | | |
|----------|-----|------|------|-----|-----|------|
| Modelo J | 858 | 922 | 1040 | 890 | 601 | 4311 |
| Modelo K | 755 | 1020 | 984 | 940 | 532 | 4231 |
| Modelo L | 881 | 1050 | 750 | 850 | 592 | 4123 |
| Modelo M | 367 | 603 | 540 | 476 | 350 | 2336 |
| Modelo N | 475 | 480 | 395 | 405 | 298 | 2053 |
| Modelo O | 606 | 420 | 389 | 321 | 269 | 2005 |
| Modelo P | 259 | 285 | 243 | 219 | 174 | 1180 |
| Modelo Q | 191 | 249 | 197 | 220 | 180 | 1037 |
| Modelo R | 119 | 96 | 95 | 142 | 89 | 541 |
| Modelo S | 93 | 86 | 97 | 130 | 95 | 501 |

2.3.2 Muestra

La muestra es tipo no probabilístico intencionado, que se determinó con la herramienta Pareto, ya que se necesita identificar los productos que representen el 80% de la demanda real como mínimo.

Después de determinar que la muestra abarcará el 81% de demanda real (ver tabla 2 y figura 1) y definir que los modelos A, B y C serán la muestra del análisis, se procedió a detallar su demanda mensual (Ver tabla 3).

En la tabla 2 y Figura 2 se presenta la demanda total y acumulada por modelos en unidades y porcentajes, del periodo 2019-2023.

Tabla 2

Demanda total y acumulada, en unidades y porcentajes, según modelo de producto

| Modelo | Demanda 2019-2023 (UND.) | % | Demanda 2019-2023 (Und) Acumulado | % Acumulado |
|----------|--------------------------------|-------|---|----------------|
| Modelo A | 208,720 | 36.4% | 208,720 | 36.4% |
| Modelo B | 162,338 | 28.3% | 371,058 | 64.8% |
| Modelo C | 92,764 | 16.2% | 463,822 | 81.0% |

| | | | | |
|----------|-------|------|---------|--------|
| Modelo D | 31202 | 5.4% | 495,024 | 86.4% |
| Modelo E | 21002 | 3.7% | 516,026 | 90.1% |
| Modelo F | 16091 | 2.8% | 532,117 | 92.9% |
| Modelo G | 9321 | 1.6% | 541,438 | 94.6% |
| Modelo H | 4432 | 0.8% | 545,870 | 95.3% |
| Modelo I | 4432 | 0.8% | 550,302 | 96.1% |
| Modelo J | 4311 | 0.8% | 554,613 | 96.9% |
| Modelo K | 4231 | 0.7% | 558,844 | 97.6% |
| Modelo L | 4123 | 0.7% | 562,967 | 98.3% |
| Modelo M | 2336 | 0.4% | 565,303 | 98.7% |
| Modelo N | 2053 | 0.4% | 567,356 | 99.1% |
| Modelo O | 2005 | 0.4% | 569,361 | 99.4% |
| Modelo P | 1180 | 0.2% | 570,541 | 99.6% |
| Modelo Q | 1037 | 0.2% | 571,578 | 99.8% |
| Modelo R | 541 | 0.1% | 572,119 | 99.9% |
| Modelo S | 501 | 0.1% | 572,620 | 100.0% |

Figura 2

Demanda total y acumulada, en unidades y porcentajes, según modelo de producto



En la tabla 3 y figura 3 se presenta la demanda mensual de los modelos de productos A, B y C del periodo 2019 al 2023 que forman parte de la muestra de investigación.

Tabla 3

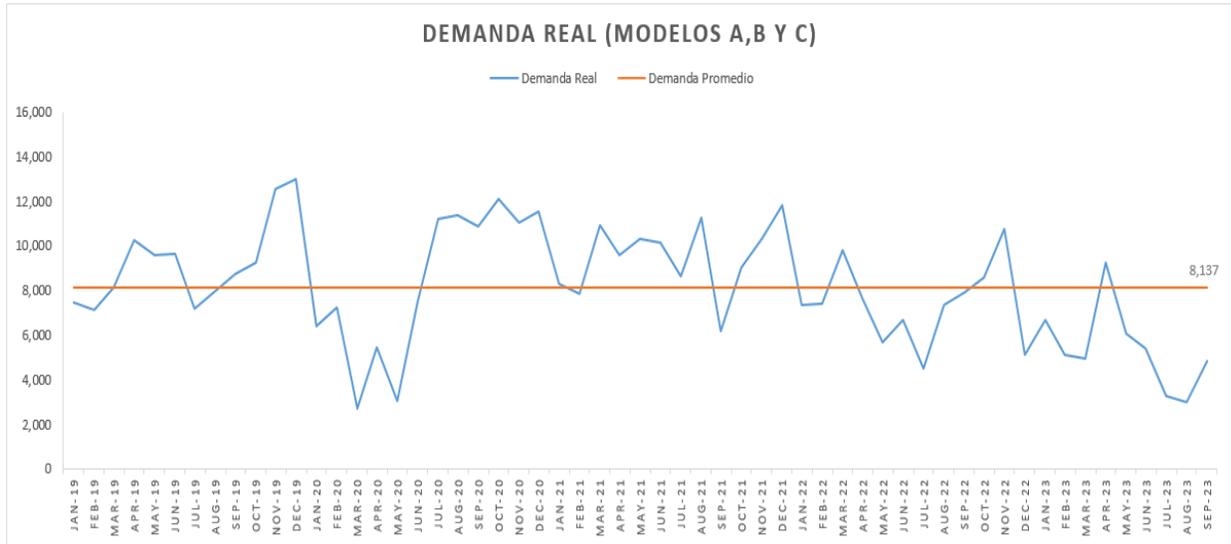
Demanda mensual de la muestra de investigación

| Periodo | Modelo A (UND.) | Modelo B (UND.) | Modelo C (UND.) | Demanda Real Modelo A, B y C UND |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| Jan-19 | 3,368 | 2,619 | 1,497 | 7,484 |
| Feb-19 | 3,218 | 2,503 | 1,430 | 7,150 |
| Mar-19 | 3,663 | 2,849 | 1,628 | 8,141 |
| Apr-19 | 4,620 | 3,593 | 2,053 | 10,266 |
| May-19 | 4,325 | 3,364 | 1,922 | 9,611 |
| Jun-19 | 4,346 | 3,380 | 1,931 | 9,657 |
| Jul-19 | 3,226 | 2,509 | 1,434 | 7,169 |
| Aug-19 | 3,581 | 2,785 | 1,592 | 7,958 |
| Sep-19 | 3,940 | 3,065 | 1,751 | 8,756 |
| Oct-19 | 4,180 | 3,251 | 1,858 | 9,289 |
| Nov-19 | 5,657 | 4,400 | 2,514 | 12,571 |
| Dec-19 | 5,859 | 4,557 | 2,604 | 13,019 |
| Jan-20 | 2,879 | 2,239 | 1,280 | 6,398 |
| Feb-20 | 3,269 | 2,543 | 1,453 | 7,265 |
| Mar-20 | 1,227 | 954 | 545 | 2,727 |
| Apr-20 | 2,454 | 1,909 | 1,091 | 5,454 |
| May-20 | 1,389 | 1,080 | 617 | 3,086 |
| Jun-20 | 3,390 | 2,637 | 1,507 | 7,534 |
| Jul-20 | 5,047 | 3,925 | 2,243 | 11,215 |
| Aug-20 | 5,113 | 3,977 | 2,273 | 11,363 |
| Sep-20 | 4,893 | 3,806 | 2,175 | 10,874 |
| Oct-20 | 5,455 | 4,243 | 2,425 | 12,123 |
| Nov-20 | 4,974 | 3,869 | 2,211 | 11,053 |
| Dec-20 | 5,190 | 4,037 | 2,307 | 11,533 |
| Jan-21 | 3,748 | 2,915 | 1,666 | 8,328 |
| Feb-21 | 3,538 | 2,752 | 1,572 | 7,862 |
| Mar-21 | 4,926 | 3,831 | 2,189 | 10,947 |
| Apr-21 | 4,320 | 3,360 | 1,920 | 9,599 |
| May-21 | 4,635 | 3,605 | 2,060 | 10,300 |
| Jun-21 | 4,560 | 3,547 | 2,027 | 10,133 |

| | | | | |
|--------|-------|-------|-------|--------|
| Jul-21 | 3,897 | 3,031 | 1,732 | 8,661 |
| Aug-21 | 5,073 | 3,946 | 2,255 | 11,274 |
| Sep-21 | 2,781 | 2,163 | 1,236 | 6,180 |
| Oct-21 | 4,078 | 3,172 | 1,813 | 9,063 |
| Nov-21 | 4,645 | 3,613 | 2,065 | 10,323 |
| Dec-21 | 5,335 | 4,150 | 2,371 | 11,856 |
| Jan-22 | 3,306 | 2,571 | 1,469 | 7,347 |
| Feb-22 | 3,339 | 2,597 | 1,484 | 7,419 |
| Mar-22 | 4,430 | 3,445 | 1,969 | 9,844 |
| Apr-22 | 3,416 | 2,657 | 1,518 | 7,590 |
| May-22 | 2,566 | 1,996 | 1,141 | 5,703 |
| Jun-22 | 3,020 | 2,349 | 1,342 | 6,711 |
| Jul-22 | 2,043 | 1,589 | 908 | 4,539 |
| Aug-22 | 3,312 | 2,576 | 1,472 | 7,360 |
| Sep-22 | 3,568 | 2,775 | 1,586 | 7,929 |
| Oct-22 | 3,866 | 3,007 | 1,718 | 8,591 |
| Nov-22 | 4,855 | 3,776 | 2,158 | 10,789 |
| Dec-22 | 2,298 | 1,787 | 1,021 | 5,107 |
| Jan-23 | 3,000 | 2,333 | 1,333 | 6,666 |
| Feb-23 | 2,314 | 1,800 | 1,029 | 5,143 |
| Mar-23 | 2,230 | 1,734 | 991 | 4,955 |
| Apr-23 | 4,164 | 3,239 | 1,851 | 9,253 |
| May-23 | 2,747 | 2,136 | 1,221 | 6,104 |
| Jun-23 | 2,440 | 1,898 | 1,085 | 5,423 |
| Jul-23 | 1,486 | 1,156 | 661 | 3,303 |
| Aug-23 | 1,345 | 1,046 | 598 | 2,988 |
| Sep-23 | 2,176 | 1,693 | 967 | 4,836 |

Figura 3

Demanda mensual de la muestra de investigación



Nota: La demanda real mensual, muestra que hay mucha variabilidad a través de los años, ya que no se acerca al promedio.

2.4 Materiales, técnica e instrumentos

Técnica: Análisis documental (Reporte de datos de inventario, pronóstico y demanda real)

Justificación: Permite examinar, evaluar registros y archivos, para recopilar y validar datos, y después procesarlos realizando cálculos y análisis que apoyen la investigación.

Instrumentos: Archivos, Hojas de cálculo, software, Laptop y calculadora.

Objetivo: Identificar, procesar y analizar la prognosis de demanda, demanda real (Ventas) y los inventarios de una empresa metalmecánica en el periodo 2019-2023.

Procedimiento:

Se identificarán las bases de datos (SAP, Hojas de cálculos, reportes) dónde se encuentra la información del pronóstico de demanda, demanda real y los inventarios del periodo 2019-2023, después se realizará un análisis de PARETO para determinar el tamaño de muestra y posterior a ello se realizarán los cálculos y análisis según las variables y dimensiones de nuestra investigación, para resolver el problema, lograr el objetivo y dar respuesta a nuestras hipótesis. Además de ello se realizarán los cálculos de pronóstico de demanda utilizando varios modelos de pronóstico para determinar el óptimo.

2.4.1 Validez y calidad de la información.**2.4.1.1 Validez**

Para determinar la validez del instrumento de recolección de datos se solicitó una reunión con el experto y dueño de proceso, quien lo validó, pero por temas de confidencialidad y falta de autorización para realizar firmas a terceros no entregó un documento como respaldo.

2.4.1.2 Calidad de la información

La data se extrajo de reportes oficiales, cierres anuales y de bases de información no manipulables (SAP).

2.4.2 Métodos y procedimiento de la prueba de hipótesis**2.4.2.1 Tipo de prueba de Hipótesis**

En la prueba de hipótesis de esta tesis, se llevará a cabo la prueba t de muestras pareadas o relacionadas. Esta prueba implica la comparación de las medias de dos variables dentro de un

mismo grupo, requiriendo que ambas variables tengan el mismo número de observaciones. Es esencial que los datos sigan una distribución normal, representada por una campana de Gauss, para utilizar este tipo de prueba. En caso contrario, se optará por una prueba no paramétrica, la cual no exige que los datos sigan una distribución normal (Flores et al., 2017).

2.4.2.2 Nivel de significancia de la prueba de hipótesis

Según Ventura (2017), la prueba de significación trata sobre determinar cuánto error estaría dispuesto a tolerar el investigador al rechazar la hipótesis nula, suponiendo que esta sea verdadera. En este contexto, se empleará un nivel de significancia de 0.05 como criterio de decisión, y si el valor de p es inferior a 0.05, se procederá a rechazar la hipótesis nula. Así, al elegir el nivel de 0.05, se está aceptando un error máximo del 5%.

2.4.2.3 Procedimiento y programa para realizar pruebas de hipótesis

Antes de realizar las pruebas de hipótesis, el primer paso consiste en someter los datos a pruebas de normalidad para determinar si siguen una distribución normal. Posteriormente, se selecciona el tipo de prueba a realizar, ya sea paramétrica o no paramétrica. En el caso de pruebas paramétricas, se empleará la prueba t de muestras relacionadas, mientras que, para las no paramétricas, se utilizará la prueba de Wilcoxon. Estos valores se extraerán de los resultados proporcionados por Minitab.

2.5 Procedimiento de los resultados

En procedimiento de resultados se dividirá en 3 etapas:

- Diagnóstico de la situación inicial: Iniciaremos realizando una evaluación de la variable independiente (Asertividad de la demanda) y variable dependiente (Nivel de inventario)

con el fin de conocer cuál es la situación inicial y serán medidos a través de indicadores cuantitativos que nos permitirá comparar resultados en el transcurso de la investigación.

- Propuesta de Mejora: Se pronosticará la demanda utilizando 2 modelos de pronóstico.
- Evaluación de la Propuesta de Mejora: Se evaluará y compararán los resultados obtenidos de todos los modelos analizados, con el fin de determinar cuál tiene menor margen de error o mejor asertividad de demanda.

2.6 Aspectos Éticos

Se han tenido en cuenta los aspectos éticos de confidencialidad; por lo que no se ha nombrado a la empresa y no se ha brindado información alguna que pueda relacionarla; objetividad; la investigación se desarrolló de manera libre y son el ánimo de tener sustentos sólidos para validar las hipótesis; veracidad; la información utilizada proviene de fuentes confiable e inalterables.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Previo a llevar a cabo el análisis descriptivo de las variables independientes y dependientes que se definieron en nuestra investigación, es necesario conocer los procesos de la cadena de valor que gestionan dichas variables:

- **Planificación de la demanda:** El output principal de este proceso es la necesidad de productos terminados (demanda), que es enviado al Planificador de producción para que proceda con la programación de producción en SAP con un horizonte fijo de 4 meses y pronosis de 1 año. Aquí debe monitirse las dimensiones: Pronóstico, medición del error y asertividad.
- **Planificación de materiales:** El output principal de este proceso son las órdenes de compra que se emiten a los proveedores, cuya necesidad en cantidades y fechas son determinadas por la programación de producción. También es el responsable de definir las coberturas de materiales para atender la demanda. Aquí debe monitorearse las dimensiones: Gestión de Inventario y Control de inventario.
- **Logística Interna:** Este proceso es el responsable de recepcionar, conservar y suministrar materiales a línea de producción. Aquí debe monitorearse laa dimension: Costos de inventario.

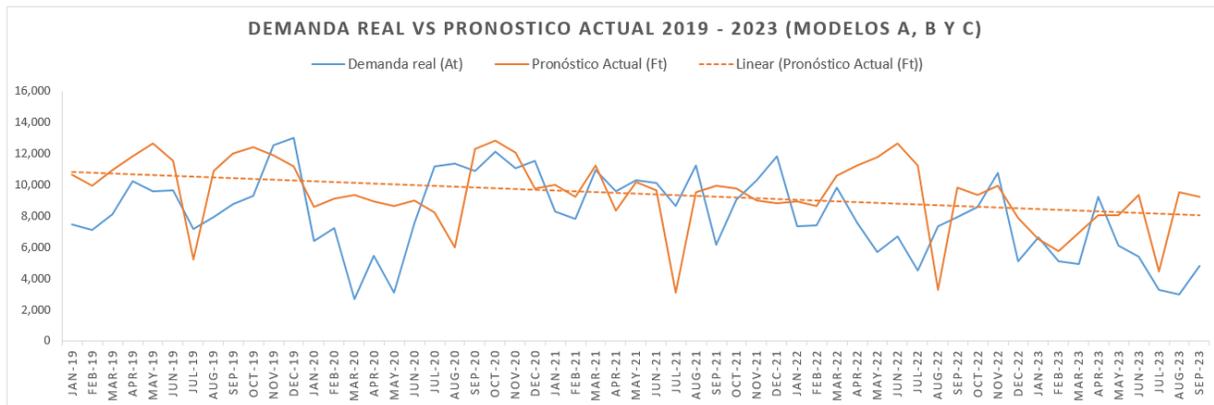
3.1 Análisis descriptivo de variables según modelo de pronóstico inicial del periodo 2019-2023

El análisis descriptivo se realizará por tipo de variable e incluirá las dimensiones con sus respectivos indicadores. La base del cálculo será nuestra muestra de demanda real y el pronóstico

de demanda; éste último determinado por el modelo de pronóstico inicial que realiza la empresa metalmeccánica durante el periodo 2019-2023 (Ver figura 4).

Figura 4

Demanda real y pronóstico de demanda, según pronóstico inicial



Nota: La demanda real tiene una tendencia decreciente; además presenta desviaciones respecto al pronóstico.

3.1.1 Análisis descriptivo de la variable Independiente: Asertividad de la planificación de demanda y sus dimensiones

Para conocer la situación inicial de la variable independiente realizaremos la medición de los indicadores que se definieron para las dimensiones: Pronóstico, medición del error y asertividad; según el pronóstico inicial.

3.1.1.1 Variable independiente dimensión: Pronóstico

Para medir el pronóstico se han definido tres indicadores: sumatoria continua de los errores de previsión (SCEP), señal de seguimiento o rastreo (TS) y el pronóstico de precisión.

La tabla 4 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la dimensión pronóstico del año 2019 al 2023, según el pronóstico inicial.

Tabla 4

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el pronóstico inicial

| Periodo | Demanda real | Pronóstico inicial | SCEP suma continua de los errores de previsión | TS (Señal de rastreo o seguimiento) | Pronóstico de Precisión (Forecast Accuracy) |
|---------|--------------|--------------------|---|-------------------------------------|---|
| Jan-19 | 7,484 | 10,654 | -3,170 | -1.00 | 0.00 |
| Feb-19 | 7,150 | 9,968 | -5,988 | -2.00 | 0.00 |
| Mar-19 | 8,141 | 10,948 | -8,795 | -3.00 | 0.00 |
| Apr-19 | 10,266 | 11,838 | -10,367 | -4.00 | 0.00 |
| May-19 | 9,611 | 12,658 | -13,414 | -5.00 | 0.00 |
| Jun-19 | 9,657 | 11,558 | -15,315 | -6.00 | 0.00 |
| Jul-19 | 7,169 | 5,268 | -13,414 | -5.45 | 0.00 |
| Aug-19 | 7,958 | 10,926 | -16,382 | -6.49 | 0.00 |
| Sep-19 | 8,756 | 12,048 | -19,674 | -7.54 | 0.00 |
| Oct-19 | 9,289 | 12,416 | -22,801 | -8.57 | 0.00 |
| Nov-19 | 12,571 | 11,906 | -22,136 | -8.93 | 0.00 |
| Dec-19 | 13,019 | 11,170 | -20,287 | -8.36 | 0.00 |
| Jan-20 | 6,398 | 8,590 | -22,479 | -9.33 | 0.00 |
| Feb-20 | 7,265 | 9,110 | -24,324 | -10.27 | 0.00 |
| Mar-20 | 2,727 | 9,390 | -30,987 | -11.67 | 0.00 |
| Apr-20 | 5,454 | 8,980 | -34,513 | -12.74 | 0.00 |
| May-20 | 3,086 | 8,670 | -40,097 | -13.93 | 0.00 |
| Jun-20 | 7,534 | 9,020 | -41,583 | -14.85 | 0.00 |
| Jul-20 | 11,215 | 8,223 | -38,591 | -13.73 | 0.00 |
| Aug-20 | 11,363 | 6,030 | -33,258 | -11.32 | 0.00 |
| Sep-20 | 10,874 | 12,305 | -34,689 | -12.11 | 0.00 |
| Oct-20 | 12,123 | 12,830 | -35,396 | -12.79 | 0.00 |
| Nov-20 | 11,053 | 12,083 | -36,426 | -13.53 | 0.00 |

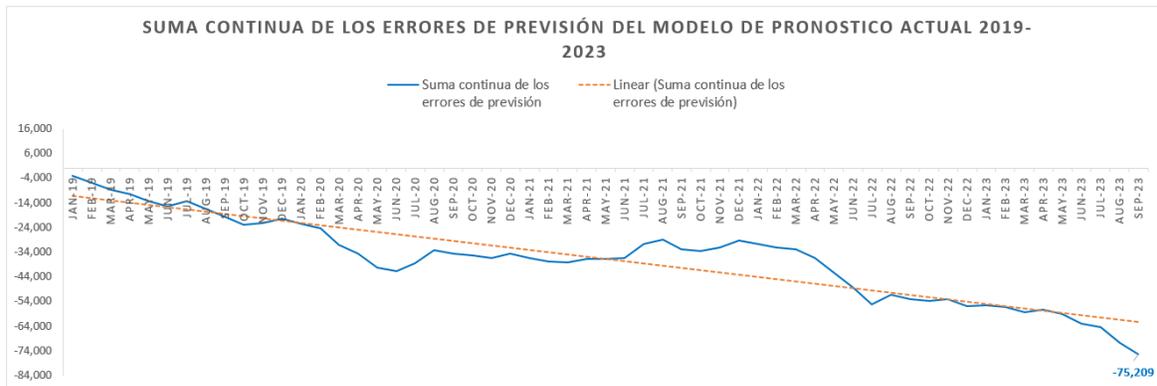
| | | | | | |
|-----------|--------|--------|---------|--------------------|-------|
| Dec-20 | 11,533 | 9,770 | -34,663 | -13.07 | 0.00 |
| Jan-21 | 8,328 | 10,040 | -36,375 | -13.91 | 0.00 |
| Feb-21 | 7,862 | 9,250 | -37,763 | -14.70 | 0.00 |
| Mar-21 | 10,947 | 11,260 | -38,076 | -15.33 | 0.00 |
| Apr-21 | 9,599 | 8,350 | -36,827 | -15.09 | 0.00 |
| May-21 | 10,300 | 10,204 | -36,731 | -15.57 | 1.00 |
| Jun-21 | 10,133 | 9,660 | -36,258 | -15.79 | 0.00 |
| Jul-21 | 8,661 | 3,120 | -30,717 | -12.79 | 0.00 |
| Aug-21 | 11,274 | 9,520 | -28,963 | -12.16 | 0.00 |
| Sep-21 | 6,180 | 9,975 | -32,758 | -13.51 | 0.00 |
| Oct-21 | 9,063 | 9,795 | -33,490 | -14.11 | 0.00 |
| Nov-21 | 10,323 | 9,015 | -32,182 | -13.73 | 0.00 |
| Dec-21 | 11,856 | 8,820 | -29,146 | -12.33 | 0.00 |
| Jan-22 | 7,347 | 8,941 | -30,740 | -13.12 | 0.00 |
| Feb-22 | 7,419 | 8,685 | -32,006 | -13.83 | 0.00 |
| Mar-22 | 9,844 | 10,595 | -32,757 | -14.41 | 0.00 |
| Apr-22 | 7,590 | 11,284 | -36,451 | -15.78 | 0.00 |
| May-22 | 5,703 | 11,790 | -42,538 | -17.71 | 0.00 |
| Jun-22 | 6,711 | 12,655 | -48,482 | -19.50 | 0.00 |
| Jul-22 | 4,539 | 11,280 | -55,223 | -21.37 | 0.00 |
| Aug-22 | 7,360 | 3,275 | -51,138 | -19.53 | 0.00 |
| Sep-22 | 7,929 | 9,825 | -53,034 | -20.38 | 0.00 |
| Oct-22 | 8,591 | 9,380 | -53,823 | -21.00 | 0.00 |
| Nov-22 | 10,789 | 9,940 | -52,974 | -20.96 | 0.00 |
| Dec-22 | 5,107 | 7,890 | -55,757 | -22.02 | 0.00 |
| Jan-23 | 6,666 | 6,556 | -55,647 | -22.41 | 1.00 |
| Feb-23 | 5,143 | 5,784 | -56,288 | -23.01 | 0.00 |
| Mar-23 | 4,955 | 6,968 | -58,301 | -23.92 | 0.00 |
| Apr-23 | 9,253 | 8,063 | -57,111 | -23.66 | 0.00 |
| May-23 | 6,104 | 8,072 | -59,079 | -24.56 | 0.00 |
| Jun-23 | 5,423 | 9,375 | -63,031 | -25.90 | 0.00 |
| Jul-23 | 3,303 | 4,493 | -64,221 | -26.64 | 0.00 |
| Aug-23 | 2,988 | 9,571 | -70,804 | -28.49 | 0.00 |
| Sep-23 | 4,836 | 9,241 | -75,209 | -29.85 | 0.00 |
| Resultado | | | -75,209 | [-29.85, -1.00]MAD | 3.51% |

Se puede apreciar que la sumatoria de los errores de previsión (SCEP), del 2019 al 2023, no ha tenido resultados positivos, por lo que se evidencia que no hubo ajustes en el pronóstico y

el error se ha ido incrementando a lo largo de los meses hasta llegar a -75,209 UND. (Ver Figura 5); la señal de seguimiento o rastreo, del 2019 al 2023, muestra que sólo ha estado dentro del rango [-4,4]MAD los 3 primeros meses, y sus resultados [-29.85,-1.00]MAD evidencian que la demanda real es inferior al pronóstico (Ver Figura 6). Por último, el pronóstico de Precisión, del 2019 al 2023, es de 3.51% de un total de 100%.

Figura 5

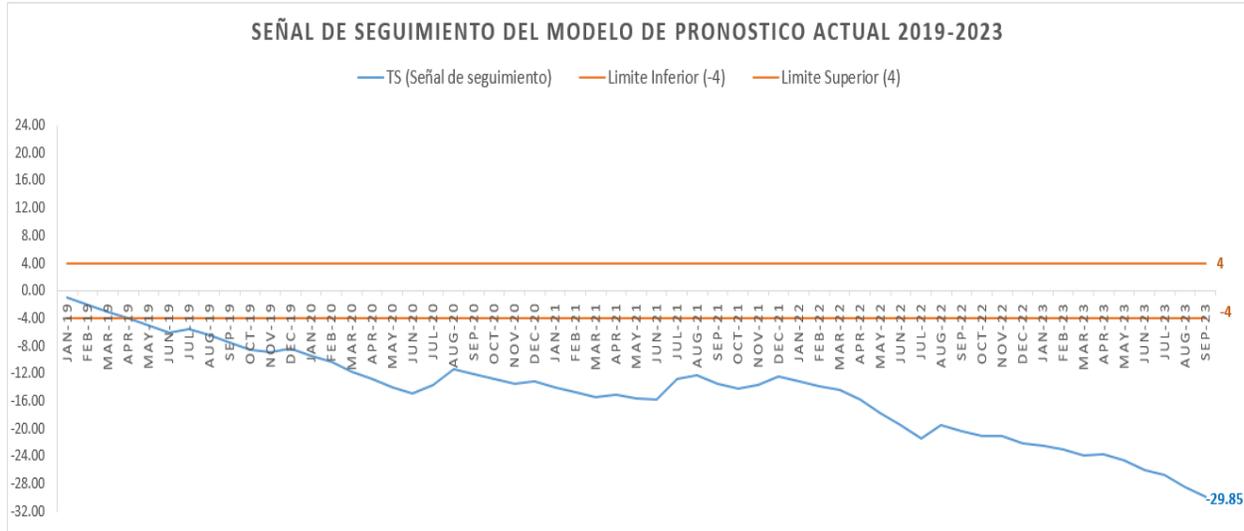
Grafico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de prevision (SCEP), según el pronóstico inicial



Nota: Los errores de prevision se han ido incrementando de manera negativa, por lo que la prognósis ha sido mayor que la demanda real.

Figura 6

Grafico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el pronóstico inicial



Nota: Sólo tres meses el TS estuvo dentro del rango y no se realizan ajustes para que la demanda real se ajuste a lo pronosticado para que haya menos desviaciones.

3.1.1.2 Variable independiente dimensión: Medición del error

Para medir la medición del error se han definido tres indicadores: Error normal (ME), error absoluto medio (MAD) y el error porcentual absoluto medio (MAPE).

La tabla 5 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la medición del error del año 2019 al 2023, según el pronóstico inicial.

Tabla 5

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión medición del error, según el pronóstico inicial

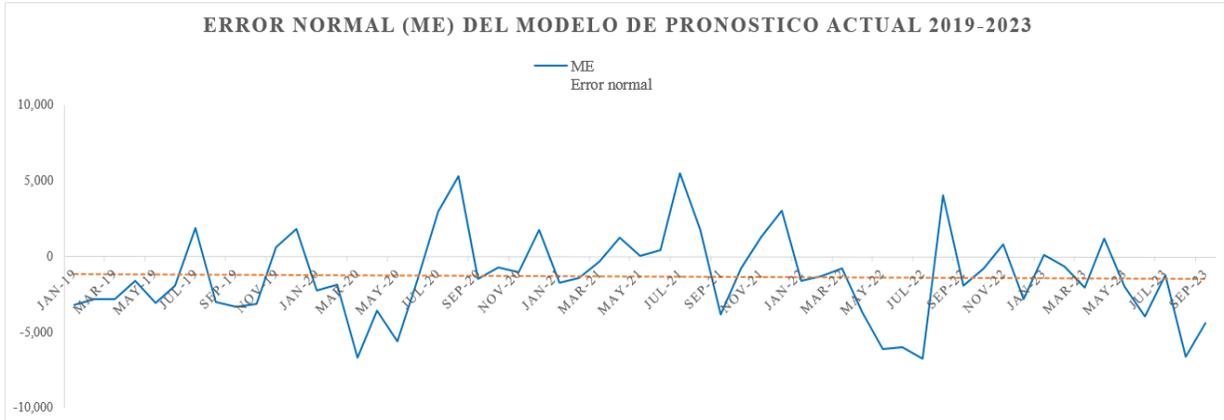
| Periodo | Demanda real | Pronóstico inicial | ME Error normal | MAD Error absoluto medio | MAPE Error porcentual absoluto medio |
|---------|--------------|--------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Jan-19 | 7,484 | 10,654 | -3,170 | 3,170 | 42% |
| Feb-19 | 7,150 | 9,968 | -2,818 | 2,994 | 39% |
| Mar-19 | 8,141 | 10,948 | -2,807 | 2,932 | 34% |
| Apr-19 | 10,266 | 11,838 | -1,572 | 2,592 | 15% |
| May-19 | 9,611 | 12,658 | -3,047 | 2,683 | 32% |
| Jun-19 | 9,657 | 11,558 | -1,901 | 2,553 | 20% |
| Jul-19 | 7,169 | 5,268 | 1,901 | 2,459 | 27% |
| Aug-19 | 7,958 | 10,926 | -2,968 | 2,523 | 37% |
| Sep-19 | 8,756 | 12,048 | -3,292 | 2,608 | 38% |
| Oct-19 | 9,289 | 12,416 | -3,127 | 2,660 | 34% |
| Nov-19 | 12,571 | 11,906 | 665 | 2,479 | 5% |
| Dec-19 | 13,019 | 11,170 | 1,849 | 2,426 | 14% |
| Jan-20 | 6,398 | 8,590 | -2,192 | 2,408 | 34% |
| Feb-20 | 7,265 | 9,110 | -1,845 | 2,368 | 25% |
| Mar-20 | 2,727 | 9,390 | -6,663 | 2,654 | 244% |
| Apr-20 | 5,454 | 8,980 | -3,526 | 2,709 | 65% |
| May-20 | 3,086 | 8,670 | -5,584 | 2,878 | 181% |
| Jun-20 | 7,534 | 9,020 | -1,486 | 2,801 | 20% |
| Jul-20 | 11,215 | 8,223 | 2,992 | 2,811 | 27% |
| Aug-20 | 11,363 | 6,030 | 5,333 | 2,937 | 47% |
| Sep-20 | 10,874 | 12,305 | -1,431 | 2,865 | 13% |
| Oct-20 | 12,123 | 12,830 | -707 | 2,767 | 6% |
| Nov-20 | 11,053 | 12,083 | -1,030 | 2,692 | 9% |
| Dec-20 | 11,533 | 9,770 | 1,763 | 2,653 | 15% |
| Jan-21 | 8,328 | 10,040 | -1,712 | 2,615 | 21% |
| Feb-21 | 7,862 | 9,250 | -1,388 | 2,568 | 18% |
| Mar-21 | 10,947 | 11,260 | -313 | 2,485 | 3% |
| Apr-21 | 9,599 | 8,350 | 1,249 | 2,440 | 13% |
| May-21 | 10,300 | 10,204 | 96 | 2,360 | 1% |
| Jun-21 | 10,133 | 9,660 | 473 | 2,297 | 5% |
| Jul-21 | 8,661 | 3,120 | 5,541 | 2,401 | 64% |

| | | | | | |
|-------------------|--------|--------|---------------|--------------|----------------|
| Aug-21 | 11,274 | 9,520 | 1,754 | 2,381 | 16% |
| Sep-21 | 6,180 | 9,975 | -3,795 | 2,424 | 61% |
| Oct-21 | 9,063 | 9,795 | -732 | 2,374 | 8% |
| Nov-21 | 10,323 | 9,015 | 1,308 | 2,344 | 13% |
| Dec-21 | 11,856 | 8,820 | 3,036 | 2,363 | 26% |
| Jan-22 | 7,347 | 8,941 | -1,594 | 2,342 | 22% |
| Feb-22 | 7,419 | 8,685 | -1,266 | 2,314 | 17% |
| Mar-22 | 9,844 | 10,595 | -751 | 2,274 | 8% |
| Apr-22 | 7,590 | 11,284 | -3,694 | 2,309 | 49% |
| May-22 | 5,703 | 11,790 | -6,087 | 2,401 | 107% |
| Jun-22 | 6,711 | 12,655 | -5,944 | 2,486 | 89% |
| Jul-22 | 4,539 | 11,280 | -6,741 | 2,585 | 149% |
| Aug-22 | 7,360 | 3,275 | 4,085 | 2,619 | 56% |
| Sep-22 | 7,929 | 9,825 | -1,896 | 2,603 | 24% |
| Oct-22 | 8,591 | 9,380 | -789 | 2,563 | 9% |
| Nov-22 | 10,789 | 9,940 | 849 | 2,527 | 8% |
| Dec-22 | 5,107 | 7,890 | -2,783 | 2,532 | 54% |
| Jan-23 | 6,666 | 6,556 | 110 | 2,483 | 2% |
| Feb-23 | 5,143 | 5,784 | -641 | 2,446 | 12% |
| Mar-23 | 4,955 | 6,968 | -2,013 | 2,437 | 41% |
| Apr-23 | 9,253 | 8,063 | 1,190 | 2,413 | 13% |
| May-23 | 6,104 | 8,072 | -1,968 | 2,405 | 32% |
| Jun-23 | 5,423 | 9,375 | -3,952 | 2,434 | 73% |
| Jul-23 | 3,303 | 4,493 | -1,190 | 2,411 | 36% |
| Aug-23 | 2,988 | 9,571 | -6,583 | 2,486 | 220% |
| Sep-23 | 4,836 | 9,241 | -4,405 | 2,519 | 91% |
| Resultados | | | -1,319 | 2,519 | 30.960% |

Como se puede apreciar el error normal (ME), del 2019 al 2023, tiene un promedio negativo de -1,319 UND, es decir existe una sobre estimación de la demanda real (ver figura 7); el error absoluto medio (MAD) es de 2,519 UND, dicho valor representa la desviación promedio entre la demanda real y el pronóstico (ver figura 8); el error porcentual absoluto medio (MAPE) alcanza el 30.960% (Ver figura 9).

Figura 7

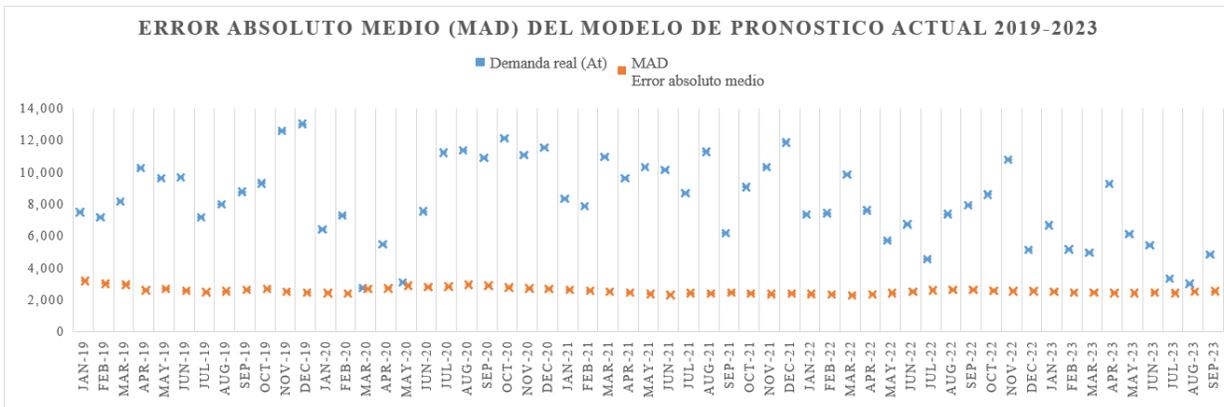
Grafico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico inicial



Nota: Se aprecia que los valores de error son muy variables, a nivel positivo y negativo, por lo que no se puede ver a simple vista una tendencia.

Figura 8

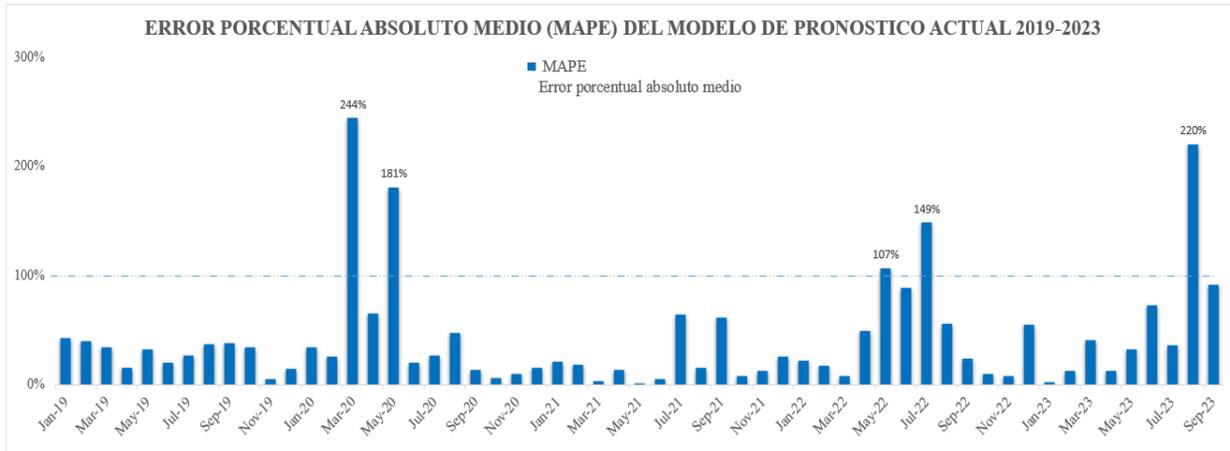
Grafico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico inicial



Nota: Se aprecia que el error absoluto es constante.

Figura 9

Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico inicial



Nota: El alto nivel de error el mes de marzo a mayo 2020 se debió a la paralización nacional por Covid y los últimos meses del 2023, por la reducción de demanda por la crisis económica.

3.1.1.3 Variable independiente dimensión: Asertividad

Para medir la asertividad se definió el indicador: % asertividad (Este indicador es el resultado de restar 100% menos el % error)

Se obtuvo como resultado: 69.040% de asertividad.

3.1.1.4 Análisis descriptivo de la variable Dependiente: Nivel de Inventario y sus dimensiones

Para medir la variable dependiente nivel de inventario se han definido tres dimensiones con su respectivo indicador.

3.1.1.5 Variable dependiente dimensión: Gestión de inventario

Para medir la dimensión Gestión de inventario se ha definido el indicador Stock medio, dicho stock se ha generado según la prognosis inicial de la empresa metalmecánica en el periodo 2020-2023.

La tabla 6 muestra los resultados mensuales del Stock medio del periodo 2019-2023, generados según el pronóstico inicial.

Tabla 6

Resultados mensuales del indicador stock medio de la dimensión gestión de inventario, según el pronóstico inicial

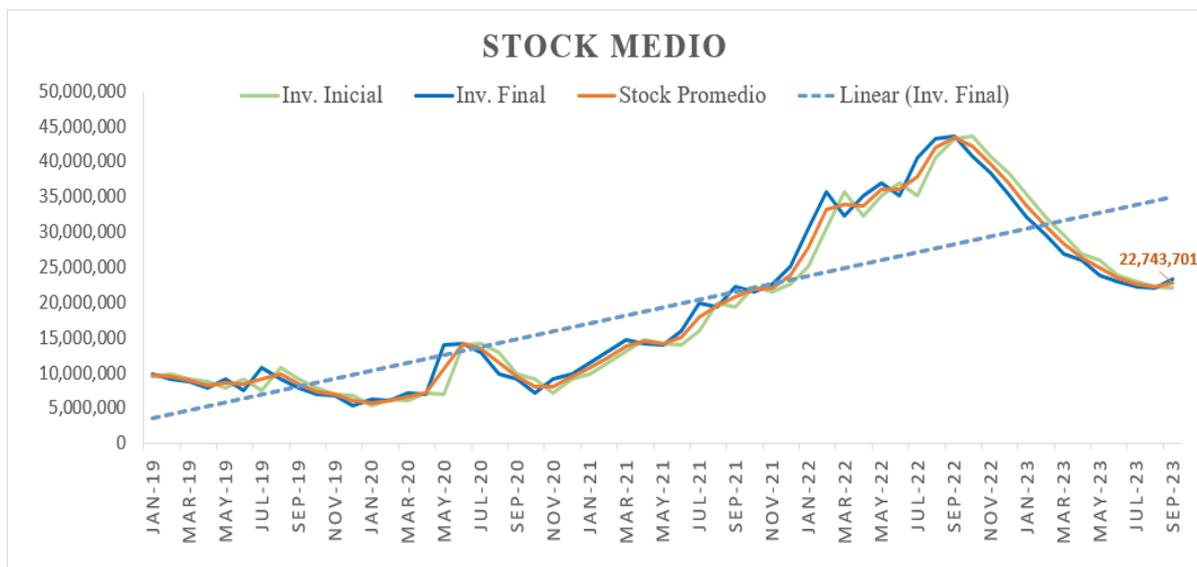
| Periodo | Inventario Inicial de materiales (PEN) | Inventario Final de materiales (PEN) | Stock medio (PEN) |
|---------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Jan-19 | 9,505,583 | 9,906,629 | 9,706,106 |
| Feb-19 | 9,906,629 | 9,104,538 | 9,505,583 |
| Mar-19 | 9,104,538 | 8,774,378 | 8,939,458 |
| Apr-19 | 8,774,378 | 7,896,896 | 8,335,637 |
| May-19 | 7,896,896 | 9,210,273 | 8,553,585 |
| Jun-19 | 9,210,273 | 7,550,988 | 8,380,631 |
| Jul-19 | 7,550,988 | 10,760,327 | 9,155,658 |
| Aug-19 | 10,760,327 | 9,106,256 | 9,933,292 |
| Sep-19 | 9,106,256 | 7,848,290 | 8,477,273 |
| Oct-19 | 7,848,290 | 7,067,465 | 7,457,877 |
| Nov-19 | 7,067,465 | 6,862,792 | 6,965,128 |
| Dec-19 | 6,862,792 | 5,398,337 | 6,130,565 |
| Jan-20 | 5,398,337 | 6,238,125 | 5,818,231 |
| Feb-20 | 6,238,125 | 6,160,042 | 6,199,084 |
| Mar-20 | 6,160,042 | 7,225,126 | 6,692,584 |
| Apr-20 | 7,225,126 | 7,100,518 | 7,162,822 |
| May-20 | 7,100,518 | 14,053,958 | 10,577,238 |
| Jun-20 | 14,053,958 | 14,205,769 | 14,129,864 |
| Jul-20 | 14,205,769 | 12,880,661 | 13,543,215 |
| Aug-20 | 12,880,661 | 9,971,637 | 11,426,149 |

| | | | |
|--------|------------|------------|------------|
| Sep-20 | 9,971,637 | 9,117,972 | 9,544,804 |
| Oct-20 | 9,117,972 | 7,160,077 | 8,139,024 |
| Nov-20 | 7,160,077 | 9,155,877 | 8,157,977 |
| Dec-20 | 9,155,877 | 9,929,535 | 9,542,706 |
| Jan-21 | 9,929,535 | 11,559,005 | 10,744,270 |
| Feb-21 | 11,559,005 | 13,040,463 | 12,299,734 |
| Mar-21 | 13,040,463 | 14,726,284 | 13,883,374 |
| Apr-21 | 14,726,284 | 14,256,571 | 14,491,427 |
| May-21 | 14,256,571 | 14,099,565 | 14,178,068 |
| Jun-21 | 14,099,565 | 15,980,127 | 15,039,846 |
| Jul-21 | 15,980,127 | 19,871,160 | 17,925,643 |
| Aug-21 | 19,871,160 | 19,369,429 | 19,620,294 |
| Sep-21 | 19,369,429 | 22,326,066 | 20,847,747 |
| Oct-21 | 22,326,066 | 21,594,084 | 21,960,075 |
| Nov-21 | 21,594,084 | 22,599,665 | 22,096,875 |
| Dec-21 | 22,599,665 | 25,082,950 | 23,841,308 |
| Jan-22 | 25,082,950 | 30,585,888 | 27,834,419 |
| Feb-22 | 30,585,888 | 35,813,215 | 33,199,551 |
| Mar-22 | 35,813,215 | 32,259,863 | 34,036,539 |
| Apr-22 | 32,259,863 | 35,271,916 | 33,765,890 |
| May-22 | 35,271,916 | 37,017,656 | 36,144,786 |
| Jun-22 | 37,017,656 | 35,289,179 | 36,153,418 |
| Jul-22 | 35,289,179 | 40,667,512 | 37,978,346 |
| Aug-22 | 40,667,512 | 43,337,685 | 42,002,599 |
| Sep-22 | 43,337,685 | 43,596,373 | 43,467,029 |
| Oct-22 | 43,596,373 | 40,846,601 | 42,221,487 |
| Nov-22 | 40,846,601 | 38,460,188 | 39,653,395 |
| Dec-22 | 38,460,188 | 35,392,965 | 36,926,577 |
| Jan-23 | 35,392,965 | 32,158,781 | 33,775,873 |
| Feb-23 | 32,158,781 | 29,697,131 | 30,927,956 |
| Mar-23 | 29,697,131 | 27,030,250 | 28,363,691 |
| Apr-23 | 27,030,250 | 25,959,505 | 26,494,877 |
| May-23 | 25,959,505 | 23,969,748 | 24,964,626 |
| Jun-23 | 23,969,748 | 23,005,121 | 23,487,434 |
| Jul-23 | 23,005,121 | 22,330,652 | 22,667,886 |
| Aug-23 | 22,330,652 | 22,093,547 | 22,212,099 |
| Sep-23 | 22,093,547 | 23,393,854 | 22,743,701 |

Como se puede apreciar el stock medio se ha ido incrementando considerablemente desde inicio del 2021. Además de ello en el periodo de julio a setiembre no se ha logrado reducir el inventario y se mantuvo sobre los 22 millones de soles (ver figura 10).

Figura 10

Gráfico de los resultados mensuales del stock medio, según prognosis inicial



Nota: *El stock medio presenta tendencia ascendente.*

3.1.1.6 Variable dependiente dimensión: Control de inventario

Para medir la dimensión control de inventario se calculará la cobertura mensual del periodo 2029-2023, según el pronóstico inicial.

En la tabla 7 se muestran los resultados mensuales de cobertura de stock, según el pronóstico inicial.

Tabla 7

Resultados mensuales del indicador cobertura de la dimensión control de inventario, según el pronóstico inicial

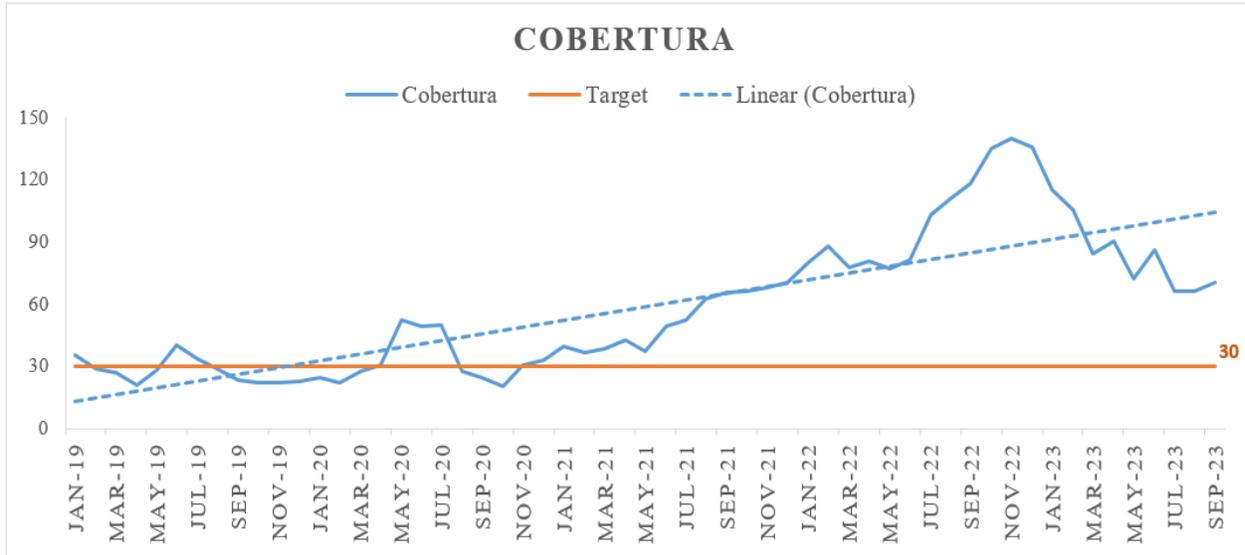
| Periodo | Inventario Final de materiales (PEN) | Cobertura (DÍAS) |
|---------|--------------------------------------|------------------|
| Jan-19 | 9,906,629 | 35 |
| Feb-19 | 9,104,538 | 28 |
| Mar-19 | 8,774,378 | 27 |
| Apr-19 | 7,896,896 | 21 |
| May-19 | 9,210,273 | 28 |
| Jun-19 | 7,550,988 | 40 |
| Jul-19 | 10,760,327 | 33 |
| Aug-19 | 9,106,256 | 29 |
| Sep-19 | 7,848,290 | 23 |
| Oct-19 | 7,067,465 | 22 |
| Nov-19 | 6,862,792 | 22 |
| Dec-19 | 5,398,337 | 22 |
| Jan-20 | 6,238,125 | 24 |
| Feb-20 | 6,160,042 | 22 |
| Mar-20 | 7,225,126 | 27 |
| Apr-20 | 7,100,518 | 30 |
| May-20 | 14,053,958 | 52 |
| Jun-20 | 14,205,769 | 49 |
| Jul-20 | 12,880,661 | 50 |
| Aug-20 | 9,971,637 | 28 |
| Sep-20 | 9,117,972 | 24 |
| Oct-20 | 7,160,077 | 20 |
| Nov-20 | 9,155,877 | 30 |
| Dec-20 | 9,929,535 | 33 |
| Jan-21 | 11,559,005 | 40 |
| Feb-21 | 13,040,463 | 37 |
| Mar-21 | 14,726,284 | 38 |
| Apr-21 | 14,256,571 | 42 |
| May-21 | 14,099,565 | 37 |
| Jun-21 | 15,980,127 | 49 |
| Jul-21 | 19,871,160 | 52 |
| Aug-21 | 19,369,429 | 63 |
| Sep-21 | 22,326,066 | 66 |

| | | |
|--------|------------|-----|
| Oct-21 | 21,594,084 | 66 |
| Nov-21 | 22,599,665 | 68 |
| Dec-21 | 25,082,950 | 70 |
| Jan-22 | 30,585,888 | 80 |
| Feb-22 | 35,813,215 | 88 |
| Mar-22 | 32,259,863 | 77 |
| Apr-22 | 35,271,916 | 81 |
| May-22 | 37,017,656 | 77 |
| Jun-22 | 35,289,179 | 81 |
| Jul-22 | 40,667,512 | 103 |
| Aug-22 | 43,337,685 | 111 |
| Sep-22 | 43,596,373 | 118 |
| Oct-22 | 40,846,601 | 135 |
| Nov-22 | 38,460,188 | 140 |
| Dec-22 | 35,392,965 | 135 |
| Jan-23 | 32,158,781 | 115 |
| Feb-23 | 29,697,131 | 105 |
| Mar-23 | 27,030,250 | 84 |
| Apr-23 | 25,959,505 | 90 |
| May-23 | 23,969,748 | 72 |
| Jun-23 | 23,005,121 | 86 |
| Jul-23 | 22,330,652 | 66 |
| Aug-23 | 22,093,547 | 66 |
| Sep-23 | 23,393,854 | 70 |

Como se puede apreciar, la cobertura de materiales empezó a incrementar sus niveles desde enero 2021; desde dicha fecha a la actualidad la empresa metalmecánica no ha logrado alcanzar el target (30 días de cobertura). La cobertura presenta una tendencia ascendente. (Ver figura 11)

Figura 11

Gráfico de los resultados mensuales de la cobertura, según pronóstico inicial



Nota: Desde noviembre 2020 no se ha logrado alcanzar el target de 30 días de cobertura.

3.1.1.7 Variable dependiente dimensión: Costos de inventario

Para medir la dimensión costo de inventario se estableció el indicador: costo de almacenamiento.

La tabla 8 muestra los costos de almacenamiento al cierre de cada mes, durante el periodo 2019-2023, según el pronóstico inicial.

Tabla 8

Resultados mensuales del costo de almacenamiento de la dimensión costo de inventario, según el pronóstico inicial

| Periodo | Inventario Final de materiales (PEN) | Costos de Almacenamiento (PEN) |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Jan-19 | 9,906,629 | 123,833 |
| Feb-19 | 9,104,538 | 113,807 |
| Mar-19 | 8,774,378 | 109,680 |
| Apr-19 | 7,896,896 | 98,711 |
| May-19 | 9,210,273 | 115,128 |
| Jun-19 | 7,550,988 | 94,387 |
| Jul-19 | 10,760,327 | 134,504 |
| Aug-19 | 9,106,256 | 113,828 |
| Sep-19 | 7,848,290 | 98,104 |
| Oct-19 | 7,067,465 | 88,343 |
| Nov-19 | 6,862,792 | 85,785 |
| Dec-19 | 5,398,337 | 67,479 |
| Jan-20 | 6,238,125 | 77,977 |
| Feb-20 | 6,160,042 | 77,001 |
| Mar-20 | 7,225,126 | 90,314 |
| Apr-20 | 7,100,518 | 88,756 |
| May-20 | 14,053,958 | 175,674 |
| Jun-20 | 14,205,769 | 177,572 |
| Jul-20 | 12,880,661 | 161,008 |
| Aug-20 | 9,971,637 | 124,645 |
| Sep-20 | 9,117,972 | 113,975 |
| Oct-20 | 7,160,077 | 89,501 |
| Nov-20 | 9,155,877 | 114,448 |
| Dec-20 | 9,929,535 | 124,119 |
| Jan-21 | 11,559,005 | 144,488 |
| Feb-21 | 13,040,463 | 163,006 |
| Mar-21 | 14,726,284 | 184,079 |
| Apr-21 | 14,256,571 | 178,207 |
| May-21 | 14,099,565 | 176,245 |
| Jun-21 | 15,980,127 | 199,752 |

| | | |
|--------|------------|---------|
| Jul-21 | 19,871,160 | 248,389 |
| Aug-21 | 19,369,429 | 242,118 |
| Sep-21 | 22,326,066 | 279,076 |
| Oct-21 | 21,594,084 | 269,926 |
| Nov-21 | 22,599,665 | 282,496 |
| Dec-21 | 25,082,950 | 313,537 |
| Jan-22 | 30,585,888 | 382,324 |
| Feb-22 | 35,813,215 | 447,665 |
| Mar-22 | 32,259,863 | 403,248 |
| Apr-22 | 35,271,916 | 440,899 |
| May-22 | 37,017,656 | 462,721 |
| Jun-22 | 35,289,179 | 441,115 |
| Jul-22 | 40,667,512 | 508,344 |
| Aug-22 | 43,337,685 | 541,721 |
| Sep-22 | 43,596,373 | 544,955 |
| Oct-22 | 40,846,601 | 510,583 |
| Nov-22 | 38,460,188 | 480,752 |
| Dec-22 | 35,392,965 | 442,412 |
| Jan-23 | 32,158,781 | 401,985 |
| Feb-23 | 29,697,131 | 371,214 |
| Mar-23 | 27,030,250 | 337,878 |
| Apr-23 | 25,959,505 | 324,494 |
| May-23 | 23,969,748 | 299,622 |
| Jun-23 | 23,005,121 | 287,564 |
| Jul-23 | 22,330,652 | 279,133 |
| Aug-23 | 22,093,547 | 276,169 |
| Sep-23 | 23,393,854 | 292,423 |

Se puede apreciar que los costos de almacenamiento también tienen tendencia ascendente, por lo que los resultados al cierre de cada mes se han ido incrementando de manera gradual. (Ver figura 12)

Figura 12

Gráfico de los resultados mensuales del costo de almacenamiento, según prognosis inicial



Nota: Los costos de almacenamiento han tenido una tendencia ascendente desde noviembre 2020.

3.2 Propuesta de análisis de los modelo de pronóstico: Promedio móvil ponderado y Suavización exponencial Simple.

3.2.1 Proceso de diseño de la propuesta

La empresa metalmecánica con más de 50 años en el mercado nacional, requiere para atender la demanda de sus clientes, abastecerse de materia prima, para posterior a ello distribuirlo a las líneas de producción. El proceso de suministro es crucial para la continuidad de las operaciones de la empresa.

El proceso de suministro de materiales se hace relevante porque más del 70% de insumos proviene de proveedores internacionales que tienen hasta 240 días de lead time, y el 80% tiene un

lead time de 120%; por lo que se hace vital monitorear el proceso y controlarlo. Cabe resaltar que se ha identificado un incremento con tendencia ascente de los inventarios de la empresa metalmecánica, lo que le ha quitado liquidez he incrementado el riesgo de suministro por falta de pago a proveedores.

Por lo anterior expuesto, se plantea evaluar nuevos modelos de pronóstico de la demanda, que mejoren la asertividad del pronóstico; dicho de otro modo, que cada vez estén más cerca, el pronóstico y la demanda real. Esto será un input muy importante para que la empresa planifique su suministro en base a lo que realmente necesita el mercado y reduzca inventario innecesario que le generan costos de mantenimiento y costos de oportunidad.

La fuente de información para realizar el nuevo cálculo de prognosis de la demanda según los modelos propuestos y analizar después la variable indepediente, será: La demanda real inicial de la empresa metalmecánica de los años 2019 al 2023.

Después de realizar el análisis descriptivo de la variable independiente de ambos modelos, se realizará un comparativo para poder determinar el modelo que tenga una mayor asertividad de pronóstico comparado al inicial (reducción del error).

La determinación de implementar el mejor modelo de pronóstico propuesto, se realizará después de responder la hipótesis específica 2: **El análisis de modelos de pronóstico de la demanda mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.** Ya que con ello determinaremos científicamente si existe correlación entre ambas variables.

3.2.2 Determinación de los modelos de pronóstico de demanda a analizar

Según el análisis de la situación inicial, la demanda real es irregular. Esta irregularidad se debe a que la demanda de los productos que ofrece la empresa metalmeccánica se ve afectado por las fluctuaciones económicas a corto plazo. Los modelos de pronóstico que se analizarán son: Pronóstico promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple.

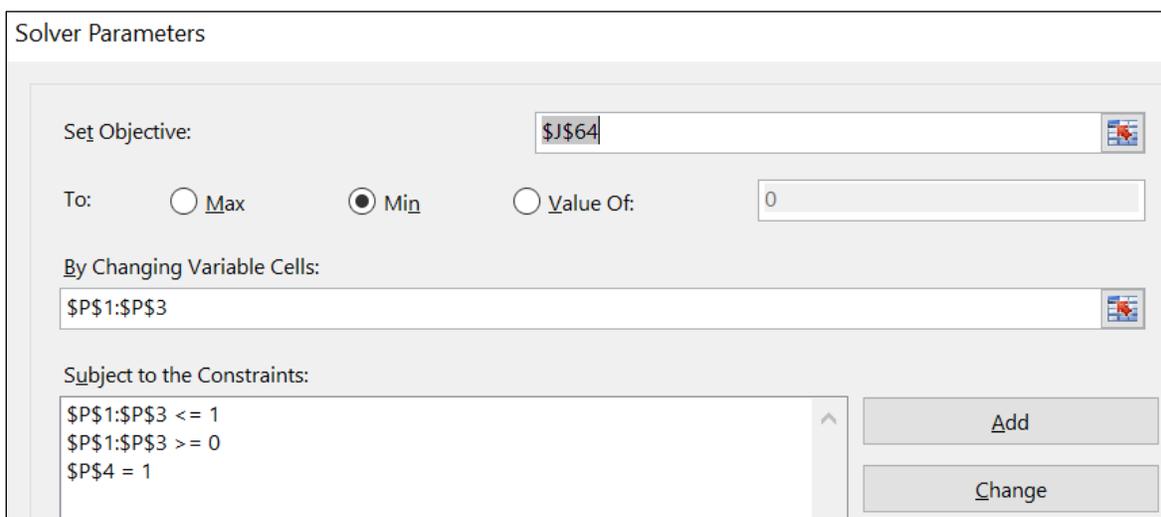
3.2.2.1 Modelo de pronóstico propuesto: Promedio móvil ponderado

3.2.2.2 Análisis descriptivo de la variable Independiente: Asertividad de la planificación de demanda y sus dimensiones

Para que el porcentaje de ponderación de $N=3$ sea el que minimice el error se empleó la herramienta SOLVED (Ver figura 13) y se obtuvo como resultado: $N_1 = 0.00$, $N_2 = 0.27$ y $N_3 = 0.73$

Figura 13

Parametros para que solved minimice el error del modelo de promedio movil ponderado



Solver Parameters

Set Objective:

To: Max Min Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

-
-
-

- **Variable Independiente dimensión: Pronóstico**

La tabla 9 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la dimensión pronóstico del año 2019 al 2023, según el pronóstico promedio móvil ponderado.

Tabla 9

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el modelo pronóstico promedio móvil ponderado

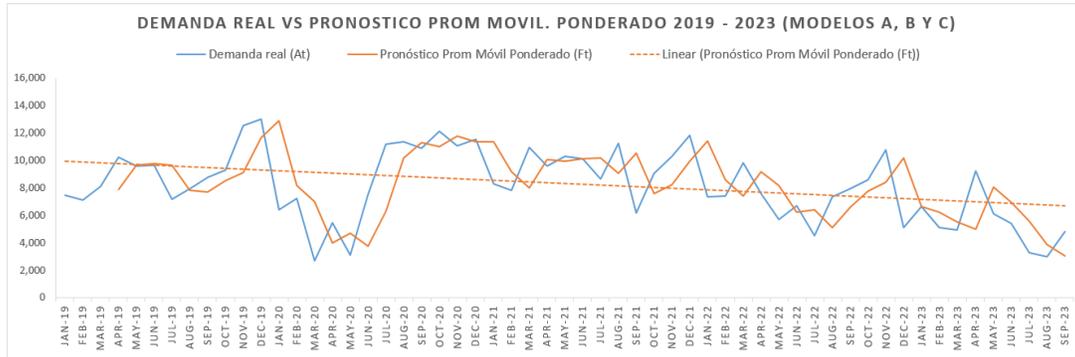
| Periodo | Demanda real | Pronóstico Prom. Móvil Ponderado N=3 | SCEP Suma continua de los errores de previsión | TS (Señal de rastreo o seguimiento) | Pronóstico de Precisión (Forecast Accuracy) |
|---------|--------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Jan-19 | 7,484 | | | | |
| Feb-19 | 7,150 | | | | |
| Mar-19 | 8,141 | | | | |
| Apr-19 | 10,266 | 7,869 | 2,397 | 1.00 | 0.00 |
| May-19 | 9,611 | 9,683 | 2,325 | 1.88 | 1.00 |
| Jun-19 | 9,657 | 9,791 | 2,191 | 2.53 | 1.00 |
| Jul-19 | 7,169 | 9,644 | -284 | -0.22 | 0.00 |
| Aug-19 | 7,958 | 7,852 | -178 | -0.17 | 1.00 |
| Sep-19 | 8,756 | 7,742 | 837 | 0.81 | 0.00 |
| Oct-19 | 9,289 | 8,537 | 1,589 | 1.60 | 0.00 |
| Nov-19 | 12,571 | 9,143 | 5,017 | 3.87 | 0.00 |
| Dec-19 | 13,019 | 11,670 | 6,365 | 4.88 | 0.00 |
| Jan-20 | 6,398 | 12,896 | -133 | -0.07 | 0.00 |
| Feb-20 | 7,265 | 8,215 | -1,082 | -0.62 | 0.00 |
| Mar-20 | 2,727 | 7,027 | -5,382 | -2.75 | 0.00 |
| Apr-20 | 5,454 | 3,972 | -3,901 | -2.03 | 0.00 |
| May-20 | 3,086 | 4,706 | -5,520 | -2.91 | 0.00 |
| Jun-20 | 7,534 | 3,736 | -1,722 | -0.85 | 0.00 |
| Jul-20 | 11,215 | 6,314 | 3,179 | 1.44 | 0.00 |
| Aug-20 | 11,363 | 10,205 | 4,337 | 2.02 | 0.00 |
| Sep-20 | 10,874 | 11,322 | 3,889 | 1.90 | 0.00 |
| Oct-20 | 12,123 | 11,008 | 5,004 | 2.50 | 0.00 |
| Nov-20 | 11,053 | 11,780 | 4,276 | 2.21 | 0.00 |
| Dec-20 | 11,533 | 11,347 | 4,463 | 2.41 | 0.00 |
| Jan-21 | 8,328 | 11,401 | 1,390 | 0.73 | 0.00 |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------------|-------|
| Feb-21 | 7,862 | 9,207 | 44 | 0.02 | 0.00 |
| Mar-21 | 10,947 | 7,990 | 3,001 | 1.56 | 0.00 |
| Apr-21 | 9,599 | 10,101 | 2,500 | 1.34 | 0.00 |
| May-21 | 10,300 | 9,969 | 2,831 | 1.56 | 0.00 |
| Jun-21 | 10,133 | 10,108 | 2,856 | 1.64 | 1.00 |
| Jul-21 | 8,661 | 10,179 | 1,338 | 0.77 | 0.00 |
| Aug-21 | 11,274 | 9,065 | 3,548 | 2.02 | 0.00 |
| Sep-21 | 6,180 | 10,557 | -829 | -0.45 | 0.00 |
| Oct-21 | 9,063 | 7,578 | 656 | 0.36 | 0.00 |
| Nov-21 | 10,323 | 8,272 | 2,707 | 1.47 | 0.00 |
| Dec-21 | 11,856 | 9,977 | 4,586 | 2.49 | 0.00 |
| Jan-22 | 7,347 | 11,435 | 497 | 0.26 | 0.00 |
| Feb-22 | 7,419 | 8,584 | -668 | -0.35 | 0.00 |
| Mar-22 | 9,844 | 7,399 | 1,777 | 0.94 | 0.00 |
| Apr-22 | 7,590 | 9,179 | 188 | 0.10 | 0.00 |
| May-22 | 5,703 | 8,208 | -2,317 | -1.22 | 0.00 |
| Jun-22 | 6,711 | 6,221 | -1,827 | -0.98 | 0.00 |
| Jul-22 | 4,539 | 6,434 | -3,722 | -1.99 | 0.00 |
| Aug-22 | 7,360 | 5,135 | -1,497 | -0.80 | 0.00 |
| Sep-22 | 7,929 | 6,586 | -154 | -0.08 | 0.00 |
| Oct-22 | 8,591 | 7,773 | 664 | 0.36 | 0.00 |
| Nov-22 | 10,789 | 8,409 | 3,043 | 1.64 | 0.00 |
| Dec-22 | 5,107 | 10,186 | -2,036 | -1.06 | 0.00 |
| Jan-23 | 6,666 | 6,666 | -2,036 | -1.08 | 1.00 |
| Feb-23 | 5,143 | 6,238 | -3,131 | -1.68 | 0.00 |
| Mar-23 | 4,955 | 5,561 | -3,737 | -2.03 | 0.00 |
| Apr-23 | 9,253 | 5,007 | 510 | 0.27 | 0.00 |
| May-23 | 6,104 | 8,074 | -1,460 | -0.77 | 0.00 |
| Jun-23 | 5,423 | 6,968 | -3,005 | -1.59 | 0.00 |
| Jul-23 | 3,303 | 5,610 | -5,312 | -2.81 | 0.00 |
| Aug-23 | 2,988 | 3,885 | -6,209 | -3.31 | 0.00 |
| Sep-23 | 4,836 | 3,074 | -4,447 | -2.37 | 0.00 |
| Resultado | | | -4,447 | [-3.31,4.88] | 9.26% |

Se aprecia que la estimación de demanda según el modelo de pronóstico promedio móvil ponderado busca acercarse a la demanda real. (Ver **Figura 14**)

Figura 14

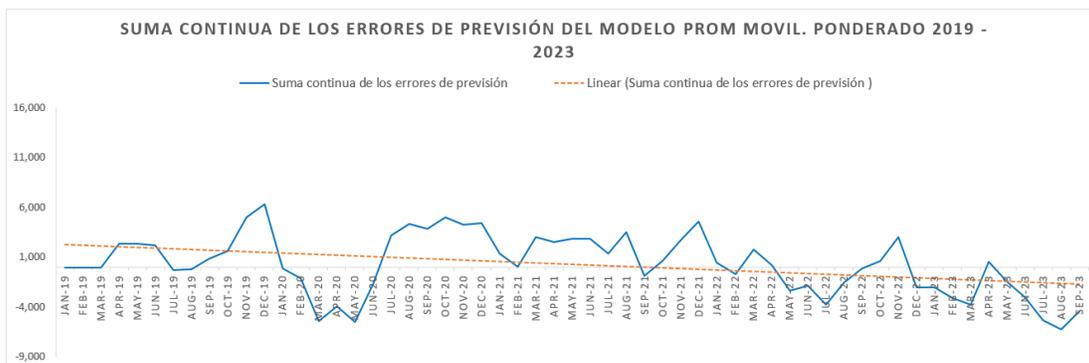
Demanda real y pronóstico de demanda, según modelo de pronóstico promedio movil ponderado



Además, se puede apreciar que la sumatoria de los errores de previsión (SCEP), del 2019 al 2023, ha tenido resultados positivos y negativos, por lo que se evidencia que hubo ajustes en el pronóstico y el error llegó a -4,447 UND. (Ver Figura 15); la señal de seguimiento o rastreo, del 2019 al 2023, muestra que sólo una vez estuvo fuera de rango [-3.31,4.88]MAD (Ver Figura 16). Por último, el pronóstico de Precisión, del 2019 al 2023, es de 9.26% de un total de 100%.

Figura 15

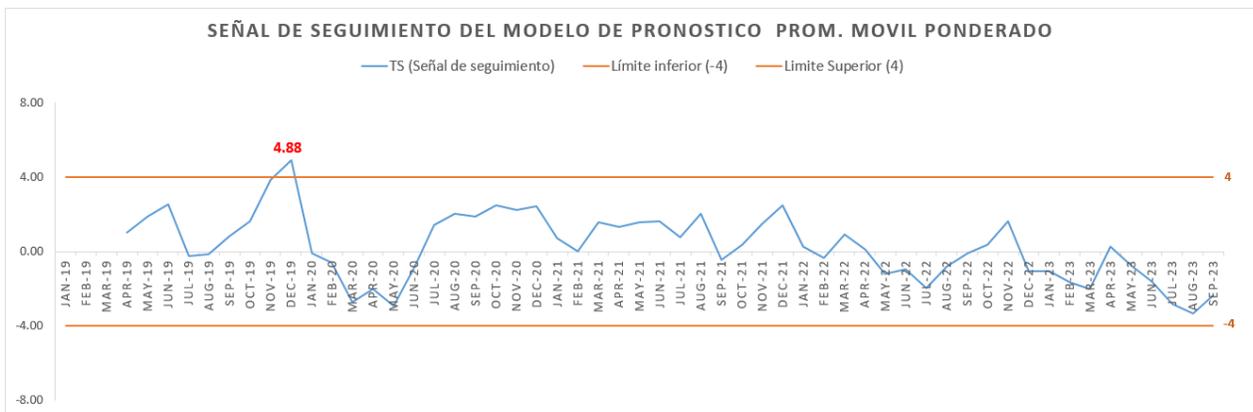
Gráfico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de previsión (SCEP), según el modelo de pronóstico promedio móvil ponderado



Nota: El modelo de promedio movil ponderado ha ido reduciendo a lo largo de los meses los errores de prevision.

Figura 16

Gráfico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el modelo de pronóstico promedio móvil ponderado



Nota: Se puede notar que sólo un mes se tuvo una desviación y que el modelo de pronóstico ha ido ajustando la demanda para reducir el error y mantenerse dentro del rango tolerable [-4,4].

- **Variable Independiente dimensión: Medición del error**

La tabla 10 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la medición del error del año 2019 al 2023, según el pronóstico promedio móvil ponderado.

Tabla 10

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión Medición del error, según el modelo pronóstico promedio móvil ponderado

| Periodo | Demanda real | Pronóstico Prom Móvil Ponderado N=3 | ME Error normal | MAD Error absoluto medio | MAPE Error porcentual absoluto medio |
|---------|--------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Jan-19 | 7,484 | | | | 0% |
| Feb-19 | 7,150 | | | | 0% |
| Mar-19 | 8,141 | | | | 0% |
| Apr-19 | 10,266 | 7,869 | 2,397 | 2,397 | 23% |
| May-19 | 9,611 | 9,683 | -72 | 1,234 | 1% |
| Jun-19 | 9,657 | 9,791 | -134 | 868 | 1% |
| Jul-19 | 7,169 | 9,644 | -2,475 | 1,269 | 35% |
| Aug-19 | 7,958 | 7,852 | 106 | 1,037 | 1% |
| Sep-19 | 8,756 | 7,742 | 1,014 | 1,033 | 12% |
| Oct-19 | 9,289 | 8,537 | 752 | 993 | 8% |
| Nov-19 | 12,571 | 9,143 | 3,428 | 1,297 | 27% |
| Dec-19 | 13,019 | 11,670 | 1,349 | 1,303 | 10% |
| Jan-20 | 6,398 | 12,896 | -6,498 | 1,823 | 102% |
| Feb-20 | 7,265 | 8,215 | -950 | 1,743 | 13% |
| Mar-20 | 2,727 | 7,027 | -4,300 | 1,956 | 158% |
| Apr-20 | 5,454 | 3,972 | 1,482 | 1,920 | 27% |
| May-20 | 3,086 | 4,706 | -1,620 | 1,898 | 52% |
| Jun-20 | 7,534 | 3,736 | 3,798 | 2,025 | 50% |
| Jul-20 | 11,215 | 6,314 | 4,901 | 2,205 | 44% |
| Aug-20 | 11,363 | 10,205 | 1,158 | 2,143 | 10% |
| Sep-20 | 10,874 | 11,322 | -448 | 2,049 | 4% |
| Oct-20 | 12,123 | 11,008 | 1,115 | 2,000 | 9% |
| Nov-20 | 11,053 | 11,780 | -727 | 1,936 | 7% |
| Dec-20 | 11,533 | 11,347 | 186 | 1,853 | 2% |
| Jan-21 | 8,328 | 11,401 | -3,073 | 1,908 | 37% |
| Feb-21 | 7,862 | 9,207 | -1,345 | 1,884 | 17% |
| Mar-21 | 10,947 | 7,990 | 2,957 | 1,929 | 27% |
| Apr-21 | 9,599 | 10,101 | -502 | 1,872 | 5% |
| May-21 | 10,300 | 9,969 | 331 | 1,812 | 3% |
| Jun-21 | 10,133 | 10,108 | 25 | 1,746 | 0% |
| Jul-21 | 8,661 | 10,179 | -1,518 | 1,738 | 18% |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|------------|--------------|----------------|
| Aug-21 | 11,274 | 9,065 | 2,209 | 1,754 | 20% |
| Sep-21 | 6,180 | 10,557 | -4,377 | 1,842 | 71% |
| Oct-21 | 9,063 | 7,578 | 1,485 | 1,830 | 16% |
| Nov-21 | 10,323 | 8,272 | 2,051 | 1,837 | 20% |
| Dec-21 | 11,856 | 9,977 | 1,879 | 1,838 | 16% |
| Jan-22 | 7,347 | 11,435 | -4,088 | 1,904 | 56% |
| Feb-22 | 7,419 | 8,584 | -1,165 | 1,883 | 16% |
| Mar-22 | 9,844 | 7,399 | 2,445 | 1,899 | 25% |
| Apr-22 | 7,590 | 9,179 | -1,589 | 1,891 | 21% |
| May-22 | 5,703 | 8,208 | -2,505 | 1,907 | 44% |
| Jun-22 | 6,711 | 6,221 | 490 | 1,870 | 7% |
| Jul-22 | 4,539 | 6,434 | -1,895 | 1,871 | 42% |
| Aug-22 | 7,360 | 5,135 | 2,225 | 1,880 | 30% |
| Sep-22 | 7,929 | 6,586 | 1,343 | 1,867 | 17% |
| Oct-22 | 8,591 | 7,773 | 818 | 1,843 | 10% |
| Nov-22 | 10,789 | 8,409 | 2,380 | 1,855 | 22% |
| Dec-22 | 5,107 | 10,186 | -5,079 | 1,926 | 99% |
| Jan-23 | 6,666 | 6,666 | 0 | 1,885 | 0% |
| Feb-23 | 5,143 | 6,238 | -1,095 | 1,868 | 21% |
| Mar-23 | 4,955 | 5,561 | -606 | 1,841 | 12% |
| Apr-23 | 9,253 | 5,007 | 4,246 | 1,891 | 46% |
| May-23 | 6,104 | 8,074 | -1,970 | 1,892 | 32% |
| Jun-23 | 5,423 | 6,968 | -1,545 | 1,885 | 28% |
| Jul-23 | 3,303 | 5,610 | -2,307 | 1,893 | 70% |
| Aug-23 | 2,988 | 3,885 | -897 | 1,875 | 30% |
| Sep-23 | 4,836 | 3,074 | 1,762 | 1,872 | 36% |
| Resultado | | | -82 | 1,872 | 22.926% |

Como se puede apreciar el error normal (ME), del 2019 al 2023, tiene un promedio negativo de -82 UND, es decir existe una sobre estimación de la demanda mínima (ver figura 17); el error absoluto medio (MAD) es de 1,872 UND, dicho valor representa la desviación promedio entre la demanda real y el pronóstico (ver figura 18); el error porcentual absoluto medio (MAPE) alcanza el 22.926% (Ver figura 19).

Figura 17

Gráfico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico de promedio móvil ponderado

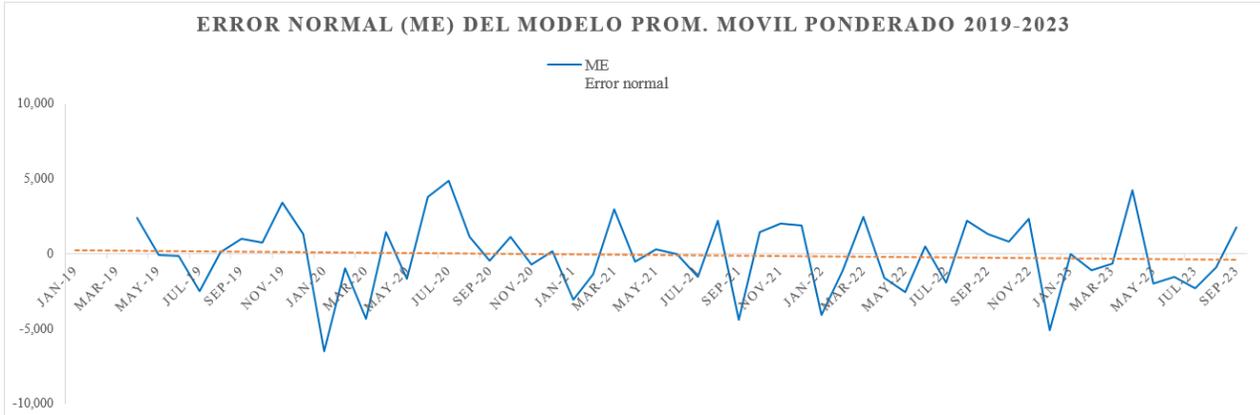


Figura 18

Gráfico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico de promedio móvil ponderado

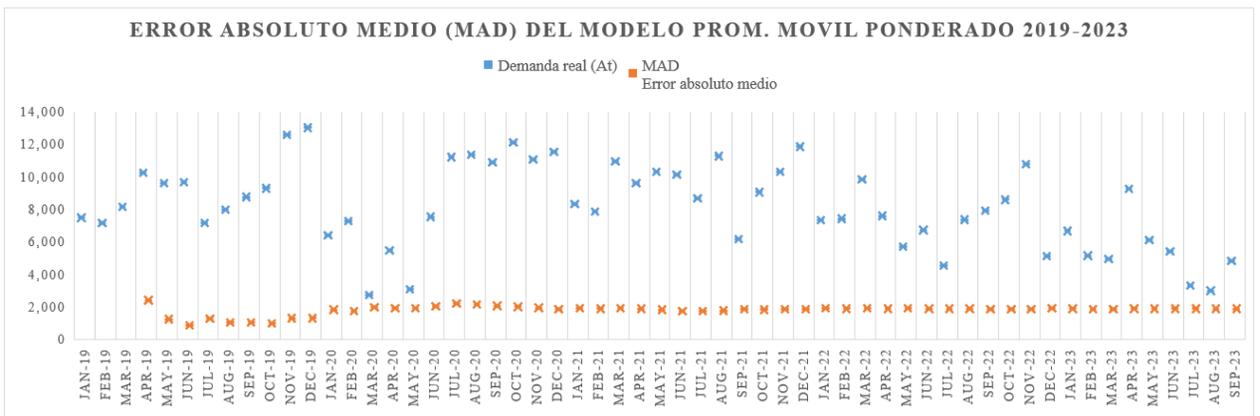
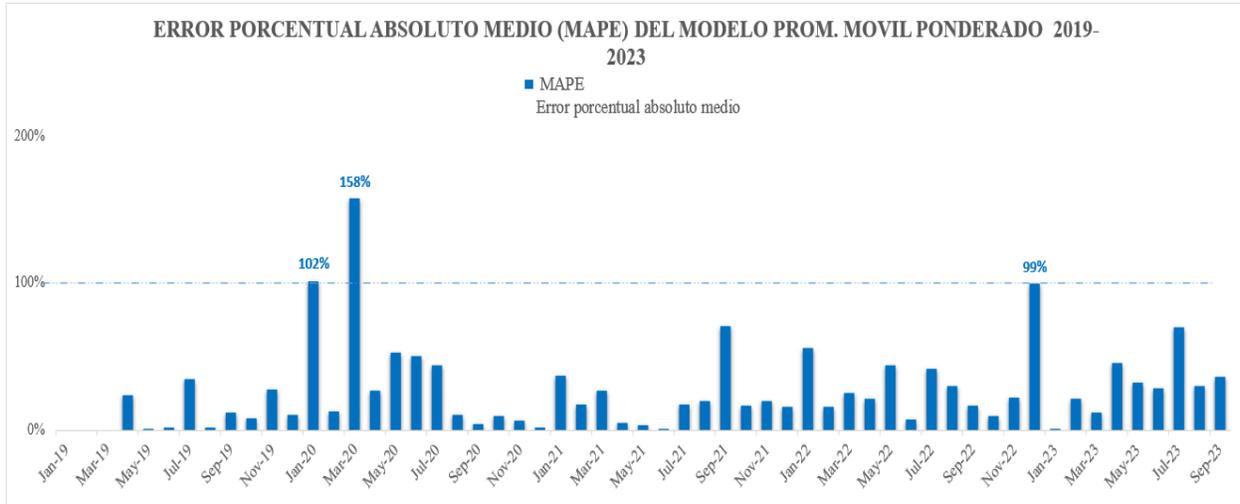


Figura 19

Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico de promedio móvil ponderado



Nota: Los errores porcentuales estimados a finales del 2023, se muestran por debajo del modelo inicial.

- **Variable Independiente dimensión: Asertividad**

Se obtuvo como resultado: 77.074% de asertividad.

3.2.3 Modelo de pronóstico propuesto: Suavización exponencial simple

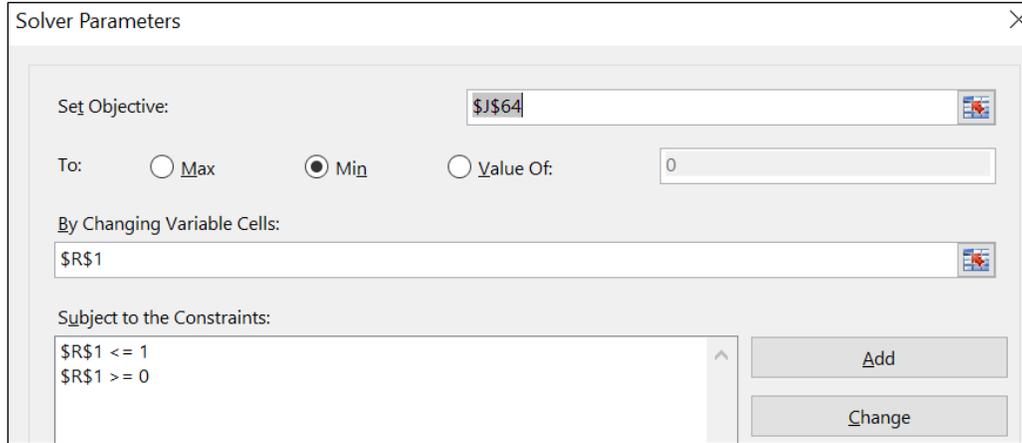
Para determinar el Alpha que minimice el error de pronóstico se empleó la herramienta

SOLVED (Ver figura 19) y se obtuvo como resultado:

$$\text{Alpha} = 0.697$$

Figura 20

Parámetros para que solved minimice el error del modelo de suavización exponencial simple



3.2.3.1 Análisis descriptivo de la variable Independiente: Asertividad de la planificación de demanda y sus dimensiones

3.2.3.2 Variable Independiente dimensión: Pronóstico

La tabla 11 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la dimensión pronóstico del año 2019 al 2023, según el pronóstico suavización exponencial simple.

Tabla 11

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión pronóstico, según el modelo pronóstico Suavización exponencial simple

| Periodo | Demanda real | Pronóstico suavización exponencial simple N=3 | SCEP Suma continua de los errores de previsión | TS (Señal de rastreo o seguimiento) +/-4 | Pronóstico de Precisión (Forecast Accuracy): |
|---------|--------------|---|--|--|--|
| Jan-19 | 7,484 | 7,484 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Feb-19 | 7,150 | 7,484 | -334 | -2.00 | 0.00 |
| Mar-19 | 8,141 | 7,251 | 556 | 1.36 | 0.00 |

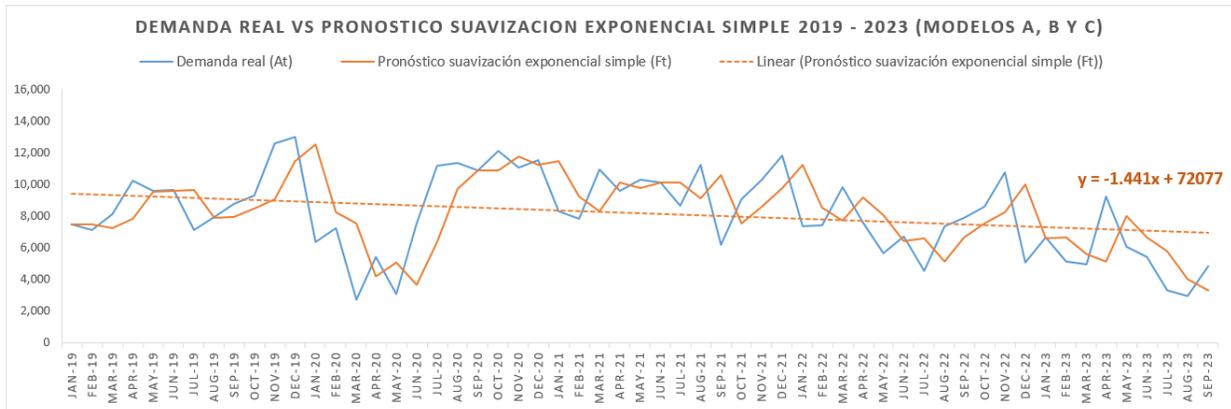
| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| Apr-19 | 10,266 | 7,872 | 2,950 | 3.26 | 0.00 |
| May-19 | 9,611 | 9,541 | 3,020 | 4.09 | 1.00 |
| Jun-19 | 9,657 | 9,590 | 3,087 | 4.93 | 1.00 |
| Jul-19 | 7,169 | 9,637 | 620 | 0.70 | 0.00 |
| Aug-19 | 7,958 | 7,916 | 662 | 0.84 | 1.00 |
| Sep-19 | 8,756 | 7,945 | 1,472 | 1.87 | 0.00 |
| Oct-19 | 9,289 | 8,511 | 2,251 | 2.87 | 0.00 |
| Nov-19 | 12,571 | 9,053 | 5,768 | 5.58 | 0.00 |
| Dec-19 | 13,019 | 11,506 | 7,282 | 6.78 | 0.00 |
| Jan-20 | 6,398 | 12,561 | 1,119 | 0.76 | 0.00 |
| Feb-20 | 7,265 | 8,264 | 120 | 0.08 | 0.00 |
| Mar-20 | 2,727 | 7,567 | -4,721 | -2.85 | 0.00 |
| Apr-20 | 5,454 | 4,193 | -3,459 | -2.12 | 0.00 |
| May-20 | 3,086 | 5,072 | -5,445 | -3.29 | 0.00 |
| Jun-20 | 7,534 | 3,687 | -1,599 | -0.90 | 0.00 |
| Jul-20 | 11,215 | 6,369 | 3,247 | 1.68 | 0.00 |
| Aug-20 | 11,363 | 9,748 | 4,862 | 2.53 | 0.00 |
| Sep-20 | 10,874 | 10,874 | 4,862 | 2.66 | 1.00 |
| Oct-20 | 12,123 | 10,874 | 6,111 | 3.39 | 0.00 |
| Nov-20 | 11,053 | 11,745 | 5,419 | 3.09 | 0.00 |
| Dec-20 | 11,533 | 11,262 | 5,690 | 3.36 | 0.00 |
| Jan-21 | 8,328 | 11,451 | 2,567 | 1.47 | 0.00 |
| Feb-21 | 7,862 | 9,274 | 1,155 | 0.66 | 0.00 |
| Mar-21 | 10,947 | 8,289 | 3,813 | 2.15 | 0.00 |
| Apr-21 | 9,599 | 10,142 | 3,269 | 1.89 | 0.00 |
| May-21 | 10,300 | 9,764 | 3,806 | 2.26 | 0.00 |
| Jun-21 | 10,133 | 10,138 | 3,801 | 2.33 | 1.00 |
| Jul-21 | 8,661 | 10,134 | 2,328 | 1.43 | 0.00 |
| Aug-21 | 11,274 | 9,107 | 4,495 | 2.74 | 0.00 |
| Sep-21 | 6,180 | 10,618 | 57 | 0.03 | 0.00 |
| Oct-21 | 9,063 | 7,524 | 1,596 | 0.93 | 0.00 |
| Nov-21 | 10,323 | 8,597 | 3,322 | 1.93 | 0.00 |
| Dec-21 | 11,856 | 9,800 | 5,378 | 3.11 | 0.00 |
| Jan-22 | 7,347 | 11,234 | 1,491 | 0.83 | 0.00 |
| Feb-22 | 7,419 | 8,524 | 387 | 0.22 | 0.00 |
| Mar-22 | 9,844 | 7,753 | 2,477 | 1.39 | 0.00 |
| Apr-22 | 7,590 | 9,211 | 856 | 0.48 | 0.00 |
| May-22 | 5,703 | 8,081 | -1,522 | -0.85 | 0.00 |
| Jun-22 | 6,711 | 6,423 | -1,234 | -0.70 | 0.00 |
| Jul-22 | 4,539 | 6,624 | -3,319 | -1.88 | 0.00 |
| Aug-22 | 7,360 | 5,170 | -1,129 | -0.64 | 0.00 |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|---------------|----------------------|---------------|
| Sep-22 | 7,929 | 6,697 | 103 | 0.06 | 0.00 |
| Oct-22 | 8,591 | 7,556 | 1,138 | 0.65 | 0.00 |
| Nov-22 | 10,789 | 8,278 | 3,650 | 2.07 | 0.00 |
| Dec-22 | 5,107 | 10,029 | -1,272 | -0.70 | 0.00 |
| Jan-23 | 6,666 | 6,597 | -1,203 | -0.67 | 1.00 |
| Feb-23 | 5,143 | 6,645 | -2,705 | -1.52 | 0.00 |
| Mar-23 | 4,955 | 5,598 | -3,348 | -1.90 | 0.00 |
| Apr-23 | 9,253 | 5,150 | 755 | 0.42 | 0.00 |
| May-23 | 6,104 | 8,011 | -1,151 | -0.64 | 0.00 |
| Jun-23 | 5,423 | 6,681 | -2,410 | -1.34 | 0.00 |
| Jul-23 | 3,303 | 5,804 | -4,911 | -2.71 | 0.00 |
| Aug-23 | 2,988 | 4,060 | -5,983 | -3.33 | 0.00 |
| Sep-23 | 4,836 | 3,313 | -4,459 | -2.49 | 0.00 |
| Resultado | | | -4,459 | [-3.33, 6.78] | 10.53% |

Se aprecia que la estimación de demanda según el modelo de pronóstico de suavización exponencial simple busca acercarse a la demanda real. (Ver Figura 21)

Figura 21

Demanda real y pronóstico de demanda, según pronóstico suavización exponencial simple



Nota: Se puede apreciar que el pronóstico de demanda y la demanda real tienen la misma dirección de tendencia.

Además, se puede apreciar que la sumatoria de los errores de previsión (SCEP), del 2019 al 2023, ha tenido resultados positivos y negativos, por lo que se evidencia que hubo ajustes en el pronóstico y el error llegó a -4,459 UND. (Ver Figura 22); la señal de seguimiento o rastreo, del 2019 al 2023, muestra que sólo una vez estuvo fuera de rango [-3.31,6.78]MAD (Ver Figura 23). Por último, el pronóstico de Precisión, del 2019 al 2023, es de 10.53% de un total de 100%.

Figura 22

Gráfico de los resultados mensuales de la suma continua de los errores de previsión (SCEP), según el pronóstico suavización exponencial simple

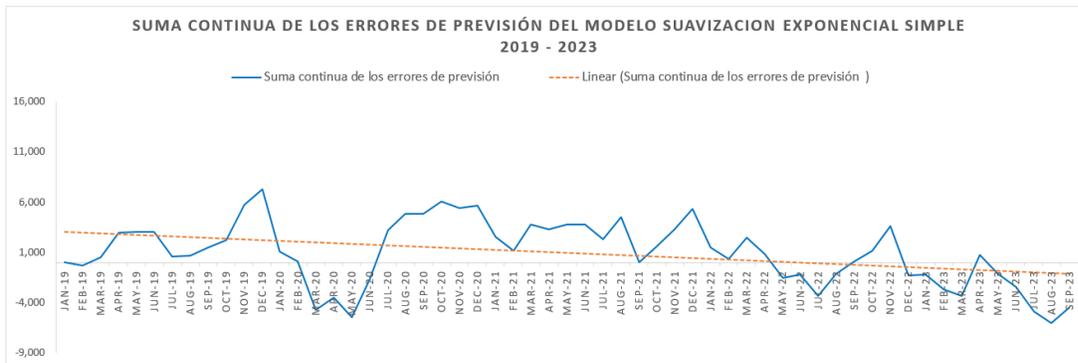
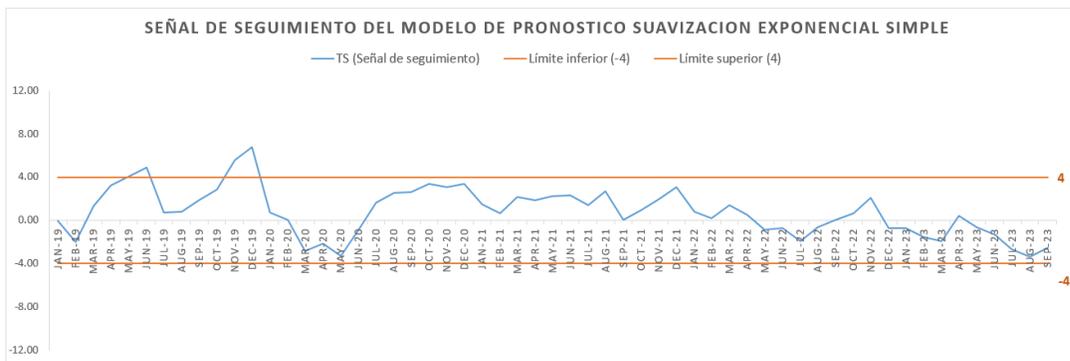


Figura 23 Gráfico de los resultados mensuales de la señal de seguimiento (TS), según el pronóstico suavización exponencial simple



Nota: Se aprecia que en 2019 se salió del rango dos veces, pero desde el 2020 se ha mantenido dentro del rango, por lo que la prognosis se ha ido ajustando a la demanda real.

- **Variable Independiente dimensión: Medición del error**

La tabla 12 muestra los resultados mensuales de los indicadores que miden la medición del error del año 2019 al 2023, según el pronóstico suavización exponencial simple.

Tabla 12

Resultados mensuales de los indicadores de la dimensión medición del error, según el modelo pronóstico Suavización exponencial simple

| Periodo | Demanda real | Pronóstico suavización exponencial simple N=3 | ME Error normal | MAD Error absoluto medio | MAPE Error porcentual absoluto medio |
|---------|--------------|---|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Jan-19 | 7,484 | 7,484 | 0 | 0 | 0% |
| Feb-19 | 7,150 | 7,484 | -334 | 167 | 5% |
| Mar-19 | 8,141 | 7,251 | 890 | 408 | 11% |
| Apr-19 | 10,266 | 7,872 | 2,394 | 905 | 23% |
| May-19 | 9,611 | 9,541 | 70 | 738 | 1% |
| Jun-19 | 9,657 | 9,590 | 67 | 626 | 1% |
| Jul-19 | 7,169 | 9,637 | -2,468 | 889 | 34% |
| Aug-19 | 7,958 | 7,916 | 42 | 783 | 1% |
| Sep-19 | 8,756 | 7,945 | 811 | 786 | 9% |
| Oct-19 | 9,289 | 8,511 | 778 | 785 | 8% |
| Nov-19 | 12,571 | 9,053 | 3,518 | 1,034 | 28% |
| Dec-19 | 13,019 | 11,506 | 1,513 | 1,074 | 12% |
| Jan-20 | 6,398 | 12,561 | -6,163 | 1,465 | 96% |
| Feb-20 | 7,265 | 8,264 | -999 | 1,432 | 14% |
| Mar-20 | 2,727 | 7,567 | -4,840 | 1,659 | 178% |
| Apr-20 | 5,454 | 4,193 | 1,261 | 1,634 | 23% |
| May-20 | 3,086 | 5,072 | -1,986 | 1,655 | 64% |
| Jun-20 | 7,534 | 3,687 | 3,847 | 1,777 | 51% |
| Jul-20 | 11,215 | 6,369 | 4,846 | 1,938 | 43% |
| Aug-20 | 11,363 | 9,748 | 1,615 | 1,922 | 14% |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|------------|--------------|----------------|
| Sep-20 | 10,874 | 10,874 | 0 | 1,831 | 0% |
| Oct-20 | 12,123 | 10,874 | 1,249 | 1,804 | 10% |
| Nov-20 | 11,053 | 11,745 | -692 | 1,756 | 6% |
| Dec-20 | 11,533 | 11,262 | 271 | 1,694 | 2% |
| Jan-21 | 8,328 | 11,451 | -3,123 | 1,751 | 38% |
| Feb-21 | 7,862 | 9,274 | -1,412 | 1,738 | 18% |
| Mar-21 | 10,947 | 8,289 | 2,658 | 1,772 | 24% |
| Apr-21 | 9,599 | 10,142 | -543 | 1,728 | 6% |
| May-21 | 10,300 | 9,764 | 536 | 1,687 | 5% |
| Jun-21 | 10,133 | 10,138 | -5 | 1,631 | 0% |
| Jul-21 | 8,661 | 10,134 | -1,473 | 1,626 | 17% |
| Aug-21 | 11,274 | 9,107 | 2,167 | 1,643 | 19% |
| Sep-21 | 6,180 | 10,618 | -4,438 | 1,728 | 72% |
| Oct-21 | 9,063 | 7,524 | 1,539 | 1,722 | 17% |
| Nov-21 | 10,323 | 8,597 | 1,726 | 1,722 | 17% |
| Dec-21 | 11,856 | 9,800 | 2,056 | 1,731 | 17% |
| Jan-22 | 7,347 | 11,234 | -3,887 | 1,790 | 53% |
| Feb-22 | 7,419 | 8,524 | -1,105 | 1,772 | 15% |
| Mar-22 | 9,844 | 7,753 | 2,091 | 1,780 | 21% |
| Apr-22 | 7,590 | 9,211 | -1,621 | 1,776 | 21% |
| May-22 | 5,703 | 8,081 | -2,378 | 1,790 | 42% |
| Jun-22 | 6,711 | 6,423 | 288 | 1,755 | 4% |
| Jul-22 | 4,539 | 6,624 | -2,085 | 1,762 | 46% |
| Aug-22 | 7,360 | 5,170 | 2,190 | 1,772 | 30% |
| Sep-22 | 7,929 | 6,697 | 1,232 | 1,760 | 16% |
| Oct-22 | 8,591 | 7,556 | 1,035 | 1,744 | 12% |
| Nov-22 | 10,789 | 8,278 | 2,511 | 1,761 | 23% |
| Dec-22 | 5,107 | 10,029 | -4,922 | 1,827 | 96% |
| Jan-23 | 6,666 | 6,597 | 69 | 1,791 | 1% |
| Feb-23 | 5,143 | 6,645 | -1,502 | 1,785 | 29% |
| Mar-23 | 4,955 | 5,598 | -643 | 1,762 | 13% |
| Apr-23 | 9,253 | 5,150 | 4,103 | 1,808 | 44% |
| May-23 | 6,104 | 8,011 | -1,907 | 1,809 | 31% |
| Jun-23 | 5,423 | 6,681 | -1,258 | 1,799 | 23% |
| Jul-23 | 3,303 | 5,804 | -2,501 | 1,812 | 76% |
| Aug-23 | 2,988 | 4,060 | -1,072 | 1,799 | 36% |
| Sep-23 | 4,836 | 3,313 | 1,523 | 1,794 | 32% |
| Resultado | | | -78 | 1,794 | 22.045% |

Como se puede apreciar el error normal (ME), del 2019 al 2023, tiene un promedio negativo de -78 UND, es decir existe una sobre estimación de la demanda mínima (ver figura 24); el error absoluto medio (MAD) es de 1,794 UND, dicho valor representa la desviación promedio entre la demanda real y el pronóstico (ver figura 25); el error porcentual absoluto medio (MAPE) alcanza el 22.045% (Ver figura 26).

Figura 24

Gráfico de los resultados mensuales del error normal (ME), según pronóstico suavización exponencial simple

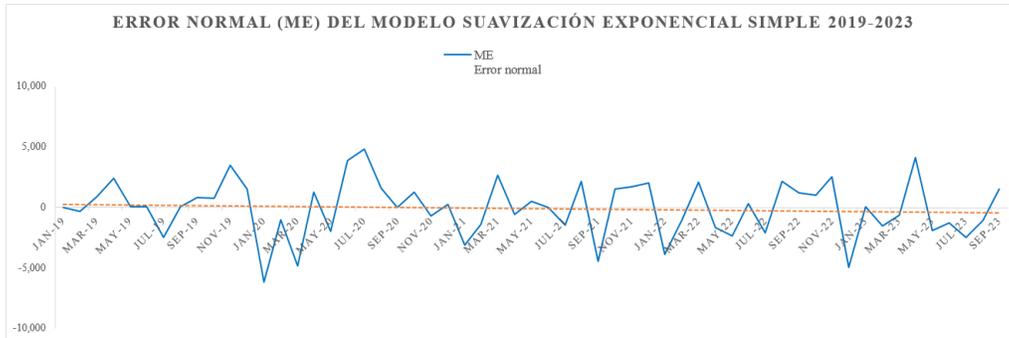


Figura 25

Gráfico de los resultados mensuales del error absoluto medio (MAD), según pronóstico suavización exponencial

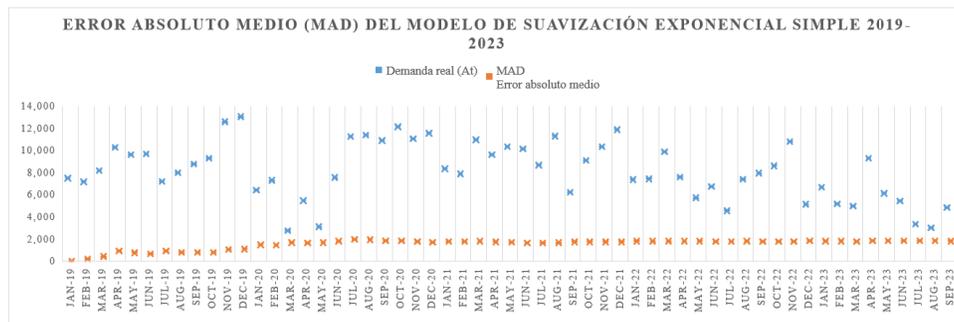
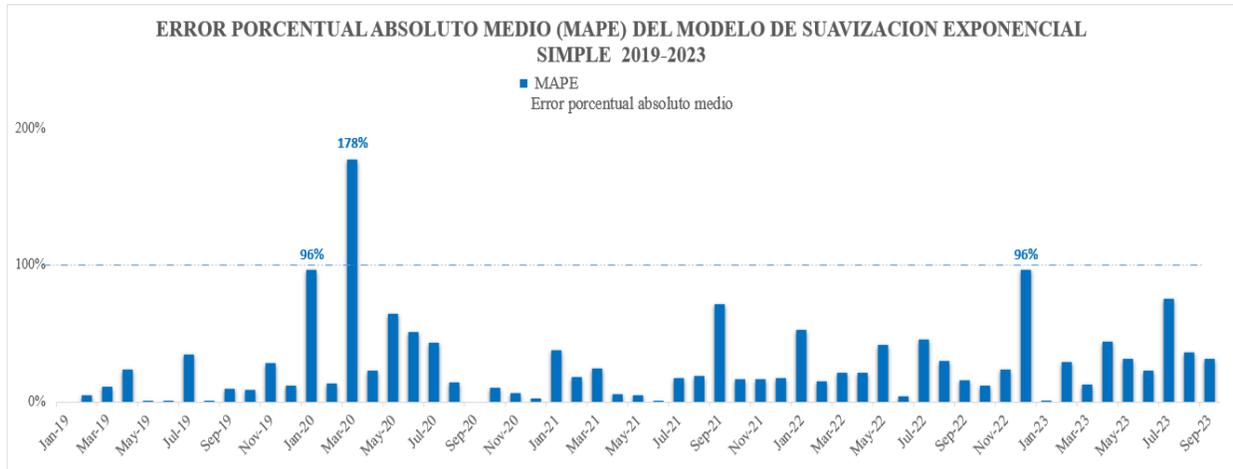


Figura 26

Gráfico de los resultados mensuales del error porcentual absoluto medio (MAPE), según pronóstico suavización exponencial



Nota: Se puede notar que el 2023 presenta más porcentaje de error, ya que la demanda es muy variable.

- **Variable Independiente dimensión: Asertividad**

Se obtuvo como resultado: 77.955% de asertividad.

3.3 Definición del modelo de pronóstico óptimo

Para determinar cuál es el mejor modelo de pronóstico, se definieron indicadores comunes para que los resultados sean comparables. Se analizaron 2 modelos de pronósticos idóneos según la demanda real variable que presenta la empresa metalmeccánica.

A continuación, se detalla el resumen por dimensión, y se muestra los resultados por modelo.

La tabla 13 muestra en resumen de los resultados de los indicadores de la dimensión pronóstico, donde los indicadores SCEP y TS son mejores en el modelo de promedio móvil

ponderado y el Pronóstico de Precisión tiene un mejor resultado en el modelo de suavización exponencial simple.

Tabla 13

Resumen comparativo de los indicadores de la dimensión: Pronóstico

| Modelo de Pronóstico | SCEP Suma continua de los errores de previsión | TS Señal de seguimiento | Pronóstico de Precisión (Forecast Accuracy) |
|----------------------|---|----------------------------|--|
| P. Inicial | -75,209 | [-29.85,-1.0] | 3.51% |
| P. Prom. Movil | -4447 | [-3.31,4.88] | 9.26% |
| Ponderado | | | |
| P. Suavización | -4459 | [-3.33, 6.78] | 10.53% |
| Exponencial Simple | | | |

La tabla 14 muestra que el modelo de pronóstico Suavización Exponencial Simple tiene los mejores resultados en los tres indicadores que se definieron en la dimensión Medición de Error.

Tabla 14

Resumen comparativo de los indicadores de la dimensión: Medición del error

| Modelo de Pronóstico | ME Error medio | MAD Desviación media absoluta | MAPE Error Porcentual Absoluto medio |
|----------------------|-------------------|----------------------------------|---|
| P. Inicial | -1,319 | 2,519 | 30.960% |
| P. Prom. Movil | -82 | 1872 | 22.926% |
| Ponderado | | | |
| P. Suavización | -78 | 1794 | 22.045% |
| Exponencial Simple | | | |

La tabla muestra que el modelo de suavización exponencial tiene el menor error absoluto.

La tabla 15 muestra el resumen del porcentaje de acertividad que tiene cada modelo de pronóstico; siendo el que tiene mayor asertividad el de suavización Exponencial Simple.

Tabla 15

Resumen comparativo del indicador asertividad de la dimensión: Asertividad

| Modelo de Pronóstico | % Asertividad |
|-----------------------------------|---------------|
| P. Inicial | 69.040% |
| P. Prom. Movil Ponderado | 77.074% |
| P. Suavización Exponencial Simple | 77.955% |

3.4 Análisis Inferencial: Prueba de Hipotesis.

3.4.1 Prueba de Hipotesis General:

H_i: La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

Para realizar la prueba de hipotesis, primero se realizará la prueba de normalidad a la variable dependiente e independiente para determinar el modelo estadístico a aplicar.

Tabla 16

Muestra de datos de las variables inventario y asertividad

| N° | Periodo | Inventario generado en unidades | Asertividad |
|----|---------|---------------------------------|-------------|
| 1 | Jan-19 | 3170 | 0.58 |
| 2 | Feb-19 | 2818 | 0.61 |
| 3 | Mar-19 | 2807 | 0.66 |
| 4 | Apr-19 | 1572 | 0.85 |
| 5 | May-19 | 3047 | 0.68 |

| | | | |
|----|--------|------|-------|
| 6 | Jun-19 | 1901 | 0.80 |
| 7 | Jul-19 | 1901 | 0.73 |
| 8 | Aug-19 | 2968 | 0.63 |
| 9 | Sep-19 | 3292 | 0.62 |
| 10 | Oct-19 | 3127 | 0.66 |
| 11 | Nov-19 | 665 | 0.95 |
| 12 | Dec-19 | 1849 | 0.86 |
| 13 | Jan-20 | 2192 | 0.66 |
| 14 | Feb-20 | 1845 | 0.75 |
| 15 | Mar-20 | 6663 | -1.44 |
| 16 | Apr-20 | 3526 | 0.35 |
| 17 | May-20 | 5584 | -0.81 |
| 18 | Jun-20 | 1486 | 0.80 |
| 19 | Jul-20 | 2992 | 0.73 |
| 20 | Aug-20 | 5333 | 0.53 |
| 21 | Sep-20 | 1431 | 0.87 |
| 22 | Oct-20 | 707 | 0.94 |
| 23 | Nov-20 | 1030 | 0.91 |
| 24 | Dec-20 | 1763 | 0.85 |
| 25 | Jan-21 | 1712 | 0.79 |
| 26 | Feb-21 | 1388 | 0.82 |
| 27 | Mar-21 | 313 | 0.97 |
| 28 | Apr-21 | 1249 | 0.87 |
| 29 | May-21 | 96 | 0.99 |
| 30 | Jun-21 | 473 | 0.95 |
| 31 | Jul-21 | 5541 | 0.36 |
| 32 | Aug-21 | 1754 | 0.84 |
| 33 | Sep-21 | 3795 | 0.39 |
| 34 | Oct-21 | 732 | 0.92 |
| 35 | Nov-21 | 1308 | 0.87 |
| 36 | Dec-21 | 3036 | 0.74 |
| 37 | Jan-22 | 1594 | 0.78 |
| 38 | Feb-22 | 1266 | 0.83 |
| 39 | Mar-22 | 751 | 0.92 |
| 40 | Apr-22 | 3694 | 0.51 |
| 41 | May-22 | 6087 | -0.07 |
| 42 | Jun-22 | 5944 | 0.11 |
| 43 | Jul-22 | 6741 | -0.49 |
| 44 | Aug-22 | 4085 | 0.44 |
| 45 | Sep-22 | 1896 | 0.76 |
| 46 | Oct-22 | 789 | 0.91 |

| | | | |
|----|--------|------|-------|
| 47 | Nov-22 | 849 | 0.92 |
| 48 | Dec-22 | 2783 | 0.46 |
| 49 | Jan-23 | 110 | 0.98 |
| 50 | Feb-23 | 641 | 0.88 |
| 51 | Mar-23 | 2013 | 0.59 |
| 52 | Apr-23 | 1190 | 0.87 |
| 53 | May-23 | 1968 | 0.68 |
| 54 | Jun-23 | 3952 | 0.27 |
| 55 | Jul-23 | 1190 | 0.64 |
| 56 | Aug-23 | 6583 | -1.20 |
| 57 | Sep-23 | 4405 | 0.09 |

Hipotesis de normalidad:

H_0 : La muestra sigue una distribución normal

H_1 : La muestra no sigue una distribución normal

Nivel de significancia:

NC = 0.95

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de Normalidad:

$n > 50$ por lo que aplicaremos **Kolmogorov – Smirnov**

Estadístico de prueba:

Si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y rechaza H_1

Donde $p\text{-valor}$ es el mínimo valor de riesgo que queremos asumir para demostrar nuestra

Criterio de decisión:

$p\text{-valor Inventario} < 0.001 < 0.05$, por lo que se rechaza H_0

p-valor asertividad $<0.001 < 0.05$, por lo que se rechaza H_0

Figura 27

Prueba de normalidad de la muestra de datos de las variables inventario y asertividad

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| inventario | .172 | 57 | <.001 | .904 | 57 | <.001 |
| asertividad | .235 | 57 | <.001 | .683 | 57 | <.001 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación:

p-valor Inventario es $<0.001 < 0.05$, se rechaza que la muestra sigue una distribución normal

p-valor Asertividad es $<0.001 < 0.05$, se acepta que la muestra sigue una distribución normal

Queda demostrado que ambas variables no tiene distribución normal, por lo que debe aplicarse una prueba **No paramétrica** para hallar el coeficiente de correlación.

Coeficiente de Correlación

Hipotesis de correlación:

H_0 : La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario no se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023

H_1 : La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023

Nivel de significancia:

NC = 0.95

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de correlación:

Spearman – Estadística o prueba no paramétrica, con la que evaluaremos si hay relación estadística entre las variables del inventario y asertividad.

Estadístico de prueba:

Si p-valor < 0.05 se rechaza H_0

Si p-valor > 0.05 se acepta H_0 y rechaza H_1

Criterio de decisión:

p-valor calculado es < 0.001 < 0.05, por lo que se rechaza H_0

Figura 28

Resultado de correlación de Spearman de las variables inventario y asertividad

| Correlaciones | | | | |
|----------------------|-------------|-----------------------------|------------|-------------|
| | | | inventario | asertividad |
| Rho de Spearman | inventario | Coefficiente de correlación | 1.000 | -.950** |
| | | Sig. (bilateral) | . | <.001 |
| | | N | 57 | 57 |
| | asertividad | Coefficiente de correlación | -.950** | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | <.001 | . |
| | | N | 57 | 57 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

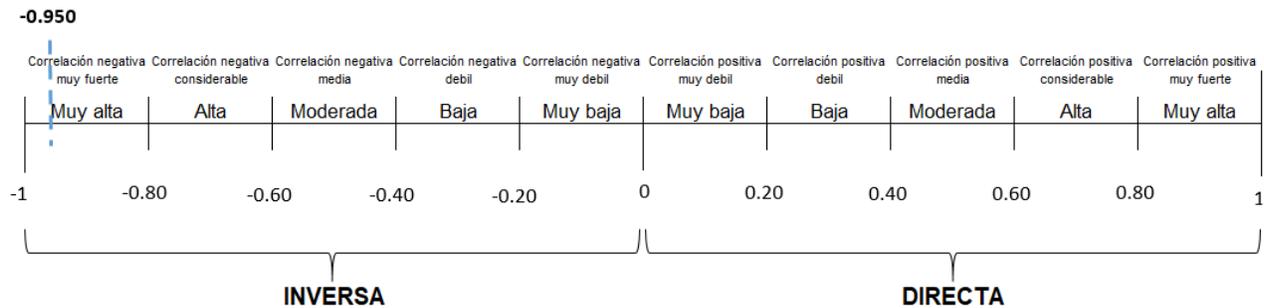
Interpretación:

p-valor calculado es < 0.001 , que es menor a 0.05, por lo que se rechaza que la asertividad del pronóstico de demanda con la gestión de inventario no se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metal mecánica Perú año 2019-2023 y **se acepta la hipótesis alterna.**

En conclusión se puede afirmar con un 99% de confianza que existe **una relación negativa muy alta** (Ver figura 29) entre el inventario y la asertividad en la empresa metalmeccánica Perú año 2019-2023.

Figura 29

Nivel de correlación de las variables inventario y asertividad



Nota: En el gráfico se muestra que la correlación negativa (inversa) del inventario y asertividad es casi perfecta, ya que se encuentra cerca al -1.

3.4.2 Prueba de Hipotesis Especificas:

- **PE H_i:** Existe relación entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

Para realizar la prueba de hipotesis, primero se realizará la prueba de normalidad a la variable dependiente e independiente para determinar el modelo estadístico a aplicar.

Tabla 17

Muestra de datos de las variables stock medio y sumatoria de error absoluto

| N° | Periodo | Stock medio (PEN) | Sumatoria Error absoluto |
|----|---------|-------------------|--------------------------|
| 1 | Jan-19 | 9,706,106 | 3170 |
| 2 | Feb-19 | 9,505,583 | 5988 |
| 3 | Mar-19 | 8,939,458 | 8795 |
| 4 | Apr-19 | 8,335,637 | 10367 |
| 5 | May-19 | 8,553,585 | 13414 |
| 6 | Jun-19 | 8,380,631 | 15315 |
| 7 | Jul-19 | 9,155,658 | 17216 |
| 8 | Aug-19 | 9,933,292 | 20184 |
| 9 | Sep-19 | 8,477,273 | 23476 |
| 10 | Oct-19 | 7,457,877 | 26603 |
| 11 | Nov-19 | 6,965,128 | 27268 |
| 12 | Dec-19 | 6,130,565 | 29117 |
| 13 | Jan-20 | 5,818,231 | 31309 |
| 14 | Feb-20 | 6,199,084 | 33154 |
| 15 | Mar-20 | 6,692,584 | 39817 |
| 16 | Apr-20 | 7,162,822 | 43343 |
| 17 | May-20 | 10,577,238 | 48927 |
| 18 | Jun-20 | 14,129,864 | 50413 |
| 19 | Jul-20 | 13,543,215 | 53405 |
| 20 | Aug-20 | 11,426,149 | 58738 |
| 21 | Sep-20 | 9,544,804 | 60169 |
| 22 | Oct-20 | 8,139,024 | 60876 |
| 23 | Nov-20 | 8,157,977 | 61906 |
| 24 | Dec-20 | 9,542,706 | 63669 |
| 25 | Jan-21 | 10,744,270 | 65381 |
| 26 | Feb-21 | 12,299,734 | 66769 |
| 27 | Mar-21 | 13,883,374 | 67082 |
| 28 | Apr-21 | 14,491,427 | 68331 |
| 29 | May-21 | 14,178,068 | 68427 |
| 30 | Jun-21 | 15,039,846 | 68900 |

| | | | |
|----|--------|------------|--------|
| 31 | Jul-21 | 17,925,643 | 74441 |
| 32 | Aug-21 | 19,620,294 | 76195 |
| 33 | Sep-21 | 20,847,747 | 79990 |
| 34 | Oct-21 | 21,960,075 | 80722 |
| 35 | Nov-21 | 22,096,875 | 82030 |
| 36 | Dec-21 | 23,841,308 | 85066 |
| 37 | Jan-22 | 27,834,419 | 86660 |
| 38 | Feb-22 | 33,199,551 | 87926 |
| 39 | Mar-22 | 34,036,539 | 88677 |
| 40 | Apr-22 | 33,765,890 | 92371 |
| 41 | May-22 | 36,144,786 | 98458 |
| 42 | Jun-22 | 36,153,418 | 104402 |
| 43 | Jul-22 | 37,978,346 | 111143 |
| 44 | Aug-22 | 42,002,599 | 115228 |
| 45 | Sep-22 | 43,467,029 | 117124 |
| 46 | Oct-22 | 42,221,487 | 117913 |
| 47 | Nov-22 | 39,653,395 | 118762 |
| 48 | Dec-22 | 36,926,577 | 121545 |
| 49 | Jan-23 | 33,775,873 | 121655 |
| 50 | Feb-23 | 30,927,956 | 122296 |
| 51 | Mar-23 | 28,363,691 | 124309 |
| 52 | Apr-23 | 26,494,877 | 125499 |
| 53 | May-23 | 24,964,626 | 127467 |
| 54 | Jun-23 | 23,487,434 | 131419 |
| 55 | Jul-23 | 22,667,886 | 132609 |
| 56 | Aug-23 | 22,212,099 | 139192 |
| 57 | Sep-23 | 22,743,701 | 143597 |

Hipotesis de normalidad:

H_0 : La muestra sigue una distribución normal

H_1 : La muestra no sigue una distribución normal

Nivel de significancia:

$NC = 0.95$

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de Normalidad:

$n > 50$ por lo que aplicaremos Kolmogorov – Smirnov

Estadístico de prueba:

Si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y rechaza H_1

Donde $p\text{-valor}$ es el mínimo valor de riesgo que queremos asumir para demostrar nuestra

Criterio de decisión:

$p\text{-valor}$ Inventario medio $0.001 < 0.05$, por lo que se rechaza H_0

$p\text{-valor}$ error absoluto $0.200 > 0.05$, por lo que se acepta H_0

Figura 30

Prueba de normalidad de la muestra de datos de las variables inventario medio y error absoluto

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|-------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Inventario med | .169 | 57 | <.001 | .887 | 57 | <.001 |
| Error abs | .103 | 57 | .200 [*] | .955 | 57 | .035 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación:

$p\text{-valor}$ Inventario medio es $0.001 < 0.05$, se rechaza que la muestra sigue una distribución normal

$p\text{-valor}$ error absoluto es $0.200 > 0.05$, se acepta que la muestra sigue una distribución normal

Una de nuestras variables no tiene distribución normal, por lo que debe aplicarse una prueba **No paramétrica** para hallar el coeficiente de correlación.

Coefficiente de Correlación

Hipotesis de correlación:

H_0 : No existe correlación entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metalmecánica Perú año 2019-2023

H_1 : Existe correlación entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metalmecánica Perú año 2019-2023

Nivel de significancia:

NC = 0.95

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de correlación:

Spearman – Estadística o prueba no paramétrica, con la que evaluaremos si hay relación estadística entre las variables del error de pronóstico y stock medio.

Estadístico de prueba:

Si p-valor < 0.05 se rechaza H_0

Si p-valor > 0.05 se acepta H_0 y rechaza H_1

Criterio de decisión:

p-valor calculado es < 0.001 < 0.05, por lo que se rechaza H_0

Figura 31

Resultado de correlacion de Spearman de las variables inventario medio y error absoluto

| Correlaciones | | | Inventario med | Error abs |
|-----------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| Rho de Spearman | Inventario med | Coefficiente de correlación | 1.000 | .844** |
| | | Sig. (bilateral) | . | <.001 |
| | | N | 57 | 57 |
| | Error abs | Coefficiente de correlación | .844** | 1.000 |
| | | Sig. (bilateral) | <.001 | . |
| | | N | 57 | 57 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

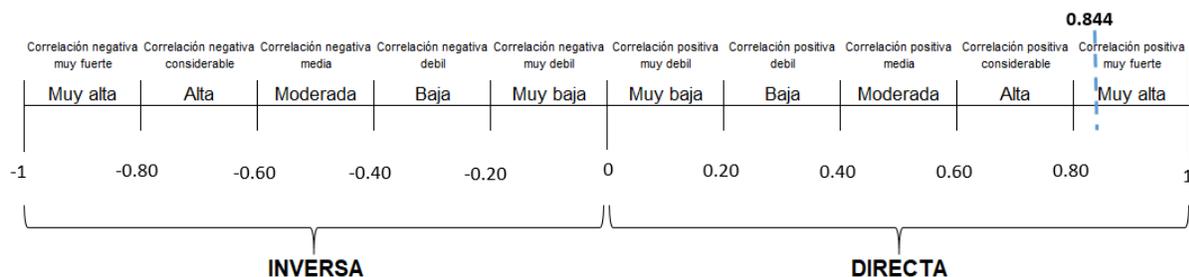
Interpretación:

p-valor calculado es $< 0.001 < 0.05$, por lo que se rechaza que no existe correlación entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metalmeccánica Perú año 2019-2023

Se puede afirmar con un 99% de confianza que **existe una relación positiva muy alta** (Ver figura 31) entre el error de pronóstico y el stock medio en la empresa metalmeccánica Perú año 2019-2023.

Figura 32

Nivel de correlación de las variables inventario medio y error absoluto



Nota: El inventario medio y error absoluto tienen una correlación positiva muy alta.

- **PE2 Hi:** El análisis de modelos de pronóstico de la demanda mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

Para realizar la prueba de hipotesis, primero se realizará la prueba de normalidad a la variable dependiente e independiente para determinar el modelo estadístico a aplicar.

Tabla 18

Muestras de las variables aservividad inicial y asertividad del modelo suavización exponencial

| N° | Periodo | Asert Inicial | Asert | Diferencia |
|----|---------|---------------|------------------|------------|
| | | | Suavización Exp. | |
| 1 | Feb-19 | 0.605874 | 0.953287 | -0.35 |
| 2 | Mar-19 | 0.655202 | 0.890692 | -0.24 |
| 3 | Apr-19 | 0.846873 | 0.766762 | 0.08 |
| 4 | May-19 | 0.682967 | 0.992721 | -0.31 |
| 5 | Jun-19 | 0.803148 | 0.993043 | -0.19 |
| 6 | Jul-19 | 0.734831 | 0.655787 | 0.08 |
| 7 | Aug-19 | 0.627042 | 0.994738 | -0.37 |
| 8 | Sep-19 | 0.624029 | 0.907415 | -0.28 |
| 9 | Oct-19 | 0.663365 | 0.916197 | -0.25 |
| 10 | Nov-19 | 0.947100 | 0.720174 | 0.23 |
| 11 | Dec-19 | 0.857977 | 0.883782 | -0.03 |
| 12 | Jan-20 | 0.657393 | 0.036746 | 0.62 |
| 13 | Feb-20 | 0.746043 | 0.862502 | -0.12 |
| 14 | Mar-20 | -1.443344 | -0.775006 | -0.67 |
| 15 | Apr-20 | 0.353502 | 0.768707 | -0.42 |
| 16 | May-20 | -0.809462 | 0.356427 | -1.17 |
| 17 | Jun-20 | 0.802761 | 0.489424 | 0.31 |
| 18 | Jul-20 | 0.733214 | 0.567931 | 0.17 |
| 19 | Aug-20 | 0.530670 | 0.857863 | -0.33 |
| 20 | Sep-20 | 0.868402 | 1.000000 | -0.13 |
| 21 | Oct-20 | 0.941681 | 0.896973 | 0.04 |
| 22 | Nov-20 | 0.906813 | 0.937407 | -0.03 |
| 23 | Dec-20 | 0.847134 | 0.976543 | -0.13 |
| 24 | Jan-21 | 0.794428 | 0.624989 | 0.17 |
| 25 | Feb-21 | 0.823455 | 0.820457 | 0 |
| 26 | Mar-21 | 0.971408 | 0.757228 | 0.21 |

| | | | | |
|----|--------|-----------|----------|-------|
| 27 | Apr-21 | 0.869882 | 0.943394 | -0.07 |
| 28 | May-21 | 0.990680 | 0.947914 | 0.04 |
| 29 | Jun-21 | 0.953321 | 0.999549 | -0.05 |
| 30 | Jul-21 | 0.360236 | 0.829883 | -0.47 |
| 31 | Aug-21 | 0.844421 | 0.807796 | 0.04 |
| 32 | Sep-21 | 0.385922 | 0.281888 | 0.1 |
| 33 | Oct-21 | 0.919232 | 0.830151 | 0.09 |
| 34 | Nov-21 | 0.873293 | 0.832795 | 0.04 |
| 35 | Dec-21 | 0.743927 | 0.826620 | -0.08 |
| 36 | Jan-22 | 0.783041 | 0.470991 | 0.31 |
| 37 | Feb-22 | 0.829357 | 0.851092 | -0.02 |
| 38 | Mar-22 | 0.923710 | 0.787635 | 0.14 |
| 39 | Apr-22 | 0.513307 | 0.786422 | -0.27 |
| 40 | May-22 | -0.067333 | 0.583061 | -0.65 |
| 41 | Jun-22 | 0.114290 | 0.957074 | -0.84 |
| 42 | Jul-22 | -0.485129 | 0.540696 | -1.03 |
| 43 | Aug-22 | 0.444973 | 0.702473 | -0.26 |
| 44 | Sep-22 | 0.760878 | 0.844621 | -0.08 |
| 45 | Oct-22 | 0.908160 | 0.879524 | 0.03 |
| 46 | Nov-22 | 0.921309 | 0.767229 | 0.15 |
| 47 | Dec-22 | 0.455062 | 0.036295 | 0.42 |
| 48 | Jan-23 | 0.983498 | 0.989666 | -0.01 |
| 49 | Feb-23 | 0.875365 | 0.707925 | 0.17 |
| 50 | Mar-23 | 0.593744 | 0.870272 | -0.28 |
| 51 | Apr-23 | 0.871393 | 0.556535 | 0.31 |
| 52 | May-23 | 0.677588 | 0.687643 | -0.01 |
| 53 | Jun-23 | 0.271252 | 0.767976 | -0.5 |
| 54 | Jul-23 | 0.639721 | 0.242821 | 0.4 |
| 55 | Aug-23 | -1.203146 | 0.641161 | -1.84 |
| 56 | Sep-23 | 0.089123 | 0.684994 | -0.6 |

Hipotesis de normalidad:

H_0 : La muestra sigue una distribución normal

H_1 : La muestra no sigue una distribución normal

Nivel de significancia:

NC = 0.95

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de Normalidad:

$n > 50$ por lo que aplicaremos Kolmogorov – Smirnov

Estadístico de prueba:

Si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y rechaza H_1

Donde $p\text{-valor}$ es el minimo valor de riesgo que queremos asumir para demostrar nuestra

Criterio de decisión:

$p\text{-valor}$ calculado es $0.014 < 0.05$, por lo que se rechaza H_0

Figura 33

Prueba de normalidad de la muestra diferencia de asertividad del modelo inicial y el propuesto

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Diferencia | .134 | 56 | .014 | .889 | 56 | <.001 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación:

$p\text{-valor}$ calculado es $0.014 < 0.05$, se rechaza que la muestra sigue una distribución normal, por lo que se acepta la hipótesis alterna.

Coefficiente de Comparación

Hipotesis de Comparación:

H_0 : El análisis de modelos de pronóstico de la demanda no mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

H_1 : El análisis de modelos de pronóstico de la demanda mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

Nivel de significancia:

NC = 0.95

$\alpha = 0.05$ (Margen de error)

Prueba de comprobación:

T de Wilconson – Estadística o prueba no paramétrica, que evalúa muestras pareadas (Antes-Después).

Estadístico de prueba:

Si $p\text{-valor} < 0.05$ se rechaza H_0

Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y rechaza H_1

Criterio de decisión:

$p\text{-valor}$ calculado es $0.045 < 0.05$ se rechaza H_0

Figura 34

Resultado de la comparación de Wilcoxon de las variables de asertividad inicial y asertividad de suavización exponencial simple

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|---|
| | Asertividad mod Suavizacion S - Asertividad mod Act |
| Z | -2.007 ^b |
| Sig. asin. (bilateral) | .045 |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

p-valor calculado es $0.045 < 0.05$, por lo que se rechaza que el análisis de modelos de pronóstico de la demanda no mejorarán la asertividad en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023.

Se puede afirmar con un 95.5% de confianza que **implementar un nuevo modelo de pronóstico de demanda mejorará la asertividad, es decir el pronóstico se acercará más a la demanda real.**

Se demuestra también que más rangos positivos se tiene con el modelo de suavización exponencial (Ver figura 35)

Figura 35

Resumen detallado del resultados comparativo de la variable asertividad del modelo inicial y del modelo propuesto suavización exponencial.

| | | Rangos | | |
|---|------------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Asertividad mod Suavizacion S - Asertividad mod Act | Rangos negativos | 23 ^a | 24.00 | 552.00 |
| | Rangos positivos | 33 ^b | 31.64 | 1044.00 |
| | Empates | 0 ^c | | |
| | Total | 56 | | |

a. Asertividad mod Suavizacion S < Asertividad mod Act
 b. Asertividad mod Suavizacion S > Asertividad mod Act
 c. Asertividad mod Suavizacion S = Asertividad mod Act

Nota: El modelo de pronóstico de suavización exponencial simple tiene el mayor número de muestras con rango positivo de asertividad, en comparación con el modelo inicial.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Interpretación comparativa de los resultados

Para poder realizar una interpretación comparativa de los resultados se realizó una tabla resumen (Ver anexo 1), en la que se analizó el objetivo, resultado y conclusion de cada una de las investigaciones que empleamos como antecedentes y la asociamos sus variables, con las variables definimos en las hipótesis de esta investigación, para poder determinar las coincidencias y aportes de cada investigador. El objetivo de la tabla resumen, fue determinar de manera concreta las semejanzas que tenían las investigaciones precedentes con la nuestra; para definir si se reafirmaba lo ya propuesto por dichos investigadores y expresar también si la presente investigación añade un aporte relacionado al tema.

4.2 Limitaciones de la investigación

La limitación principal se presentó al realizar las pruebas de normalidad, ya que las muestras de los antecedentes presentaban distribución normal, por lo que los modelos estadísticos a aplicar eran paramétricos y para esta investigación las muestras no presentaban distribución normal, por lo que los modelos estadísticos que se utilizaron fueron “no paramétricos”, ello generó la revisión de más información y aplicaciones exitosas que sirvieran como precedente para poder resolver nuestras hipótesis y lograr los objetivos planteados.

Otra limitación de la investigación fueron los repositorios de otras universidades a nivel departamental y nacional; ya que no tenían en el índice definido los campos de objetivos, resultados o conclusión, como lo tiene el repositorio de la Universidad UPN; ya que dichas

universidades tienen un enfoque de planteamiento pero no desarrollo. Al no tener todos los campos que se requerían no podrían formar parte de los antecedentes de esta investigación.

Respecto a información financiera, no se tuvo dicha información por políticas de confidencialidad y porque no se está permitido administrar información fuera de las carpetas o rutas que el área de IT (Tecnología de la información) administra.

Otra limitación es el difícil acceso a libros completos online que sean de autores reconocidos y estén clasificados según tema de interés. La biblioteca virtual, tampoco estuvo equipada de los libros necesarios para poder extraer la información teórica.

Los artículos científicos fueron muy limitados, ya que en páginas libres y de pago, no puede hallar información.

4.3 Implicancias de la investigación

Implicancias prácticas:

La presente tesis será precedente para futuras investigaciones que estén enfocadas en responder cuestionamientos sobre correlación, modelos de pronósticos de demanda y gestión de inventario. De igual modo ayudará a las empresas comerciales y de manufactura que deseen seguir la secuencia para encontrar el mejor modelo de pronóstico de demanda con mayor asertividad que ayude a mejorar su gestión de inventario.

Implicancias teóricas:

Destaco la relevancia de conocer métodos de pronóstico utilizados en la planificación de la demanda, además de los indicadores que miden la calidad del pronóstico mismo, los indicadores del error y asertividad.

Implicancias metodológicas:

La presente tesis brinda un proceso metodológico de recolección de datos basado y análisis que permiten seguir una secuencia para que se pueda lograr lo que la organización defina como objetivo.

4.4 Discusión y Conclusiones

4.4.1 Discusión

En el resultado de esta investigación se pudo apreciar la correlación que existe entre el error del pronóstico (Asertividad) y el nivel de inventario, cuyo resultado coincide con las investigaciones de Usta (2023) y Valera (2022), quienes trabajaron ambas variables en conjunto.

Esta investigación después de determinar la correlación entre el error del pronóstico y nivel de inventario determinó plantear un nuevo modelo de pronóstico que reduzca el error (mejore el asertividad), que coincide con las investigaciones de Lopez y Vega (2019), Garavito (2021), Barría (2021) y Estrada (2015), quienes también eligieron el modelo adecuado según su demanda. El objetivo de reducir el error del pronóstico es mejorar el nivel de inventario, que según nuestra investigación quedó demostrada dicha correlación (mediante la correlación de Pearson), y que Espinoza y Medina (2020), y Sanchez (2019) demostraron también mediante la aplicación y obtención de resultados en su investigación.

Según el saber previo, las empresas buscan ser cada vez más eficientes y un modo de lograrlo es atender la demanda en las cantidades necesarias, sin generar costos adicionales; esto respalda el interés del 90% de las investigaciones que consideramos como nuestros antecedentes,

ya que tocaron temas como: Pronóstico de demanda, método de demanda, planeación de demanda y proceso de predicción de demanda.

También se puede apreciar que implementar modelos de pronóstico con menor error les genera ahorro a las compañías. El 70% de las investigaciones hizo referencia al respecto de manera explícita e incluso indicó el monto del ahorro y sólo Usta (2023), Barría (2021) y Valera (2022) no especificaron el beneficio económico y tampoco hicieron referencia sobre el ahorro. La presente investigación no detalla el ahorro obtenido, pero se infiere que al mejorar el nivel de inventario se reducen costos, tal como lo plantea Ramirez (2020), en el que indica que el inventario representa un 60% de los costos logísticos.

4.4.2 Conclusión general

Se analizó la relación entre entre la asertividad del pronóstico de demanda y la gestión gestión de inventario en una empresa metalmecánica 2019-2023 y de determinó con 99% de confianza una **correlación de Spearman negativa muy alta** (casi perfecta) de -0.950, por lo que se rechazó la hipótesis nula y aceptó la alterna “La asertividad del pronóstico de demanda con la gestión del inventario se relacionan de manera inversamente proporcional en una empresa metalmecánica 2019-2023.

4.4.3 Conclusiones específicas

Con respecto a las variables error del pronóstico y error medio, se determinó con un 99% de confianza que **existe una correlación de Spearman positiva muy alta** de 0.844, por lo que se rechazó la hipótesis nula y aceptó la alterna “Existe relación entre el error del pronóstico y el stock medio en la empresa metalmecánica 2019-2023.

Se analizó la situación inicial del pronóstico de la demanda y la gestión de inventario en la empresa metal mecánica Perú año 2019-2023, y los resultados de los indicadores que medían las dimensiones del pronóstico de la demanda fueron: suma continua de errores de previsión (SCEP) llegó a -75, 209 UND; la señal de seguimiento (TS) sólo estuvo dentro del rango [-4,4] MAD los 3 primeros meses, el rango obtenido oscila entre [-29.85, -1.0] MAD, precisión del pronóstico 3,51%; los resultados de los indicadores de la dimensión medición del error fueron: error normal -1319 UND, error absoluto medio MAD 2519 UND, error porcentual absoluto medio (MAPE) 30.96 %; el resultado del indicador de la dimensión asertividad de pronóstico fue: Asertividad 69.04%; y la gestión de inventario tuvo un indicador por dimensión y estos fueron sus resultados: Stock medio 19,270,620 PEN, cobertura promedio 58 días (en un rango de 20-140 a días) y costos de mantenimiento de 242,406 PEN (en un rango de 67,479 a 544,955 PEN). Los resultados obtenidos demuestran que la demanda real es menor al pronóstico.

Se analizó otros modelos de pronóstico de demanda y mediante la prueba T de Wilcoxon podemos afirmar con un 95% de confianza que **implementar un nuevo modelo de pronóstico de demanda mejorará la asertividad, es decir el pronóstico se acercará más a la demanda real.** El modelo de Suavización exponencial simple, alcanza un nivel de asertividad de pronóstico de 77.955%, que es 8.915% mayor al modelo inicial y 0.881% mayor al modelo de promedio móvil ponderado.

Se concluye que la aplicación del indicador “**Señal de seguimiento - TS**”, antes de proponer o implementar otro modelo de pronóstico de demanda, es muy importante porque permite visualizar si el pronóstico de demanda se ajusta a la demanda real para mantenerse dentro los

límites de control superior e inferior (-4,4). El seguimiento continuo de dicho indicador permite ver las desviaciones y ajustar las previsiones para que se aproximen lo más posible a la demanda real.

También podemos concluir que se debe realizar una revisión periódica de los modelos de demanda, y comparar los porcentajes de asertividad que tienen dichos modelos, para optar por el más adecuado según la evolución de la demanda real. Realizar esto mejorará la gestión de inventarios y mejorará los costos de almacenamiento, ya que como se ha comprobado en la hipótesis, la asertividad de la demanda tiene correlación con la gestión de inventario y el implementar modelos óptimos de pronóstico de demanda mejora la asertividad.

Referencias

- Barría S. D. (2021). *Métodos de pronóstico para la producción de cultivos agrícolas de Panamá*. Universidad de Panamá. República de Panamá (Tesis de licenciatura). Repositorio Institucional UP, recuperado de: <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/6558>
- Espinoza, R. A., & Medina, E. F. (2020). *Planificación de la demanda y su impacto en los costos de inventario de una empresa de autopartes y ferretería 2019* (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/26282>
- Estrada M. E. (2015). *Metodología de planeación de la demanda para la reducción del error del pronóstico*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/378036>
- Garavito V. K. (2021). *Implementación de un método para el pronóstico de demanda de computadores portátiles*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. (Tesis de maestría) Repositorio Institucional UN, recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79792>
- Lopez, V. D., & Vega, E. O. (2019). *Mejora del proceso de predicción de demanda mediante Rolling Forecast y su influencia en el presupuesto de la empresa Celaep SAC*. (Tesis de

licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de

<https://hdl.handle.net/11537/24054>

Naciones Unidas. (2023). Recuperado 13 de noviembre de 2023, Recuperado de:

<https://desapublications.un.org/>

Ramirez, L. P. (2020). *Gestión de inventario y su efecto en los costos logísticos en empresas de servicios de transportes entre los años 2010 y el 2020: una revisión de la literatura científica* (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/25842>

Sanchez, R. M. (2018). *Propuesta de planificación mediante un pronóstico dinámico para la optimización del proceso de abastecimiento de agregados en una empresa concretera* (Tesis de maestría). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de

<http://hdl.handle.net/11537/13729>

Toral C. J. (2008). *Política de Inventario con Pronósticos de Demanda para una Empresa de Venta de Neumáticos*. (Tesis de postgrado). Universidad de Chile, Santiago. Recuperado

de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103020>

Usta D. B. (2023). *Aplicación de modelos de series de tiempo para el pronóstico de la demanda de medicamentos en el Hospital San Vicente Fundación*

(Rionegro/Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Medellín. (Tesis de maestría).

Repositorio Institucional UN, recuperado de:

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84189>

Valera, J. L. (2022). *Implementación de una propuesta de mejora en la planificación de la demanda para optimizar el nivel de inventarios de la empresa Tex Javier Sport EIRL, Lima 2020-2021*. Lima (Tesis de licenciatura), Universidad Privada del Norte. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/30323>

Anexos

ANEXO N° 1.Revisión y análisis de los antecedentes.

| Revisión y análisis de los Antecedentes | | | | | | | |
|---|--------------------------|---|--|--|--|--|---------------------|
| Antecedentes | Autor | Tesis/Investigación | Objetivo | Resultado | Conclusión | Relación con las variables de Investigación | Beneficio económico |
| Antecedentes Internaciones | Usta (2023) | Aplicación de modelos de series de tiempo para el pronóstico de la demanda de medicamentos en el Hospital San Vicente Fundación | Aplicar modelos estadísticos para el pronóstico de la demanda | Pronostico elegido media móvil simple, genera ahorro de inventario | Se evalúan métodos encontrados en la literatura, para reducir el error. Es aplicable a todos los productos que tienen demanda | Reducción de error (mejorar la asertividad) y optimización el inventario | No específica |
| | Garavito (2021) | Implementación de un método para el pronóstico de demanda de computadoras portátiles | Seleccionar e implementar un método de pronóstico de demanda | promedio móvil con enfoque jerárquico, que redujo el error a 39.74% y genera ahorro | Una base de datos sin valores atípicos y la implementación de un modelo con menor error de demanda genera | Reducción de error (mejorar la asertividad) | Ahorro |
| | Barria (2021) | Métodos de pronóstico para la producción de cultivos agrícolas de Panamá | Evaluar diferentes métodos de pronóstico | modelo de regresión lineal simple presentó menor error | Evaluar varios modelos de pronóstico logrará reducir el error. | Reducción del error (mejorar la asertividad) | No específica |
| | Toral (2018) | Política de inventario con pronósticos de demanda para una empresa de venta de neumáticos | Diseñar y evaluar un prototipo de modelo de administración de inventario | Realizar revisión periódica y tener un modelo de pronóstico redujo en \$21 millones el inventario | se obtuvieron resultados positivos y beneficio económico | Optimización de inventario | Ahorro |
| | Estrada (2015) | Metodología de planeación de la demanda para la reducción del error del pronóstico | Establecer una metodología de planificación de la demanda para reducir el error de pronóstico | Se redujo el error (MAPE) y se incrementó el fill rate (nivel de servicio) | Dificultad en la implementación, exposición a factores externos y se requiere comunicación | Reducción del error (mejorar la asertividad) | No específica |
| Antecedentes Nacionales | Valera (2022) | Implementación de una propuesta de mejora en la planificación de la demanda para optimizar el nivel de inventario de la empresa Tex Javier Sport E.I.R.L. Lima 2020-2021 | Conocer y analizar, la demanda real y los inventarios | Se detectó altos niveles de error de pronóstico que generaba sobre stock. | realizar un reajuste en la Planificación de la demanda optimiza el nivel de inventario, reduce costos de inventario y faltantes | Reducción de error (mejorar la asertividad) y optimización el inventario | Ahorro |
| | Espinoza y Medina (2020) | Planificación de la demanda y su impacto en los costos de inventario de una empresa de autopartes y ferretería 2019 | Determinar en qué medida la planificación de la demanda impacta los costos de inventario | Al implementar la planificación de la demanda el costo de inventario se redujo en 7.06%. | se evidenció el impacto que tiene la planificación de la demanda con los costos de inventario | Optimización de inventario | Ahorro |
| | Lopez y Vega (2019) | Mejora del proceso de predicción de demanda mediante el Rolling Forecast y su influencia en el presupuesto de la empresa CELAEP S.A.C | Determinar cómo la implementación de Rolling Forecast mejora el pronóstico de demanda y determinar como influye en el presupuesto. | Al mejorar el pronóstico se redujo el presupuesto en 23% | Se validó la influencia del pronóstico de demanda mediante Rolling Forecast sobre el presupuesto de la compañía | Reducción del error (mejorar la asertividad) | Ahorro |
| | Sanchez (2019) | Propuesta de Planificación mediante un pronóstico dinámico (Rolling Forecast) para la optimización del proceso de abastecimiento de agregados de una empresa concretera | Elaborar una propuesta de planificación mediante un pronóstico dinámico | Implementar Rolling Forecast mejoró el cumplimiento de abastecimiento y las coberturas de stock, generó un beneficio de S/. 334,033. | Implementación del pronóstico dinámico mejoró el proceso de abastecimiento | Optimización de inventario | Ahorro |
| | Ramirez (2020) | Gestión de Inventario y su efecto en los costos logísticos en empresas de servicios de transporte entre los años 2010 y el 2020: una revisión de la literatura científica | Analizar la gestión de inventario y su efecto en los costos logísticos. | Inventario representa un 60% de los costos logísticos | Se concluyó que existe relación entre el fortalecimiento de habilidades logísticas y el nivel de eficacia de la gestión de inventarios | Optimización de inventario | Ahorro |