

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROPUESTA DE MEJORA DE INVENTARIOS DE UNA
EMPRESA IMPORTADORA DE MAQUINARIA EN EL PERÚ
USANDO HERRAMIENTAS DE MINERÍA DE DATOS**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Gian Carlo Vilela Leon

ASESOR:

Walter Alejandro Silva Sotillo

Lima, Marzo, 2024

Informe de Similitud


Yo, WALTER SILVA SOTILLO docente de la Facultad de CIENCIAS E INGENIERIA de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado **PROPUESTA DE MEJORA DE INVENTARIOS DE UNA EMPRESA IMPORTADORA DE MAQUINARIA EN EL PERÚ USANDO HERRAMIENTAS DE MINERÍA DE DATOS**

del/de la autor(a)/ de los(as) autores(as)
Gian Carlo Vilela Leon

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 04/03/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Tampa, 10 de Mayo de 2024

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Silva Sotillo, Walter</u>	
DNI: 09880013	Firma 
ORCID: 0000-0003-3162-6340	

RESUMEN

En el escenario competitivo actual, es de suma relevancia que las empresas logren saber qué es lo que sus clientes desean comprar. Una forma de lograrlo es mediante buenos pronósticos de demanda, lo cual se traduce en compras de productos asertivas o la toma de decisiones correctivas en el corto plazo.

La presente tesis manifiesta que existe ventajas económicas y estratégicas en el área de inventario y abastecimiento de una empresa utilizando herramientas de minería de datos, específicamente, herramientas de pronóstico de demanda que nos permiten reducir las diferencias entre lo ofertado y lo realmente demandado, lo cual optimiza los niveles de abastecimiento.

El desarrollo de la investigación involucra diseñar diferentes modelos aplicando distintos métodos a una base de datos histórica de una organización dedicada a la importación de maquinarias de uso industrial, realizando previamente una selección de categorías de productos relevantes para el desarrollo y evaluación de estos modelos.

Posteriormente se realizó la medición de errores de cada modelo propuesto con el fin de poder identificar aquel que se adecua de mejor manera a los productos y, de esta manera, realizar la elección del modelo que menor error nos genera al compararlo con la demanda real del mismo.

Finalmente se realizó el análisis de evaluación económica financiera, la cual considera los costos en los cuales incurriría la empresa para la implementación de la propuesta a través del VAN y TIR, así como cuantificar los ahorros que se generarían por los mismos. El resultado indicaría que es recomendable la implementación de dicha propuesta y que su viabilidad generaría grandes reducciones en los costos de almacenamiento que actualmente se tienen en la compañía.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su constante apoyo durante toda mi vida, en especial a las 3 personas que son mi todo: mi madre, mi padre y mi hermana, que siempre me han dado los ánimos para poder seguir adelante.

A mi asesor Walter Silva Sotillo, que siempre mostro su incondicional apoyo durante este proceso.

Todo lo que he logrado es gracias a ustedes y estoy muy agradecido con todo lo que me han enseñado.



INDICE

CAPITULO 1. Marco teórico	8
1.1 Pronósticos	8
1.1.1 Patrones de demanda	8
1.2 Métodos de pronósticos	9
1.3 Métodos Causales	11
1.3.1 Regresión Lineal	11
1.4 Series de tiempo	12
1.4.1 Promedio móvil simple	12
1.4.2 Método de Suavizamiento exponencial	13
1.4.3 Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia	14
1.4.4 Modelo ARIMA	15
1.5 Medición de errores	17
1.6 Herramientas de análisis para diagnóstico de procesos	18
1.6.1 Diagrama de Pareto	18
1.6.2 Diagrama Causa - Efecto	19
CAPITULO 2. Descripción y diagnóstico de la empresa	20
2.1 Descripción de la empresa, productos y clientes	20
2.2 Descripción de las áreas funcionales de la empresa	22
2.2.1 Administración y gestión	22
2.2.2 Marketing y ventas	23
2.2.3 Operaciones y logística	24
2.2.4 Contabilidad y Finanzas	24
2.3 Análisis y diagnóstico de las importaciones y ventas	24
2.3.1 Diagnóstico de las importaciones	25
2.3.2 Diagnóstico de las ventas	27
2.4 Diagnóstico de la problemática actual de la empresa	29
2.4.1 Exceso de Inventario	29
2.4.2 Ventas perdidas por falta de stock	29
2.4.3 Falta de un estudio de mercado	30
2.4.4 Alto grado de dependencia de los ingresos de una marca y pocos productos	30
2.5 Análisis de la causa raíz	33
2.5.1 Diagrama Causa-Efecto	33
2.6 Análisis de familias de productos	35
2.6.1 Análisis y diagnóstico de la línea principal de productos	35
CAPITULO 3. Propuesta de modelos de pronóstico	39
3.1 Metodología del trabajo	39

3.2 Elaboración de pronósticos	40
3.2.1 Método de Regresión Lineal	40
3.2.2 Método de Promedio móvil simple	41
3.2.3 Método de Suavizado exponencial	45
3.2.4 Método de Suavizado exponencial ajustado a la tendencia	48
3.2.5 Modelo ARIMA	49
3.3 Medición de Errores	55
3.3.1 Regresión Lineal	56
3.3.2 Promedio móvil simple	56
3.3.3 Suavización exponencial simple	57
3.3.4 Suavización exponencial ajustado a la tendencia	57
3.3.5 Modelos ARIMA	58
3.3.6 Elección de modelos	58
3.4 Recursos e inversión necesaria	62
3.5 Plan de implementación	63
3.6 Resultados esperados	63
CAPITULO 4. Evaluación Económica	67
4.1 Inversión requerida de la propuesta	67
4.2 Evaluación de la factibilidad económica de la propuesta	68
5. Conclusiones y recomendaciones	71
5.1 Conclusiones	71
5.2 Recomendaciones	71
6. Referencias bibliográficas	73
7. Anexos	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Patrones de demanda	9
Figura 2 - Regresión Lineal.....	12
Figura 3 - Comparación promedio móvil tres y seis semanas.....	13
Figura 4 - Importaciones Totales 2017-2021.....	26
Figura 5 - Importaciones Totales 2021	26
Figura 6 - Ventas Totales 2017-2021	27
Figura 7 - Ventas Totales 2021	27
Figura 8 - Proporción de ventas por marca 2019.....	28
Figura 9 - Proporción de ventas por marca 2021	28
Figura 10 - Diagrama Causa-Efecto	34
Figura 11 - Total de ventas por la línea de negocio, 2021	35
Figura 12 - Total ventas Línea Industrial por categoría.....	36
Figura 13 - Promedio móvil Elemento Filtrante 30 Micras P/petróleo (Rojo) 2 meses	42
Figura 14 - Promedio móvil Elemento Filtrante 30 Micras P/petróleo (Rojo) 3 meses	42
Figura 15 - Promedio móvil Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) 2 meses	42
Figura 16 - Promedio móvil Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) 3 meses	43
Figura 17 - Promedio móvil Elemento Filtrante 10 Micras P/petróleo (Azul) 2 meses	43
Figura 18 - Promedio móvil Elemento Filtrante 10 Micras P/petróleo (Azul) 3 meses	43
Figura 19 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L 2 meses	44
Figura 20 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L 3 meses	44
Figura 21 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L 2 meses	44
Figura 22 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L 3 meses	45
Figura 23 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	47
Figura 24 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	47
Figura 25 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	47
Figura 26 - Suavización Exponencial Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L.....	48
Figura 27 - Suavización exponencial Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	48
Figura 28 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	52
Figura 29 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Azul).....	52
Figura 30 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Rojo).....	53
Figura 31 - ACF y PACF Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	53
Figura 32 - ACF y PACF Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Criterios de selección para pronósticos	10
Tabla 2 - Productos por la línea de negocio.....	21
Tabla 3 - Criterio de Factibilidad	31
Tabla 4 - Criterio de Impacto	31
Tabla 5 - Criterio de Frecuencia	32
Tabla 6 - Criterio de dependencia	32
Tabla 7 - Ponderación de problemas	33
Tabla 8 - Top 10 productos Línea Industrial	37
Tabla 9 - Regresión lineal de la familia de productos.....	40
Tabla 10 - Coeficiente de Pearson y correlación por producto	41
Tabla 11 - Alpha para las familias de productos.....	46
Tabla 12 - Alpha y Beta para las familias de productos	49
Tabla 13 - Numero de diferencias por producto	51
Tabla 14 - Modelos ARIMA y coeficientes.....	54
Tabla 15 - Prueba de ruido blanco para los modelos	55
Tabla 16 - Medición errores Regresión Lineal	56
Tabla 17 - Medición errores Promedio móvil simple (n = 2).....	56
Tabla 18 - Medición errores Promedio móvil simple (n = 3).....	57
Tabla 19 - Medición errores suavización exponencial simple	57
Tabla 20 - Medición errores suavización exponencial ajustada a la tendencia	57
Tabla 21 - Medición errores Modelos ARIMA	58
Tabla 22 - Errores MAD por producto y modelo	59
Tabla 23 - Errores MAPE por producto y modelo	60
Tabla 24 - Errores MSE por producto y modelo.....	61
Tabla 25 - Modelo final de pronósticos	62
Tabla 26 - Inventario promedio Actual y Propuesto Respiradero desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L.....	64
Tabla 27 - Indicadores de inventario actuales vs pronósticos	65
Tabla 28 - Variación ventas perdidas	65
Tabla 29 - Resumen presupuesto de la propuesta	67
Tabla 30 - Estructura del Costo promedio ponderado del capital	68
Tabla 31 - Tasa de posesión de stock	69
Tabla 32 - Ahorro generado y flujo neto de efectivo de la propuesta.....	69
Tabla 33 - VAN y TIR de la propuesta.....	70

CAPITULO 1. Marco teórico

En esta sección se enunciarán y explicarán los conocimientos relevantes en la función e importancia de pronósticos de una empresa y las herramientas que se emplearán para la elaboración de la propuesta de mejora a presentar.

1.1 Pronósticos

En esta sección se explicará que son los pronósticos de demanda, se enunciará la importancia dentro de la planificación en las empresas en la actualidad. Además, se presentarán los distintos patrones de demanda que nos ayudarán a predecir comportamientos de la demanda.

Los pronósticos dentro de las organizaciones de negocio son de vital importancia ya que, conforman la base de una correcta planificación dentro de un sistema corporativo gracias a que nos ayuda a determinar estrategias de inventario y abastecimiento en distintos periodos de tiempo ya sea: corto, mediano y largo plazo.

Cabe resaltar que, si bien los pronósticos cumplen una parte fundamental en lo que concierne a realizar una planificación de demanda, ambos son conceptos distintos. Los pronósticos son resultados de realizar una visión a futuro sobre la demanda, en cambio, la planificación nos permite tomar decisiones acerca de cómo emplear los recursos de la empresa con el fin de poder contestar a los pronósticos.

Con lo ya antes mencionado, se expresa la importancia de realizar un adecuado pronóstico, que nos permita tomar mejores decisiones respecto a los compromisos de compras/importaciones y niveles de inventario, dotación del personal, entre otros.

1.1.1 Patrones de demanda

Durante el proceso de realizar el pronóstico de demanda, resulta una dificultad el poder predecir el comportamiento de bienes o servicios que tienen una demanda considerablemente cambiante a lo largo del tiempo. Es en ese momento donde, el poder establecer patrones dentro del desempeño de los históricos de demanda, resulta beneficioso. (Krajewski et al. 2008)

A estos patrones se les conoce como series de tiempo. Dentro de los patrones más representativos, el autor explica los 5 patrones más básicos en la mayor parte de las series de tiempo:

- Horizontales: Datos agrupados alrededor de una media constante.
- Tendencia: Incremento o decrecimiento sistemático.
- Cíclico: Patrones de incrementos y decrecimientos en periodos largos de tiempo.
- Estacional: Los datos muestran incrementos o decrecimientos dependiendo de cierto periodo de tiempo.
- Aleatorio: Comportamiento impredecible de los datos

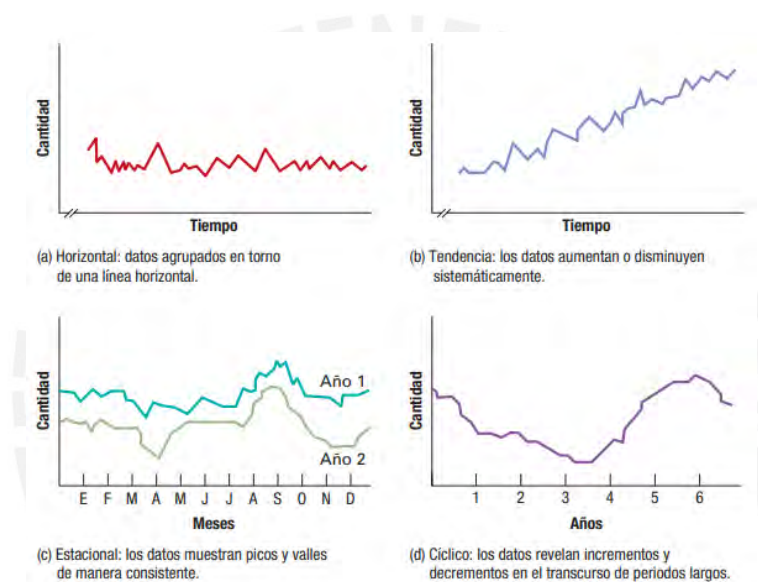


Figura 1 - Patrones de demanda
Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

1.2 Métodos de pronósticos

En esta sección se describirán los distintos métodos de pronósticos y su clasificación según su naturaleza cualitativo o cuantitativa.

Dentro de los métodos para pronosticar la demanda existen 2 grandes grupos de técnicas que los dividen: métodos cualitativos y métodos cuantitativos.

- Dentro de los métodos cualitativos tenemos:
 - Métodos de juicio: En los que se recopilan opiniones de expertos y gerentes, encuestas realizadas a los consumidores y las estimaciones del personal de ventas para elaborar estimaciones cuantitativas.
- Dentro de los métodos cuantitativos tenemos:
 - Métodos causales: Se utilizan datos históricos de variables dependientes internas como lo son las condiciones económicas, actividades de los

competidores, campañas publicitarias, entre otros, para realizar los pronósticos de demanda.

- Análisis de series de tiempo: Para este método se tiene un alto grado de dependencia de datos históricos de la demanda y se utilizan herramientas estadísticas con las cuales se pronostica la demanda futura, además que nos permite observar los patrones estacionales y reconocer las tendencias.

Como menciona Krajewski et al. (2013), el horizonte de tiempo es uno de los factores claves al momento de decidir qué método de pronóstico es el más adecuado. En la Tabla 1 se pueden observar diferentes criterios a considerar, de tal forma que se pueda seleccionar un método de pronóstico adecuado.

Tabla 1 - Criterios de selección para pronósticos

Horizonte de tiempo			
Aplicación	Corto plazo (0 a 3 meses)	Mediano plazo (3 meses a 2 años)	Largo plazo (más de 3 años)
Cantidad pronosticada	Productos o servicios individuales	Total de ventas Grupos de familias de productos o servicios	Total de ventas
Área de decisión	Administración de inventario Programación del ensamblaje final Programación de horarios de los trabajadores Programación maestra de producción	Planificación del personal Planificación de la producción Programación maestra de la producción Compras Distribución	Localización de instalaciones Planificación de la capacidad Administración de los procesos
Técnica de pronósticos	Series de tiempo Causal De juicio	Causal De juicio	Causal De juicio

Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

1.3 Métodos Causales

En esta sección se presentará y describirá el método causal: Regresión Lineal, se explicará cuando un modelo de regresión lineal tiene una alta correlación y determinación con la demanda real en función de los coeficientes de Pearson y de correlación.

1.3.1 Regresión Lineal

La regresión lineal es un método que nos muestra la relación funcional que tienen 2 o más variables que pueden ser del tipo: dependientes o independientes. Las variables dependientes son aquellas que se desea pronosticar (como la demanda de ciertos productos, etc), en su lugar, las variables independientes son aquellas variables que influyen en la variable dependiente (como los gastos de publicidad, etc), por ende, se presumirá que estas variables son las “causas” de los resultados históricos pasados.

En el modelo más sencillo para la regresión lineal, la variable dependiente sólo está en función de una única variable independiente, a continuación, se muestra dicho formula:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente

a = Intersección de la recta con el eje Y

b = Pendiente de la recta

Dentro de este análisis, el objetivo principal es encontrar los valores de a y b que minimizan la desviación entre el valor real y el valor “Y” dado para el valor “X”. Es debido a esto que, dentro del método se utiliza el coeficiente de correlación de la muestra “r”, que nos muestra la dirección y la fuerza de relación que se tienen entre la variable dependiente y las variables independientes.

Los valores que puede tomar el coeficiente “r” varían entre -1 y +1, por ejemplo, un r igual a -1 nos indicaría una relación indirectamente proporcional, por cada decrecimiento de la variable independiente, se da un incremento de la variable dependiente y, viceversa. Cuando se tiene un valor igual a 0, significa que ambas variables no tienen ningún tipo de relación lineal.

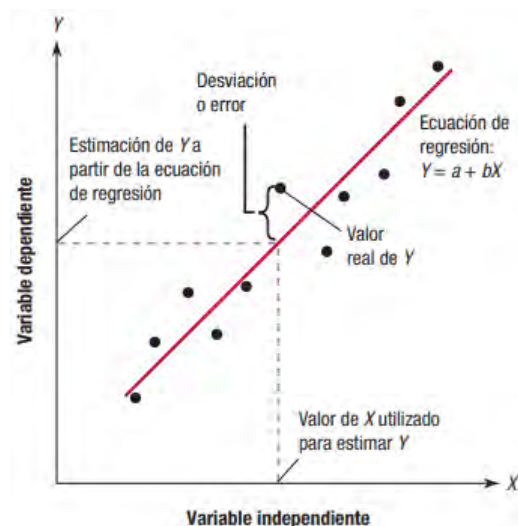


Figura 2 - Regresión Lineal

Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

Para este modelo, también tenemos al coeficiente de determinación de la muestra “r²” que nos muestra la variación entre el valor de un punto y el valor medio. Se calcula elevando al cuadrado el coeficiente de correlación de la muestra y oscila entre los valores de 0 y 1. Mientras más cercano sea el valor a 1 nos indicará que las variables dependientes y del pronóstico están estrechamente relacionadas.

1.4 Series de tiempo

En esta sección se presentarán y describirán los distintos modelos de series de tiempo, los factores y variables los cuales afectan a estos mismos y que serán herramientas que nos ayudarán a elegir el mejor modelo para nuestro estudio.

1.4.1 Promedio móvil simple

El método de promedio móvil simple es utilizado para pronosticar el promedio de una serie de tiempo de demanda, suprimiendo los valores fluctuantes aleatorios. Este método resulta más beneficioso cuando no se observan tendencias pronunciadas ni influencias estacionales.

La aplicación de este modelo se centra en calcular la demanda promedio de los n periodos con los que se cuenta, con el fin de utilizarlo para el pronóstico del siguiente periodo. Para la determinación del pronóstico correspondiente al periodo t+1, se muestra el siguiente cálculo:

$$F_{t+1} = \frac{\text{Suma de las últimas } n \text{ demandas}}{n} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

donde:

D_t = Demanda real en el periodo t

n = número total de periodos incluidos en el promedio

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

Según Krajewski et al. (2013), la estabilidad de la serie de demanda se verá afectada por el número “ n ” de periodos que se incluyen. Como se observa en la Figura 3, se comparan 2 pronósticos basados en un promedio móvil simple de 3 semanas y otro de 6 semanas, es aquí que notamos como el promedio móvil simple de 3 semanas reacciona con mucha más rapidez ante las fluctuaciones de demanda, en comparación con el promedio móvil simple de 6 semanas que de cierta manera se mantiene mucho más estable.

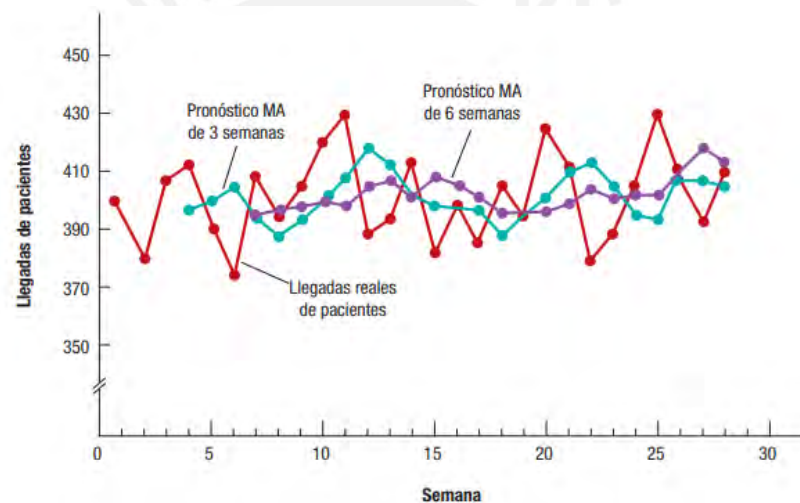


Figura 3 - Comparación promedio móvil tres y seis semanas

Fuente: Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M., 2008

1.4.2 Método de Suavizamiento exponencial

Debido a su sencillez y su reducida cantidad de datos que se requiere, es uno de los métodos de pronóstico formales que más a menudo se utilizan. Este método afirma que los valores y/o hechos más recientes son más significativos que los pasados, ya que estos van perdiendo importancia con el paso del tiempo.

A diferencia del método de promedio móvil simple, para este método no es necesario el tener n periodos de demandas pasadas ni n ponderaciones, el método de suavizamiento exponencial solo necesita de 3 datos fundamentales para el

pronóstico de la demanda: constante de suavización alfa (α), pronóstico más reciente y demanda real histórica.

Para la elaboración del pronóstico con suavizamiento exponencial, se requiere calcular un promedio ponderado de la demanda más reciente y el pronóstico calculado para el último periodo, de esta manera, se tiene lo siguiente:

$$F_{t+1} = \alpha(\text{Demanda para este periodo}) + (1 - \alpha)(\text{Pronóstico calculado para el último periodo})$$

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

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el siguiente periodo

α = Constante de suavización exponencial

D_t = Demanda en el periodo t

F_t = Pronóstico para el periodo t

1.4.3 Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia

El método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia o método de ajuste exponencial doble es un método que se basa en el de suavizamiento exponencial donde se le incorpora una tendencia.

Una tendencia se entiende como un incremento o decremento sistemático en el promedio de la serie durante el periodo de tiempo, es por ello que, cuando existe una tendencia significativa dentro de un método de suavizamiento exponencial este debe modificarse o, este podría repercutir en que los pronósticos siempre estén sobre o por debajo de la demanda real.

Debido a que este enfoque tiene en consideración la tendencia, se utilizará otro coeficiente de suavizamiento y se realizará el cálculo del pronóstico de la siguiente manera:

$A_t = \alpha(\text{Demanda en este periodo}) + (1 - \alpha)(\text{Promedio} + \text{Estimación de la tendencia en el último periodo})$

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$T_t = \beta(\text{Promedio de este periodo} - \text{Promedio del último periodo}) + (1 - \beta)(\text{Estimación de la tendencia en el último periodo})$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde:

A_t = promedio suavizado exponencialmente de la serie en el periodo t.

T_t = promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t.

α = parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y 1.

β = parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1.

F_{t+1} = pronóstico para el periodo t + 1.

1.4.4 Modelo ARIMA

Este tipo de modelos busca describir la interrelación que tienen cada uno de sus elementos en una serie temporal. El modelo ARIMA recibe su nombre debido a sus componentes que lo conforman:

- AR (Autorregresivo)
- I (Integrado)
- MA (Medias móviles, por sus siglas en inglés)

Modelos Autorregresivos AR(p)

Dentro de la parte AR del modelo ARIMA, se describe que la variable Y_t se puede predecir a través de sus valores pasados y un término de error o perturbación contemporánea, e_t . Es así como se muestra un modelo Autorregresivo hasta el retraso t-p, AR(p):

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t$$

A su vez, este modelo puede escribirse de acuerdo con el operador de retardos:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) Y_t = a_t \rightarrow \phi_p(L) Y_t = a_t$$

Donde $\phi_p(L)$ es un polinomio autorregresivo y $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p)$ es el vector de parámetros autorregresivos.

Modelo de Medias Móviles MA(q)

Este modelo nos explica que la variable Y_t se puede predecir a través de los componentes aleatorios actuales y, en menor medida, de componentes aleatorios pasados. El modelo de medias móviles hasta un retardo q , MA(q) generalizado se describe de la siguiente manera:

$$Y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Al igual que en el caso anterior, este modelo puede escribirse de acuerdo con el operador de retrasos:

$$Y_t = (1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \theta_3 L^3 - \dots - \theta_q L^q) a_t \rightarrow Y_t = \theta_q(L) a_t$$

Donde $\theta_q(L)$ es el polinomio de medias móviles y $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_q)$ es el vector de parámetro de medias móviles.

Modelo Autorregresivo de Medias Móviles ARMA(p,q)

El modelo autorregresivo de medias móviles establece que la variable Y_t se predice a partir de su pasado hasta un retardo p , a través de los componentes aleatorios actuales y pasados hasta un retardo q . A partir de ello, se describe el modelo ARMA(p,q) que resulta de la unión de los modelos AR(p) y MA(q):

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q}$$

Al escribir este modelo en función del operador de retrasos, tomando en cuenta la forma de los modelos anteriores, se obtiene lo siguiente:

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) Y_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) a_t$$

$$\phi_p(L) Y_t = \theta_q(L) a_t$$

Modelo Autorregresivo de Medias Móviles ARIMA(p,d,q)

Como se comentó anteriormente, la “I” dentro del modelo ARIMA es por ser un modelo integrado. De acuerdo a ello, definiremos que un proceso Y_t es integrado de orden d , donde “ d ” es la diferenciación o número de diferencias a tomar dentro del proceso para conseguir estacionariedad; si Y_t es un proceso no estacionario,

pero su diferencia de orden d , $\Delta^d Y_t$, es un proceso ARMA (p - d,q) estacionario e irreversible.

Es así como, de forma general, se establece el modelo de la siguiente manera:

$$\phi_p(L)\Delta^d Y_t = \delta + \theta_q(L)a_t$$

Donde $\Delta^d = (L - 1)^d$ es el polinomio de orden d , que contiene d raíces unitarias no estacionarias; ϕ_p es el polinomio autorregresivo y θ_q es el polinomio de medias móviles.

1.5 Medición de errores

En esta sección se explicará la importancia de la medición de errores dentro de un modelo de pronóstico de demanda, se presentarán las distintas fórmulas e indicadores para obtener esta medición.

Según Chopra S. y Meindl P. (2008), para obtener un adecuado modelo de pronóstico se debe asimilar el componente sistemático de la demanda minimizando el aleatorio. Este componente aleatorio que tiene la demanda se expone en forma de error de pronóstico.

Este error se analiza en los distintos negocios con enorme cuidado debido a que nos permite:

1. Indicar la precisión del método de pronóstico a utilizar.
2. Incluir dentro de los planes de contingencia estos errores.

Para realizar el cálculo básico del error del pronóstico para un periodo t está dado por la siguiente fórmula:

$$E_t = F_t - D_t$$

Donde:

$$F_t = \text{Pronóstico de la demanda en el periodo } t$$

$$D_t = \text{Demanda real del periodo } t$$

Dentro de la medición de los errores de pronóstico, se tienen otros 4 indicadores que nos permitirán realizar un análisis con mayor profundidad. Estos son:

- Suma acumulada de errores: Útil para identificar si constantemente el método de pronóstico está sobreestimando o subestimando.

$$Bias_n = \sum_{t=1}^n E_t$$

- Error cuadrático medio (MSE): Este indicador se relaciona con la varianza del error de pronóstico. Se calcula mediante la suma de todos los errores al cuadrado divididos entre la cantidad de observaciones que se hayan realizado.

$$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2$$

- Desviación Absoluta Media (MAD): Se calcula como el promedio de la desviación absoluta durante todos los periodos de tiempo.

$$A_t = |E_t|$$

$$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t$$

- Error medio absoluto porcentual (MAPE): Se calcula como el error absoluto promedio en porcentaje con respecto a la demanda.

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right|}{n} \times 100$$

1.6 Herramientas de análisis para diagnóstico de procesos

Se describirán las herramientas a utilizar para el análisis y diagnóstico de los posibles problemas que se encuentran dentro del proceso escogido.

1.6.1 Diagrama de Pareto

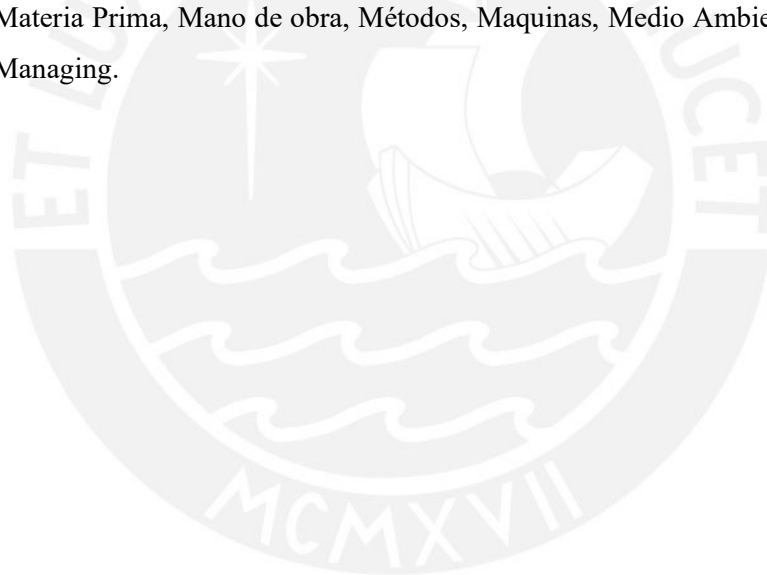
Para poder identificar el orden de priorización para los problemas identificados dentro de un proceso, el diagrama de Pareto es una de las herramientas utilizadas dentro de los métodos de mejora continua debido a su practicidad y simplicidad. También es conocido como la regla de 80-20, pues como lo menciona Krajewsky, el 80% de una actividad es causada por el 20% de los factores.

En el diagrama de Pareto se colocan las posibles causas de un problema en el eje X de forma decreciente mientras, en el eje y, se divide por el lado derecho el porcentaje acumulado de cada factor y en el lado izquierdo la frecuencia de este factor en un determinado periodo de tiempo.

1.6.2 Diagrama Causa - Efecto

Dentro de toda empresa, los procesos están constantemente sujetos a variaciones las cuales pueden ocasionar diferentes tipos de consecuencias que, afectan directamente a la empresa en distintos aspectos. Ante ello, al encontrar deficiencias dentro de algún proceso es necesario identificar las posibles causas que estén relacionadas.

En este sentido, los diagramas causa–efecto, Ishikawa o espina de pescado son herramientas que nos permiten clasificar estas causas en 4 a 7 factores causales para un determinado problema. Previamente a realizar este tipo de diagrama se sugiere realizar una lluvia de ideas, en donde se identifiquen las posibles causas de la problemática y que estas se agrupan en categorías. Si bien se pueden agrupar en categorías que sean las más convenientes, existe una versión más extendida de este método en el cual se agrupan por las 7 Ms que corresponden a las categorías de Materia Prima, Mano de obra, Métodos, Maquinas, Medio Ambiente, Medición y Managing.



CAPITULO 2. Descripción y diagnóstico de la empresa

En este segundo capítulo se realizará la descripción y análisis de los procesos principales de interés para la mejora de la empresa. También se presentará brevemente el tema de organización, productos que comercializa y clientes a los que se atiende, esto con el fin de enriquecer el análisis posterior.

Asu vez, este capítulo está dedicado a realizar una evaluación detallada del caso de estudio. Se presentarán los dos aspectos principales para una empresa distribuidora que son sus volúmenes de ventas y de importaciones. Por último, se continuará con un análisis más detallado de las familias de productos seleccionadas para la aplicación de las herramientas de mejora.

2.1 Descripción de la empresa, productos y clientes

La empresa ABC es un grupo empresarial que inició operaciones en el año 1936, conformado por otras 4 empresas del mismo grupo. Desde sus inicios, la empresa ABC se ha dedicado a importar, representar y comercializar productos, de distintas marcas con un aceptado valor internacional, para sus diferentes líneas de negocio.

En los últimos años, la empresa ABC se ha enfocado en 3 líneas de negocio: 1) La línea industrial, línea enfocada en soluciones para distintos tipos de industrias con repuestos de equipos neumáticos e hidráulicos, 2) línea agroforestal, línea enfocada en soluciones para reforestación y jardinería, por último, 3) línea constructor, línea enfocada en soluciones para empresas/industrias ligadas al rubro de la construcción, principalmente con maquinarias de pintura industrial.

A lo largo de sus más de 85 años, la empresa ABC ha logrado consolidar su presencia en el mercado peruano gracias a sus 4 tiendas ubicadas en las ciudades de Lima, Iquitos, Pucallpa y Tarapoto, además de contar con una cadena de distribuidores asociados que se encuentran estratégicamente ubicados en todo el territorio peruano.

La empresa ABC cuenta con una amplia cartera de productos agrupados en las 3 líneas de negocio que maneja la compañía. Dentro de la línea industrial podemos encontrar: válvulas, actuadores, bombas hidráulicas, entre otros, principalmente de la marca Parker Hannifin; también mangueras hidráulicas de la marca Ryco, filtrantes de la marca Clear Edge, entre otros productos. En lo que respecta a la línea agroforestal, se encuentran productos tales como: motosierras, motoguadañas, motofumigadoras y otros motoimplementos principalmente de la marca Stihl, también motores estacionarios, motobombas, generadores

eléctricos de la marca Briggs and Stratton y cortadoras de forraje, desgranadoras y picadoras de la marca Trapp, entre otros productos. Por último, en la línea constructor se encuentran productos tales como pintura profesional e industrial de la marca Graco, además de motores estacionarios utilizados en máquinas para la construcción de la marca Jiandong, entre otros. En la Tabla 2, se detallan los productos por líneas de negocio.

Tabla 2 - Productos por la línea de negocio

LÍNEA	MARCA	PRODUCTOS
Industrial	Parker	Acoples rápidos, bombas y motores de engranajes, cilindros hidráulicos (industriales y móviles), filtración de aceites, válvulas auxiliares, válvulas de control direccional.
	Ryco	Mangueras hidráulicas, conexiones y protectores
	Descase	Filtros respiraderos desecantes, sistemas de filtración(flowguard), manejo de fluidos.
	Purafil	Filtración húmeda y seca, telas filtro prensa, coreflo, telas filtro disco, sectores filtro disco, bandas filtrantes, bolsas y mangas (baghouse), monitoreo calidad del aire Onguard 3000, control de etileno "isolette sorber" y "sp pile" y media filtrante química.
	Otras marcas	Dayco, Denison-Calzoni, Ermeto, Gresen, Racor, Voac, entre otros.
Agroforestal	Stihl	Motosierras, motoguadañas, motofumigadoras, motobombas, entre otros.
	Briggs	Motores, motobombas y generadores.
	Trapp	Trituradoras, picadoras y desgranadoras.
	Wood Mizer	Aserraderos Portátiles.
	Keosan	Filtro purificador de agua KS971, filtro purificador de agua Neo991 y Filtro purificador de agua digital plus.
Constructor	Graco	Máquinas para pintado profesional e industrial.
	Jiandong	Motores estacionarios.
	Doosan	Montacargas y apiladores.

Fuente: Adaptado de Reseña histórica, por empresa ABC, 2020

La empresa ABC mantiene una gran cantidad de clientes que se distribuyen, en gran medida, en 2 grupos:

- Clientes distribuidores: Empresas que se encargan de adquirir los productos para luego ser vendidos a los clientes finales. Principalmente estos clientes se encuentran en la línea agroforestal.
- Clientes finales: Empresas que adquieren los productos para sus procesos internos. En su mayoría se tratan de empresas industriales y mineras. Principalmente estos clientes se encuentran en la línea industrial.

Misión

- Ofrecer asesoría, información y capacitación adecuada sobre nuestros productos, para satisfacer las necesidades productivas en los sectores del mercado en que participamos.
- Contar con especialistas que aseguren el buen funcionamiento, óptimo mantenimiento y excelente conservación de nuestros productos.
- Proporcionar un servicio post-venta que dé soluciones oportunas a cualquier problema, duda y/o consulta que fuese formulada.
- Buscar el mejor ambiente de trabajo posible para un desempeño sobresaliente de nuestro personal que cubra sus expectativas de desarrollo.
- Comercializar productos de calidad con marcas de reconocido prestigio internacional, que cubran los requerimientos del mercado y que aseguren la satisfacción de los clientes.
- Crecer mediante una diversificación con sinergia.

Visión

- “Afirmar el liderazgo en el comercio de bienes de capital e insumos para los sectores productivos a nivel nacional, a través de personal altamente competente que brinde el mejor servicio, para lograr un crecimiento consolidado y sostenido”.

2.2 Descripción de las áreas funcionales de la empresa

Dentro de esta sección se presentarán las principales áreas funcionales que mantiene la empresa, además, se explicaran sus principales funciones y/o tareas encargadas que ayuden a tener una mejor visión de la empresa.

2.2.1 Administración y gestión

La empresa ABC mantiene una estructura organizacional funcional, centralizada en la sede de Lima donde se realizan todas las funciones estratégicas.

La dirección general de la empresa es la encargada de realizar el proceso de planeamiento estratégico junto al equipo de gerentes funcionales, una vez al año; en dicho proceso, se revisa y establecen los objetivos anuales, así como el plan estratégico tanto a nivel de presupuestos como aquellos proyectos que lleven a aumentar y mejorar la productividad y el nivel de servicio de la empresa.

A su vez, se realiza un control mensual de se revisa el desempeño de la empresa, a través del monitoreo de indicadores de gestión. La compañía utiliza los medios tradicionales para llegar a sus clientes, no se ha recurrido a los medios electrónicos para fidelizarlos y/o captar nuevos clientes.

2.2.2 Marketing y ventas

Dentro de la empresa no se cuenta con un área de marketing y toda decisión relacionada a estas funciones son tomadas en comités donde se reúnen la gerencia de ventas, logística y gerencia central.

Por parte del área de ventas, son los encargados de lograr los presupuestos de ventas los cuales se desglosan por montos en las líneas de negocio que maneja la empresa y, a su vez, por zonas de ventas, mas no por número de unidades.

Hasta antes de la pandemia el 95% de las ventas estuvieron concentradas en la línea industrial y agroforestal, principalmente en las marcas Parker y Stihl que concentraban el 85% de las ventas de la empresa. A partir del 2020 y con la pérdida de la marca Stihl, la línea industrial es la que ha copado la mayor parte del porcentaje de ventas de la empresa siendo ahora la marca más importante Parker. Esto sumado a la coyuntura vivida en por la pandemia, generó una gran decaída en las ventas.

En ese sentido, la gerencia central se ha mostrado preocupada debido a la dependencia de las marcas y, por el suceso antes visto de la pérdida de una de sus marcas más importantes.

La empresa ABC mantiene una política flexible en lo relacionado con los precios enfocado en que estos sean competitivos en el mercado, pero siempre manteniendo

la relación precio vs calidad de los productos más servicio post-venta, contando con clientes relativamente leales a las marcas que comercializa.

2.2.3 Operaciones y logística

La empresa ABC actualmente cuenta con almacenes tercerizados, es decir, se contratan empresas encargadas del proceso de almacenamiento que están equipadas con anaqueles y racks que permiten el adecuado almacenamiento de los productos y su fácil identificación para los operarios que laboran en el almacén.

Así mismo, la empresa mantiene stock de los principales productos, de tal manera que pueda asegurar la atención de pedidos en un corto tiempo, sin embargo, esta política ha elevado los niveles de inventario, además que ha ocasionado que haya una gran acumulación de productos que no tienen ningún movimiento de ventas por un largo periodo.

2.2.4 Contabilidad y Finanzas

La empresa concentra sus principales funciones financieras en el Gerente de administración y finanzas, el cual es responsable del ciclo operativo de la empresa teniendo como objetivo el optimizar los flujos de caja.

El 40% de las ventas que se realizan son al contado y el 60% al crédito, que es otorgado por 45 a 60 días en promedio y de estas el 70% son respaldadas por letras y garantías hipotecaria.

En la actualidad, la empresa cuenta con exceso de dinero de caja de aproximadamente USD 15 millones, los cuales se mantendrían constantes en los próximos 2 años de acuerdo con las proyecciones de los flujos de caja.

2.3 Análisis y diagnóstico de las importaciones y ventas

En esta sección se analizarán las importaciones y ventas realizadas por la empresa ABC entre el periodo de 2017-2021, se comentará como el efecto de la pandemia en 2020 afecto a la empresa y como esta ha afectado a estos indicadores. A su vez, se explicará brevemente como es el proceso de importación de productos desde la realización del pedido hasta la llegada a aduanas.

Si bien, la empresa se encarga de importar, representar y comercializar productos de distintas marcas reconocidas dentro de territorio peruano, cabe mencionar que dentro de sus procesos internos más importantes se encuentran el proceso de importaciones y el proceso de ventas. Como se mencionó anteriormente, no se encuentran procesos logísticos como almacenamiento, distribución a clientes finales, entre otros; debido a que toda la parte logística es tercerizada.

2.3.1 Diagnóstico de las importaciones

Como parte del proceso de importaciones de la compañía, el proceso inicia al realizar las órdenes de compra. Dentro de la empresa no se tiene un método para determinar la cantidad de productos a comprar, de manera general, la empresa realiza una revisión del histórico de los últimos periodos y, de acuerdo con ello, se realizan las importaciones de bienes a sus distintos proveedores. Para este proceso cabe resaltar que, si bien, se realizan estas compras de manera periódica, también se cuentan con importaciones a pedido del cliente que dependerá de lo que este requiera.

Actualmente, el proceso es muy vulnerable a cambios o variaciones inesperadas de la demanda, además, que genera en ocasiones sobre stock de productos debido a que no todos se venden durante el periodo que han sido comprados.

Una vez se tiene definida la orden de compra, ésta es entregada hacia los distintos proveedores. Como la compañía representa estas marcas, no se realizan evaluaciones de los posibles candidatos. Luego de recibidas las órdenes de compra, los proveedores se encargan de realizar la entrega y facturación hacia nuestro embarcador, ciertos proveedores como Parker y Descase llevan la carga hacia el almacén de nuestro embarcador, en los demás casos, el embarcador recoge la carga en la fábrica.

Luego, al llegar al puerto del Callao se realiza el proceso de desaduanaje y los productos son llevados hacia los almacenes respectivos. Sin embargo, antes de sus traslados se verifica que el lote sea acorde a lo solicitado y no haya sufrido ningún daño durante el traslado.



Figura 4 - Importaciones Totales 2017-2021
Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia

Analizando el volumen de importaciones en los últimos 5 años notamos un decrecimiento entre los años 2017-2019. Además, se observa una caída considerable en el año 2020, esto debido a la coyuntura vivida de la pandemia y, sumado a la pérdida de marcas como es el caso de Stihl, una de las marcas más importantes dentro de la empresa que representaba un gran volumen de ventas.

Sin embargo, para el año 2021 se notó un crecimiento en las importaciones del 37% con respecto al 2020 que, desagregado por meses, se observa una tendencia entre Enero - Septiembre y, ciertos picos de USD 111 598 y USD 344 473 en los meses de Octubre y Noviembre respectivamente.



Figura 5 - Importaciones Totales 2021
Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia

2.3.2 Diagnóstico de las ventas

Las ventas de la empresa entre los años 2017-2019 han mantenido una tendencia de forma sostenida (Ver Figura 6). Durante el 2020 se presenta una caída notable, al igual que en el caso de las importaciones, también debido a las situaciones vividas por la pandemia. Sin embargo, en 2021 se nota también una disminución de las ventas totales con respecto del 2020 aproximadamente del 27.39% que equivale a USD 1 388 290.



Figura 6 - Ventas Totales 2017-2021

Fuente: Empresa ABC

Elaboración propia

Es así como, analizando el desgajado en meses del 2021, notamos una serie de picos y valores muy variables durante el año. Se nota un pico de USD 255 074 (Marzo), USD 399 600 (Noviembre) y USD 226 376 (Diciembre).



Figura 7 - Ventas Totales 2021

Fuente: Empresa ABC,

Elaboración propia

Las ventas también se vieron afectadas por las pérdidas de ciertas marcas, en el caso de Stihl para el 2019 esta representaba el 84% de las ventas totales anuales, esto equivale a un total de USD 20 717 533 lo cual, también explicaría la caída en ventas para 2020 y 2021. A su vez, esto nos muestra que la empresa concentra la mayor parte de sus ventas en 1-2 marcas y, por ende, en una cantidad reducida de productos.

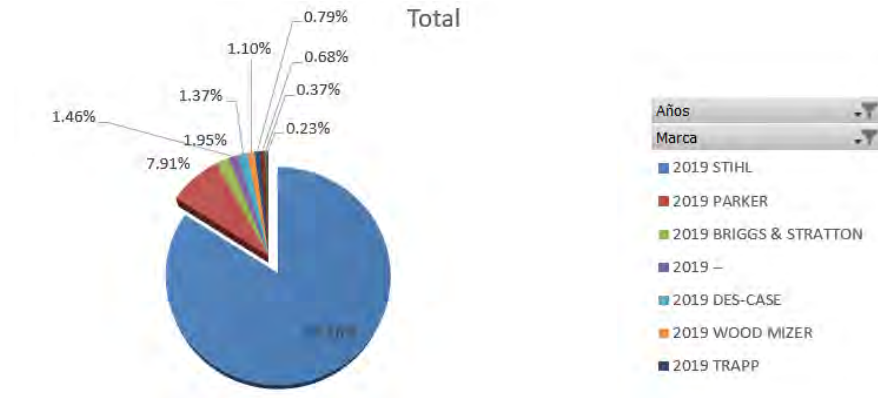


Figura 8 - Proporción de ventas por marca 2019
Fuente: Empresa ABC,
Elaboración propia

Si bien para 2021, ya no se contaba con la marca Stihl, aún se puede observar en la tendencia de concentrar las ventas totales anuales en 1 sola marca, en este caso, Parker que explica el 52% de las ventas totales, y considerando a Parker junto con Madison Filter explican el 68% de las ventas en ese mismo año.

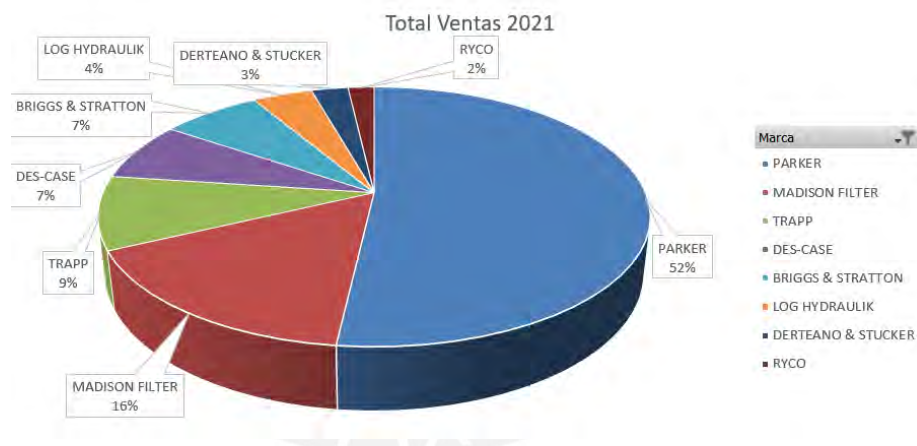


Figura 9 - Proporción de ventas por marca 2021
Fuente: Empresa ABC,
Elaboración propia

Se concluye de este análisis que, se presentan cambios marcados en los volúmenes de ventas anuales durante la pandemia, aproximadamente caídas del 80% entre 2019 y 2020 que no se han podido recuperar durante los siguientes periodos de tiempo. A su vez, se observan dependencia en marcas y/o productos.

Dado ello, el enfoque de una posible mejora debe estar relacionada al proceso de abastecimiento de productos, que puedan marcar una diferencia notable y recuperar los índices de ventas pre-pandemia.

2.4 Diagnóstico de la problemática actual de la empresa

Luego del análisis realizado de la empresa, en esta sección se identificaron los problemas que impactan negativamente en la productividad, los cuales son: el exceso de inventario, el exceso de liquidez, la falta de un estudio de mercado y el grado de dependencia de los ingresos en una marca y pocos productos.

2.4.1 Exceso de Inventario

Debido a que, dentro de las políticas de abastecimiento de la empresa, se busca mantener un stock constante del total de productos de los diversos puntos de ventas, mantiene altos niveles de inventario. Esto sumado a que dentro de la empresa no se cuenta con herramientas informáticas para la planificación de las compras, no se utilizan métodos para las proyecciones de ventas que sirvan como base para el abastecimiento, ha originado que se cuente con productos que no tienen movimiento por ventas por largos periodo de tiempo, productos en obsolescencia, gran nivel de inversión paralizada, altos costos de almacenamiento, diferencias de inventario, entre otros.

Como se comentó en los apartados anteriores, el almacenamiento de sus productos es tercerizado, por lo que, mantener en inventario un producto puede repercutir en altos costos que debe asumir la empresa. En 2021, se tuvo un inventario promedio de S/. 13 826 361.96 con un índice de rotación de inventario de 1.36, lo que nos muestra que se tienen muchos productos inmovilizados.

2.4.2 Ventas perdidas por falta de stock

Si bien la empresa presenta sobrestock de productos por falta de movimientos en los inventarios, en ocasiones, se presentan ventas que no llegan a concretarse debido a falta de stock en los inventarios. Esto va de la mano a que, la compañía realiza el abastecimiento de sus productos sin utilizar herramientas o modelos para pronosticar sus compras.

Se estimó que, aproximadamente, la compañía tiene un 5% mensual de ventas perdidas sobre las ventas totales que tiene en el mes. Analizando este porcentaje dentro del año 2021, notamos que la compañía perdió alrededor de USD 184 023.

2.4.3 Falta de un estudio de mercado

Como se comentó previamente, dentro de la empresa no se cuenta con área de marketing que se encargue y facilite la realización de un estudio de mercado que nos permite segmentar y encontrar nuevos consumidores esto genera que, dentro del área comercial, solo se enfoque en una pequeña cantidad de productos y los ingresos de la empresa están concentrados peligrosamente en una de las marcas que comercializa la compañía, no se conoce claramente las necesidades de sus clientes objetivo, información que podría ser clave para incrementar la cantidad de soluciones a ofrecer e incrementar su portafolio de productos y marcas.

2.4.4 Alto grado de dependencia de los ingresos de una marca y pocos productos

La empresa enfoca la mayor parte de sus esfuerzos en vender los productos de las marcas que representa, pero no mantiene un enfoque de solucionar las necesidades de un sector o grupo de clientes.

Este problema de estrategia empresarial ha ocasionado que en 2019 el 84.16% de las ventas se concentren en la marca Stihl y; asimismo, en 2021 un 52% de las ventas se concentran en la marca Parker, se aprecia de forma clara que existe una necesidad de incrementar la cartera de productos y marcas.

Para poder determinar nuestro problema principal, hemos decidido emplear la matriz de priorización de problemas, esta herramienta nos ayudará a tomar una decisión sobre cuál es más urgente e importante.

Dentro de los criterios que utilizaremos para definir el o los problemas principales del negocio, tenemos los siguientes:

- Factibilidad: ¿Qué tan realista es que podamos resolver el problema?
- Impacto: ¿Su solución contribuye a la resolución de otros problemas?
- Frecuencia: ¿Qué tan frecuente es el problema?, ¿Es uno de los que se repiten con mayor frecuencia?

- Dependencia: ¿Para solucionarlo no se requiere solucionar previamente otros problemas?

Teniendo en cuenta estos criterios se pasará establecer valores para cada uno:

- En la Tabla 3 observamos la valorización del criterio de Factibilidad de acuerdo con las consideraciones de si la aplicación de la propuesta será fácil, moderada o difícil.

Tabla 3 - Criterio de Factibilidad

CONSIDERACIÓN	VALORIZACIÓN
¿Será fácil?	3
¿Moderado?	2
¿Difícil?	1

Elaboración propia

- En la Tabla 4 observamos la valorización del criterio de Impacto de acuerdo con las consideraciones de si la resolución del problema contribuye en la solución de varios, algunos o si no contribuye a otros problemas.

Tabla 4 - Criterio de Impacto

CONSIDERACIÓN	VALORIZACIÓN
¿Contribuye a la resolución de varios problemas?	3
¿Solo de algunos problemas?	2
¿No contribuye?	1

Elaboración propia

- En la Tabla 5 observamos la valorización del criterio de Frecuencia de acuerdo con las consideraciones de si el problema es uno de los más frecuentes, aparece de manera intermedia o en raras ocasiones.

Tabla 5 - Criterio de Frecuencia

CONSIDERACIÓN	VALORIZACIÓN
¿Es uno de los que se repiten con mayor frecuencia?	3
¿Intermedia?	2
¿En raras ocasiones?	1

Elaboración propia

- En la Tabla 6 observamos la valorización del criterio de Dependencia de acuerdo con las consideraciones de si el problema requiere solucionar otros problemas para poder ser solucionado.

Tabla 6 - Criterio de dependencia

CONSIDERACIÓN	VALORIZACIÓN
¿Para solucionarlo no se requiere solucionar previamente otros problemas?	3
¿Solo algunos?	2
¿Se requiere solucionar varios problemas?	1

Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 7 se valorizaron las problemáticas encontradas:

Tabla 7 - Ponderación de problemas

Problemática		Criterios de Priorización											Total	
		Factibilidad			Impacto			Frecuencia			Dependencia			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		3
1	Exceso de inventario			x			x			x		x		11
2	Ventas perdidas por falta de stock			x			x			x		x		11
3	Falta de un estudio de mercado			x			x			x	x			10
4	Alto grado de dependencia de los ingresos de una marca y pocos productos	x					x			x	x			8

Elaboración propia

De acuerdo con la valorización de las problemáticas, obtuvimos que las 2 problemáticas con más puntaje son: Exceso de inventario y Ventas perdidas por falta de stock con un puntaje de 11 para ambas.

Debido a que ambas están relacionadas al proceso de planificación de las importaciones, definiremos la problemática como: Incorrecta planificación de las importaciones, de modo que, podemos encontrar sus causas raíz y, posteriormente, realizar una propuesta de mejora.

2.5 Análisis de la causa raíz

En esta sección se analizará el o los problemas encontrados mediante las herramientas para diagnóstico de procesos, además, se encontrará la causa raíz a atacar en este presente estudio.

2.5.1 Diagrama Causa-Efecto

Con la finalidad de encontrar la causa raíz a la problemática identificada, en la Figura 10 se muestra el diagrama de Ishikawa utilizado para identificar aquellos factores que impactan directamente en los problemas identificados para el proceso del producto mencionado.

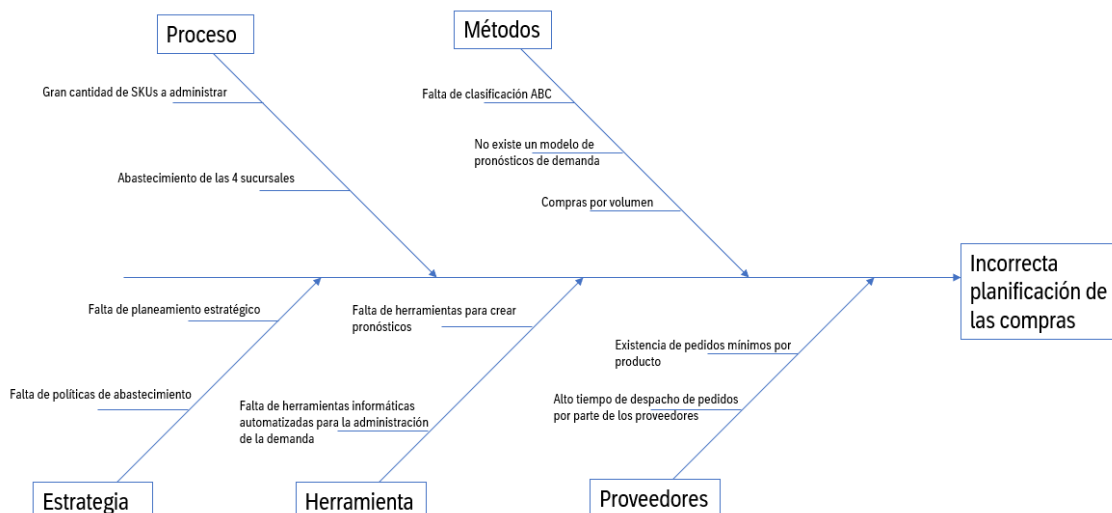


Figura 10 - Diagrama Causa-Efecto
Elaboración Propia

Como se observa en la Figura 8, se tiene una gran variedad de causas para nuestra problemática encontrada; debido a que no se podrán atacar todas las causas al mismo tiempo, escogeremos la más relevante y prioritaria y, sobre ella, se realizarán las propuestas de mejora.

Como ya antes se ha mencionado, la compañía no mantiene un modelo para pronosticar su demanda, lo cual genera una serie de consecuencias dentro de la empresa no solo por las ventas perdidas por falta de stock, al no contar con un modelo de pronóstico de demanda no se puede prever qué cantidad sería la óptima de productos a pedir; sino, también, por la gran cantidad de productos que se mantienen en los inventarios los cuales les generan una gran cantidad de costos de almacenamiento, el realizar un pedido por una cantidad excesiva de productos sin evaluar previamente como se ha movido su demanda dentro de los distintos periodos de tiempo pueden generar que se tengan sobre stocks de productos o inmovilización de estos mismos.

Adicionalmente a ello, al ser la empresa una del tipo importadora, el costo de realizar un pedido a los proveedores por falta de stock de un producto puede acarrear grandes costos adicionales debido a la poca anticipación de esta situación.

Ante ello, la incorrecta planificación de las compras o importaciones se ve directa y altamente relacionada a que, dentro de la empresa, no existe un modelo de pronósticos de demanda que pueda predecir las cantidades a importar y, si bien, no se podrían eliminar totalmente los costos, sea por ventas perdidas y/o sobre stock,

mediante la aplicación de estos modelos se puede reducir de tal manera que la empresa genera una mayor cantidad de utilidades.

2.6 Análisis de familias de productos

En esta sección se seleccionará a la familia de productos más relevantes para la empresa que posteriormente se utilizaran para la elaboración de la propuesta de pronóstico de demanda.

2.6.1 Análisis y diagnóstico de la línea principal de productos

La empresa ABC presenta un catálogo de productos de más de 10000 SKUs y, a su vez, una gran variedad de familias que agrupan estos productos, por lo que, es necesario el limitar el alcance del estudio de tal forma que se puedan distribuir los esfuerzos de una manera más eficiente y no complicar innecesariamente las propuestas de mejora a presentarse, pudiéndose ampliarse dependiendo de los resultados.

En primer lugar, se determinará la línea de negocio más importante, en este caso, la línea que nos genera mayor cantidad de ventas basándonos en el año 2021.

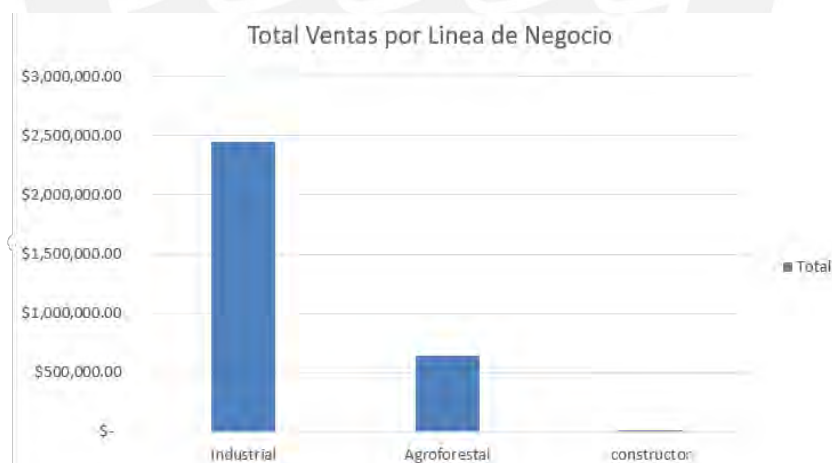


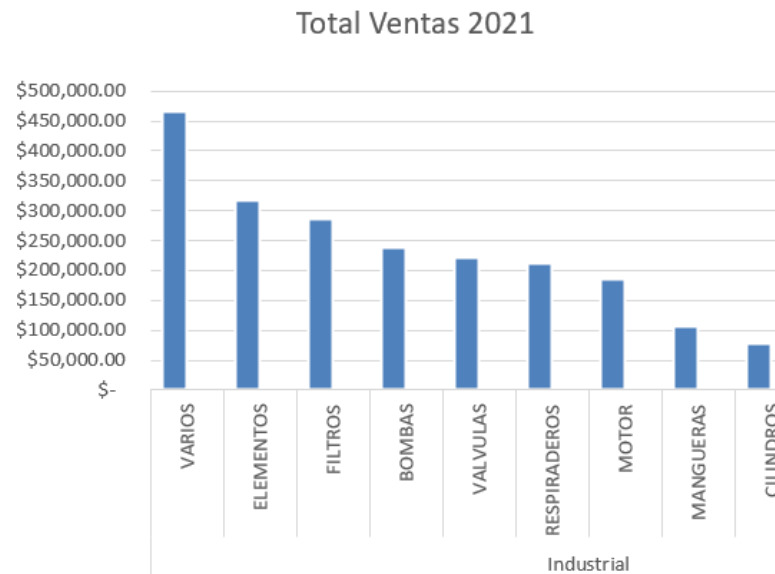
Figura 11 - Total de ventas por la línea de negocio, 2021

Fuente: Empresa ABC

Elaboración propia

Como se observa en la Figura 11, en 2021 el 78.26% de las ventas son dentro de la línea industrial de la empresa por lo que, para este estudio nos centraremos en esta. Si bien, se encontró la línea la cual se analizará, dentro de ella se encuentran muchas otras categorías o familias de productos, por lo cual se seleccionarán las que

mayores ingresos generan dentro de la empresa y que tengan más movimiento dentro de los periodos a evaluar.



*Figura 12 - Total ventas Línea Industrial por categoría
Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia*

Es debido a ello que, en la Figura 12, observamos que la familia de productos con mayores ventas dentro de la línea industrial en 2021 estuvo concentrada en “Varios” y “Elementos”. Estas 2 familias serán las cuales nos vamos a centrar para encontrar los productos a realizar el estudio.

Dentro de las consideraciones que se han tenido para identificar los productos más relevantes de la empresa se tuvo en cuenta que en 2020 se perdieron la representación de algunas marcas es por ello que, sus productos no serán considerados en esta lista.

Adicionalmente a ello, si bien los volúmenes de ventas nos ayudarán a determinar los productos más relevantes de la empresa, también recurriremos a un segundo criterio, este es el de movimiento de inventario. Se buscarán los productos que tengan mucho mayor movimiento durante el periodo de tiempo a analizar, es decir, que por lo menos tengan 1 venta por mes durante el periodo de 2017-2021.

Tabla 8 - Top 10 productos Línea Industrial

PRODUCTO	TOTAL DOLARES (2021)	UNIDADES VENDIDAS (2021)	MESES QUE SE VENDIERON (2017-2021)
ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	\$ 77,329.22	11301	60
BASE PARA FILTRO	\$ 67,530.20	610	27
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	\$ 66,096.64	1283	59
ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	\$ 62,912.42	8735	60
BOMBA P30S7R1B9A2B002B1M284455	\$ 48,400.00	3	1
ELEMENT PARTICULATE 44" 10UM	\$ 36,602.70	255	6
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	\$ 32,662.19	504	60
MOTOR HIDRÁULICO GG2 11.471 CM3 /REV - 5000	\$ 31,764.90	227	50
BOMBA PISTONES 75 CC/REV LOAD SENSING	\$ 31,396.42	8	15
ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	\$ 30,055.55	4047	60

Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia

De acuerdo con lo mencionado, en la Tabla 8 se presenta a los 10 productos más representativos de la línea industrial, debido a su volumen de ventas totales a nivel de unidades y unidades monetarias en el 2021, adicionalmente se presenta el número de meses en los que se vendieron estos artículos durante los periodos de 2017-2021.

Como se observa, algunos productos son los más representativos a nivel ventas, pero no mantienen un movimiento constante durante el periodo a analizar, por ejemplo, en el caso de las Bases para filtro si bien son el segundo producto con

mayor volumen de ventas a nivel monetario del 2021, durante el periodo de 2017-2021, solo se vendieron en 27 meses de 60 posibles.

Realizando este análisis, se eligieron los productos que serían los más representativos de la empresa y nos proporcionan la suficiente información para el estudio, estos son:

- Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)
- Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)
- Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L
- Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)
- Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L



CAPITULO 3. Propuesta de modelos de pronóstico

En este capítulo se desarrollarán las propuestas de mejora que ayudarán a reducir las causas recurrentes del problema fundamental especificado en el punto anterior. Se comenzará realizando el análisis de la demanda de cada producto de la familia, con la finalidad de encontrar los patrones, luego se definirá el método de enfoque de pronósticos que la empresa debería seguir para el cálculo de la demanda futura.

3.1 Metodología del trabajo

De acuerdo con el análisis realizado anteriormente, evidenciamos que dentro de la compañía existe una gran problemática con respecto a la incorrecta planificación de las compras/importaciones que realiza la empresa. Esta problemática ha ocasionado grandes impactos como las ventas perdidas por falta de stock o por los altos costos de mantener productos inventariados que no tienen mucha rotación o movimiento durante el año o periodo de tiempo analizado.

Ante ello, para el desarrollo de la metodología del trabajo a realizar, se proponen los siguientes puntos a tratar durante este capítulo:

1. Elección de la familia de productos a analizar: De acuerdo con la información brindada y, como ya se realizó en el capítulo anterior, se escogerán los productos más representativos o importantes de la empresa para el caso de estudio.
2. Elaboración de pronósticos: Se realizarán las pruebas con los diferentes métodos de pronósticos ya antes mencionados.
3. Medición de errores: Con el fin de encontrar el método óptimo para cada uno de los productos en cuestión, se realizará la medición de errores de cada uno de ellos y se elegirá el que más se asemeje o adecue a la demanda real de la empresa.
4. Evaluación y plan de implementación: Se analizarán los recursos que sean necesarios para la implementación de la propuesta del modelo de pronóstico de demanda y, a su vez, se compararán los indicadores que mantiene la empresa actualmente versus los obtenidos luego de la propuesta del modelo de pronóstico.

La elección de la familia de productos a analizar se realizó en el capítulo 2.6.1 por lo que, dentro de este capítulo se tomarán los pasos a partir del análisis de los patrones de demanda de las familias de productos.

3.2 Elaboración de pronósticos

En esta sección se realizarán los métodos de pronósticos de demanda y se hallarán los coeficientes para los productos a analizar.

3.2.1 Método de Regresión Lineal

Como primer método se tomará el de regresión lineal simple. Se tomará el histórico de 60 meses y de acuerdo con ello se realizarán las ecuaciones de demanda real de cada uno de los productos en análisis.

Tabla 9 - Regresión lineal de la familia de productos

Producto	Ecuación
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	$y = -0.9281x + 815.04$
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	$y = 2.6099x + 568.43$
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	$y = 0.2008x + 32.025$
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	$y = -5.4123x + 583.46$
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	$y = -0.811x + 137.94$

*Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia*

Como observamos en la Tabla 9, existen ecuaciones crecientes y decrecientes para nuestros productos seleccionados. Para poder analizar si estas ecuaciones de pronóstico son las más adecuadas, evaluaremos los coeficientes de Pearson y de correlación los cuales nos indicaran si se tienen una buena relación entre el pronóstico y la realidad.

Tabla 10 - Coeficiente de Pearson y correlación por producto

Producto	R2	R
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	0.0005	0.0229
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	0.0099	0.0995
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	0.0179	0.1337
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	0.1261	0.3551
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	0.0374	0.1934

Fuente: Empresa ABC
Elaboración propia

En la Tabla 10, observamos que los valores obtenidos de ambos coeficientes por cada tipo de producto no son muy cercanos a 1, por lo que, podríamos concluir que no hay un alto nivel de correlación y determinación entre el método de regresión lineal y la demanda real por cada producto.

3.2.2 Método de Promedio móvil simple

Como segundo método a evaluar se realizará el de Promedio móvil simple. Para ello se tomarán dos valores de “n” que serán los lapsos de tiempo, estos son de: 2 meses y 3 meses. Como podemos observar en las gráficas a continuación, el modelo de $n = 2$ meses, se asemeja en mejor medida a la demanda real de los productos, además que ambos modelos siguen las tendencias de estos.

Si bien podemos observar gráficamente esta diferencia entre el modelo $n = 2$ y $n = 3$, determinaremos cual es el más adecuado con la medición de los errores, que se realizara en la siguiente subsección.

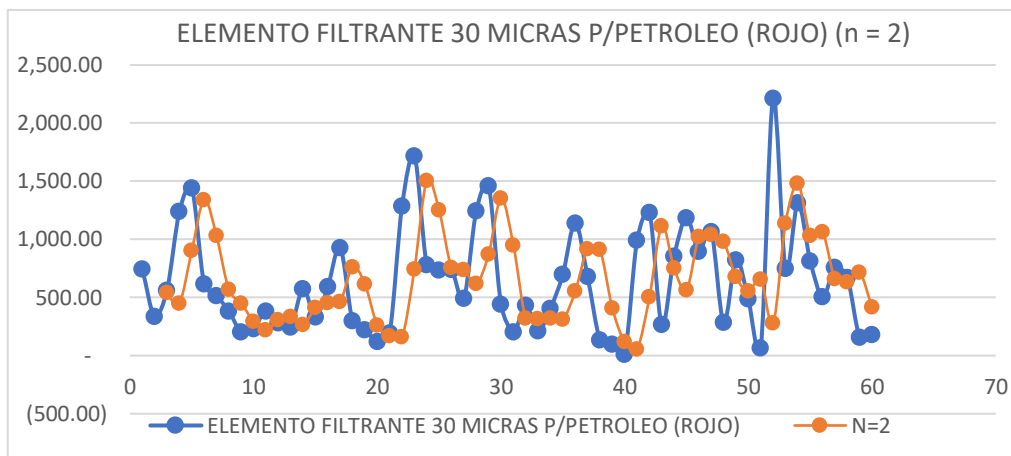


Figura 13 - Promedio móvil Elemento Filtrante 30 Micras P/petróleo (Rojo) 2 meses
Elaboración propia

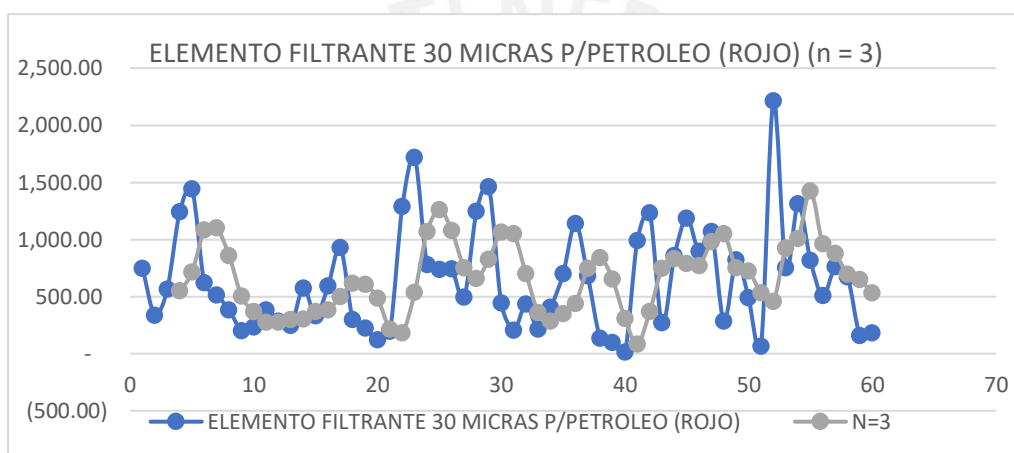


Figura 14 - Promedio móvil Elemento Filtrante 30 Micras P/petróleo (Rojo) 3 meses
Elaboración propia

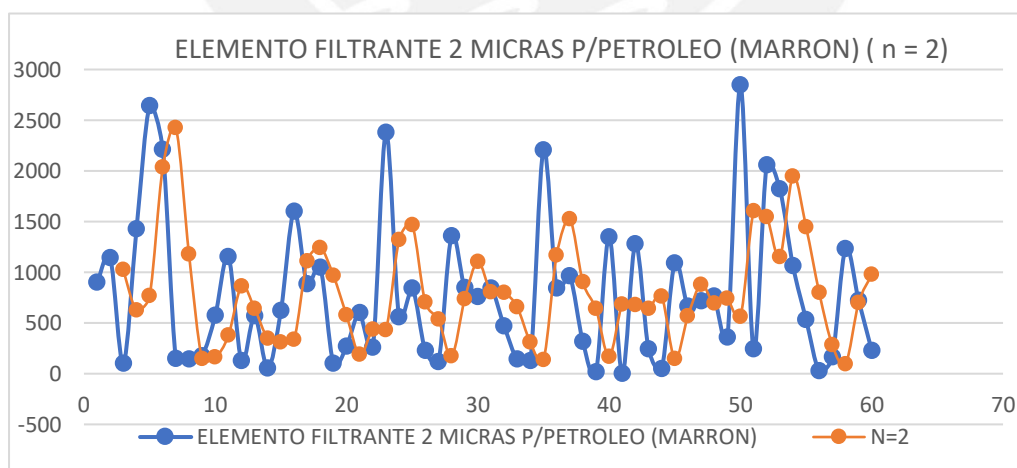


Figura 15 - Promedio móvil Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) 2 meses
Elaboración propia

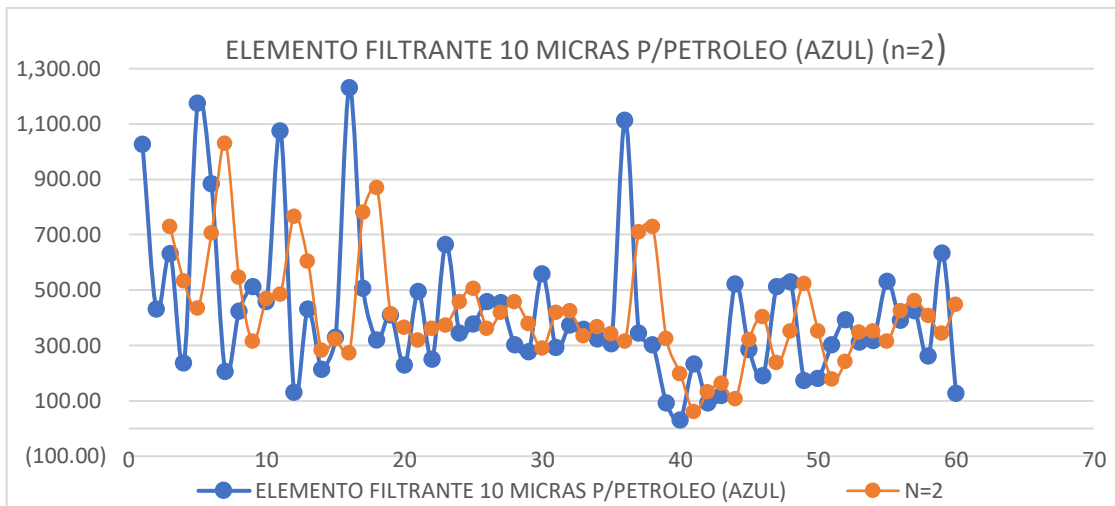


Figura 16 - Promedio móvil Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) 3 meses
Elaboración propia

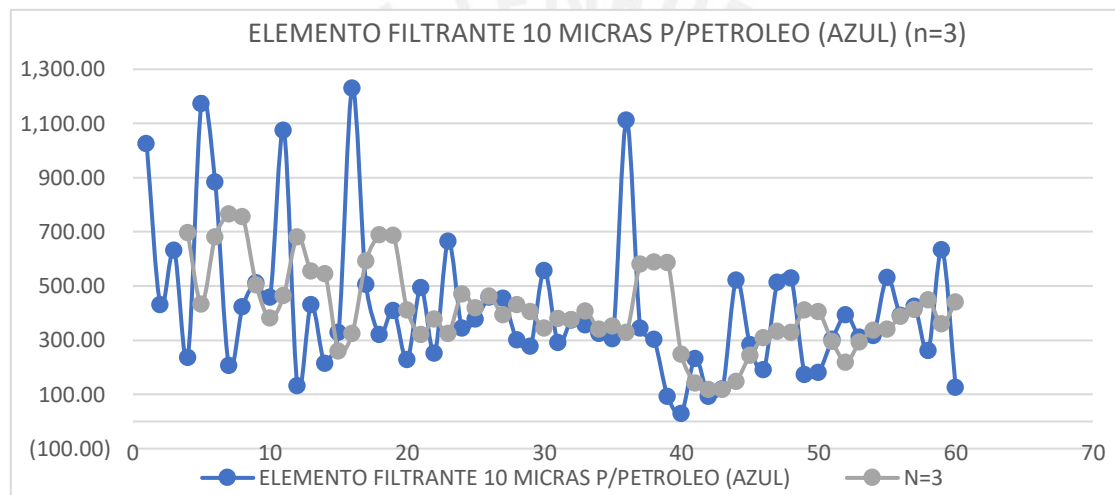


Figura 17 - Promedio móvil Elemento Filtrante 10 Micras P/petróleo (Azul) 2 meses
Elaboración propia

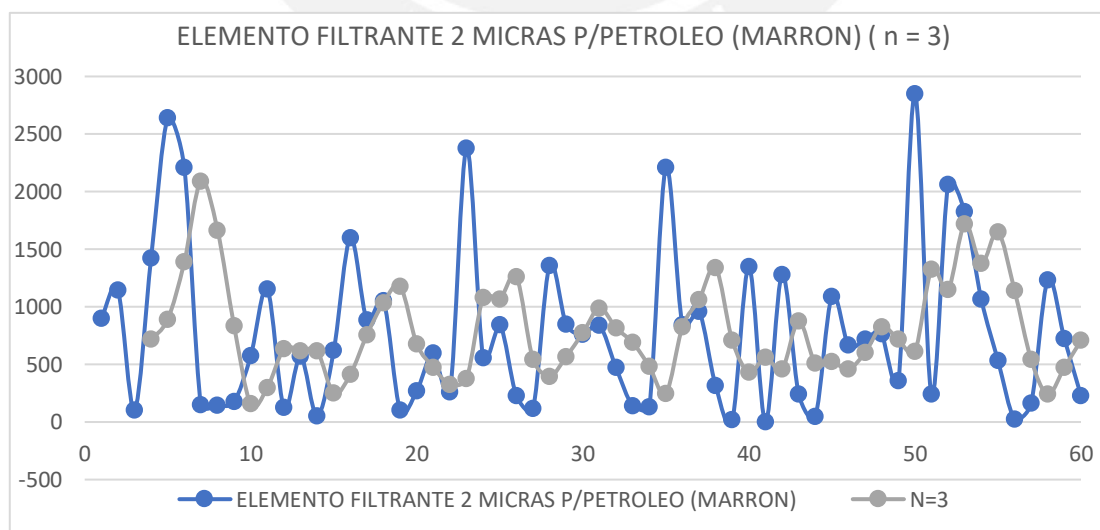


Figura 18 - Promedio móvil Elemento Filtrante 10 Micras P/petróleo (Azul) 3 meses
Elaboración propia

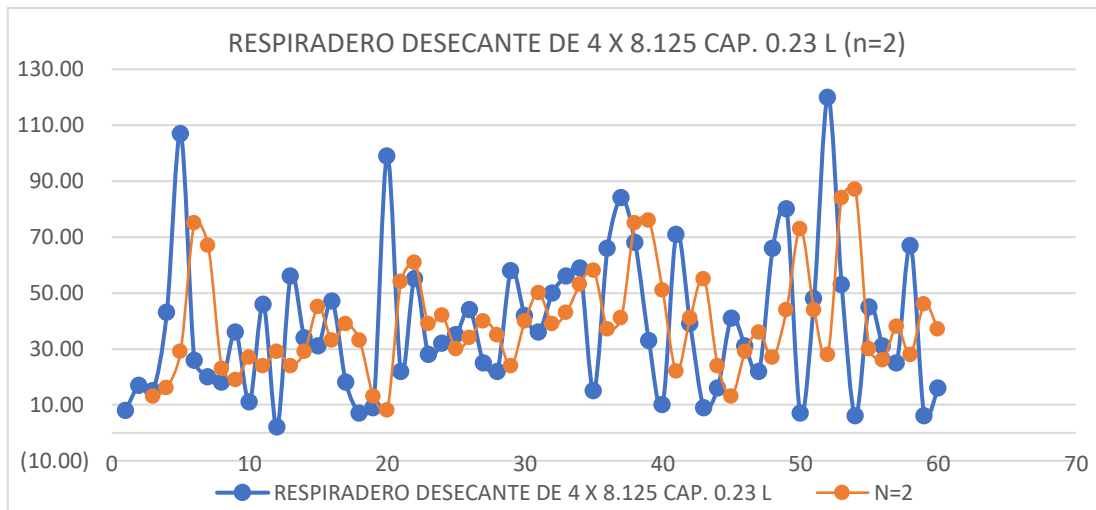


Figura 19 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L 2 meses
Elaboración propia

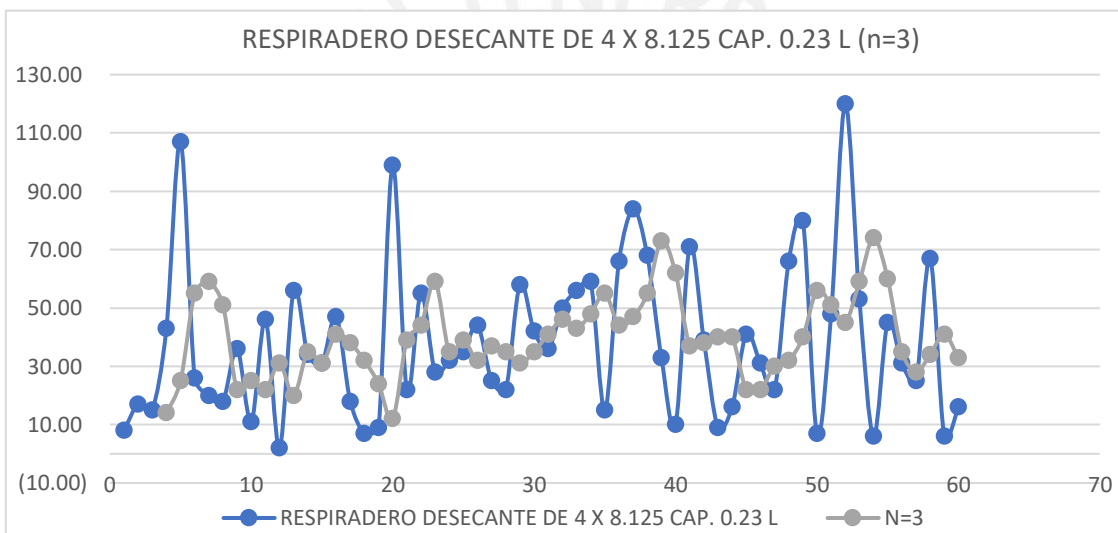


Figura 20 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L 3 meses
Elaboración propia

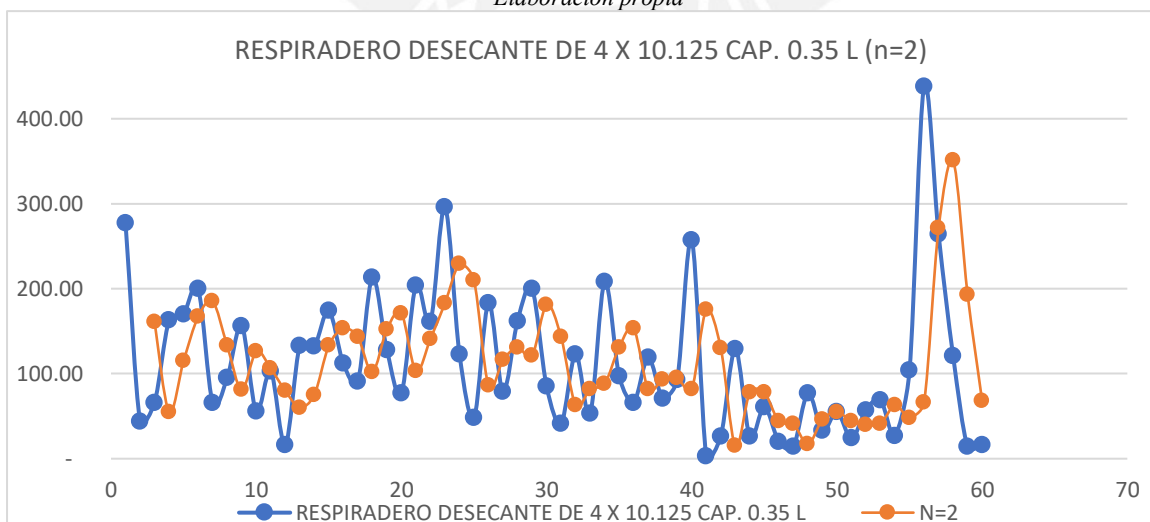


Figura 21 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L 2 meses
Elaboración propia

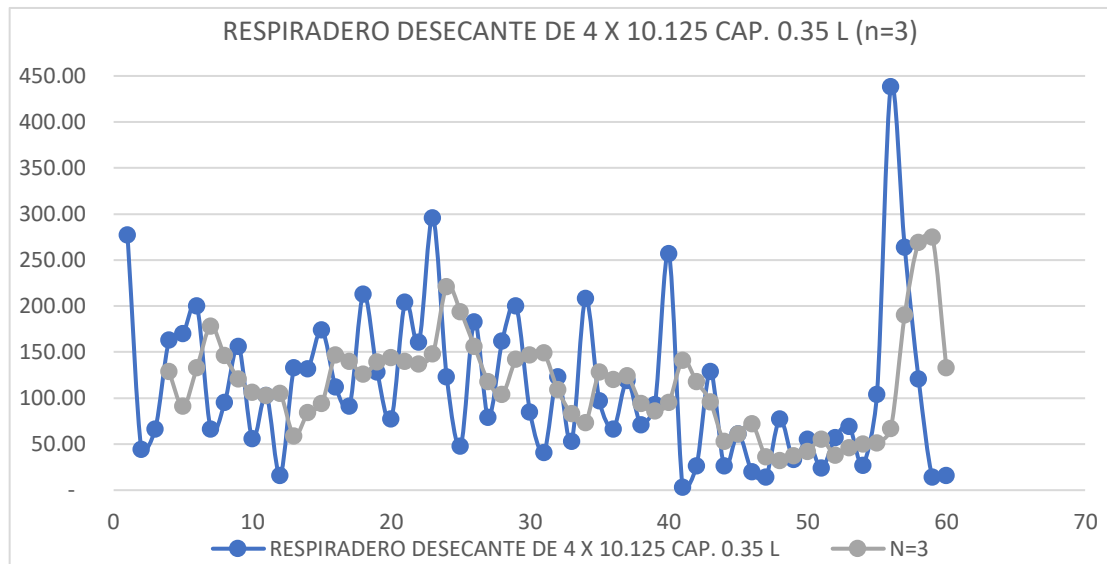


Figura 22 – Promedio móvil Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L 3 meses
Elaboración propia

3.2.3 Método de Suavizado exponencial

Para el método de suavización exponencial se utilizará la siguiente ecuación:

$$F_{t+1} = \alpha(\text{Demanda para este periodo}) + (1-\alpha)(\text{Pronóstico calculado para el último periodo})$$

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

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el siguiente periodo

α = Constante de suavización exponencial

D_t = Demanda en el periodo t

F_t = Pronóstico para el periodo t

Para los diferentes productos a analizar se evaluará su pronóstico con un “ α ” distinto ya que, como hemos visto, todos los productos muestran tendencias diferentes.

Para el cálculo de este “ α ” se utilizará programación lineal, teniendo como objetivo el poder minimizar el error, debido a ello, se empleará la herramienta solver de Excel, como podemos observar en el Anexo 27. En la tabla 11 observamos los distintos valores de “ α ” para los productos analizados.

Tabla 11 - Alpha para las familias de productos

Producto	Alpha
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	0.000703125
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	0.040461095
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	0.203880360
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	0.200190705
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	0.2020919984

Elaboración propia

A continuación, se mostrarán las gráficas generadas a partir de, la ecuación previamente presentada y de los valores de “ α ” encontrados para cada uno de los productos. En estas gráficas podremos observar la demanda real en el periodo de tiempo establecido y el pronóstico a través del método de suavizamiento exponencial.

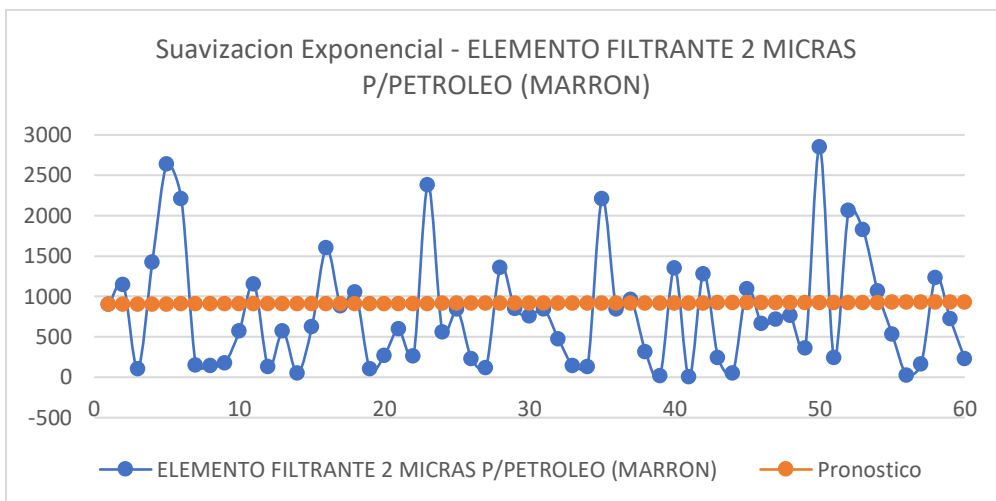


Figura 23 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)
Elaboración propia

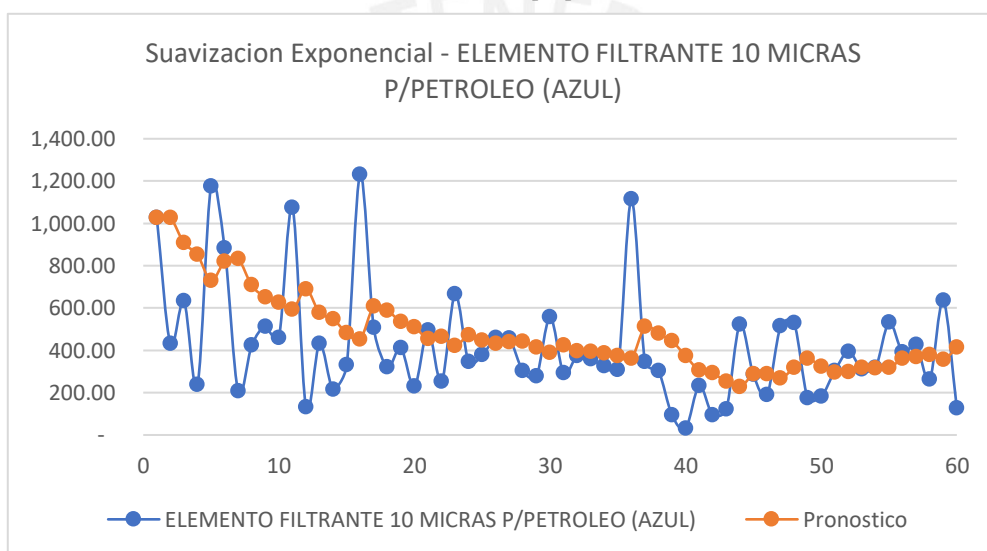


Figura 24 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)
Elaboración propia

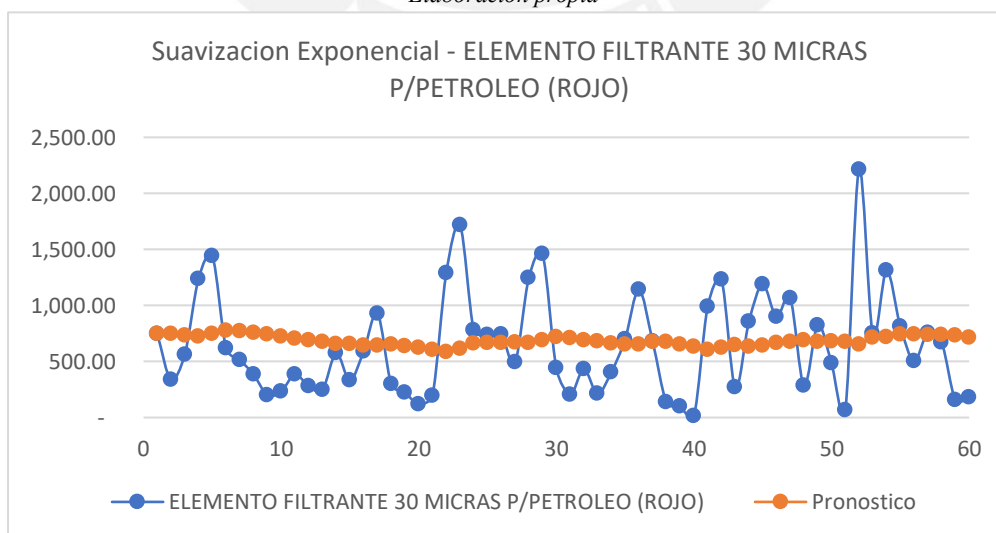


Figura 25 - Suavización Exponencial Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)
Elaboración propia

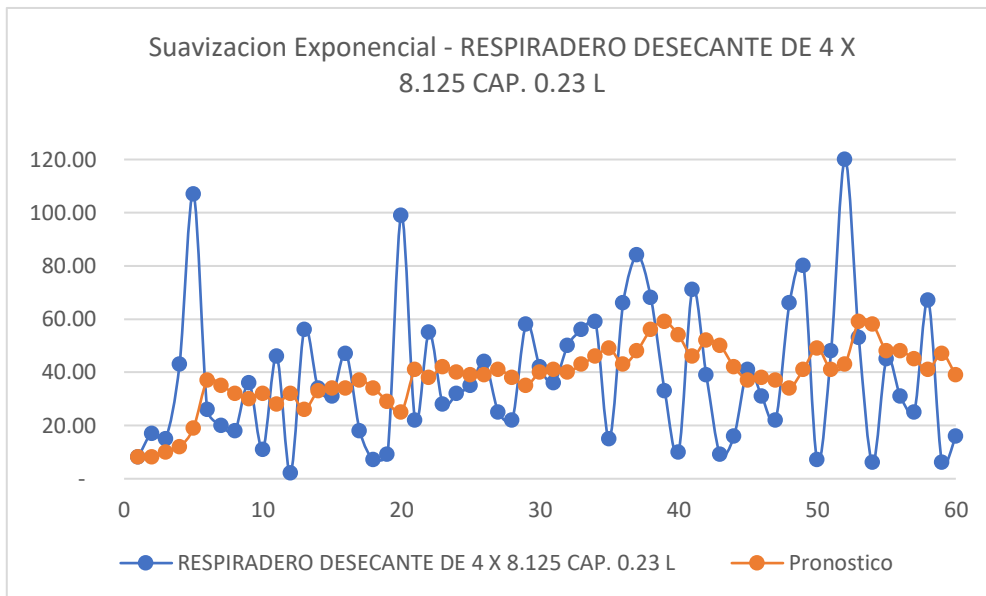


Figura 26 - Suavización Exponencial Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L
Elaboración propia

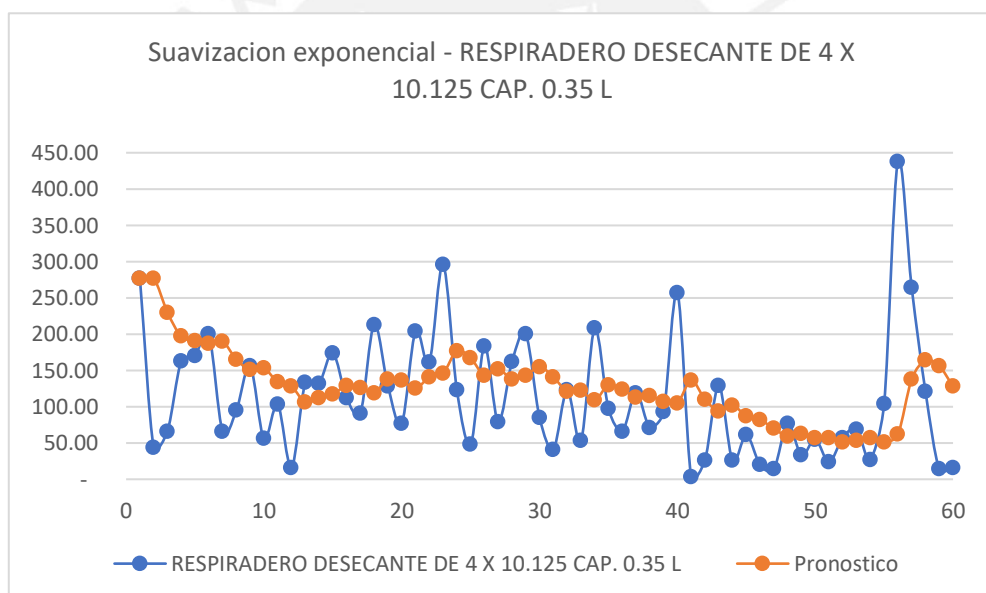


Figura 27 - Suavización exponencial Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
Elaboración propia

3.2.4 Método de Suavizado exponencial ajustado a la tendencia

Para el método de suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia, emplearemos la siguiente ecuación:

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Donde:

A_t = promedio suavizado exponencialmente de la serie en el periodo t.

T_t = promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t.

α = parámetro de suavizamiento para el promedio, con un valor entre 0 y 1.

β = parámetro de suavizamiento para la tendencia, con un valor entre 0 y 1.

F_{t+l} = pronóstico para el periodo t + 1.

En este sentido, al igual que en el apartado anterior sobre el método de suavizamiento exponencial simple, se hallarán los valores de Alpha y Beta por medio de programación lineal, teniendo como función objetivo el minimizar el error, en este caso, el MAPE.

En la Tabla 12 se muestran los distintos valores de Alpha y Beta para los productos seleccionados para el estudio.

Tabla 12 - Alpha y Beta para las familias de productos

Producto	Alpha	Beta
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	0.056457	0.327727
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	0.007999	0.199839
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	0.011923	1
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	0.040413	0
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	0.112405	0

Elaboración propia

3.2.5 Modelo ARIMA

Para la elaboración del modelo ARIMA, se seguirá un proceso con 4 pasos que nos permitirán seleccionar el modelo que más se ajuste a la realidad de nuestros productos. Estos son los siguientes:

- **Identificación:** En esta etapa, se utilizarán los datos disponibles para poder sugerir un modelo $ARIMA(p,d,q)$. En este punto el objetivo es el de poder determinar las ordenes p,d,q que se ajuste de mejor manera a las características de nuestras series.
- **Estimación:** Ya con el modelo $ARIMA(p,d,q)$ se calcularán los coeficientes o parámetros a utilizar dentro del modelo.
- **Validación:** Se contrastará el modelo para comprobar si este se ajusta a los datos o, en caso contrario, observar las discrepancias y mejorar el modelo.
- **Predicción:** Con el modelo validado se obtendrá el pronóstico de los valores futuros de nuestros pronósticos.

Actualmente existen herramientas que nos ayudan a realizar este proceso de una manera más eficiente permitiéndonos así encontrar el modelo óptimo de una manera más rápida. Para este estudio se empleará el programa Rstudio, herramienta estadística que mediante la programación de funciones nos ayudará a definir el modelo $ARIMA$ más adecuado.

Comenzando con el proceso de identificación del modelo, empezaremos con determinar el número de diferencias necesarias para cada uno de los productos, es decir, determinaremos el “d” del modelo $ARIMA(p,d,q)$. En este sentido, observamos en la Tabla 13 el número de diferencias necesarias para que el modelo sea estacionario, de acuerdo con las series de nuestros productos.

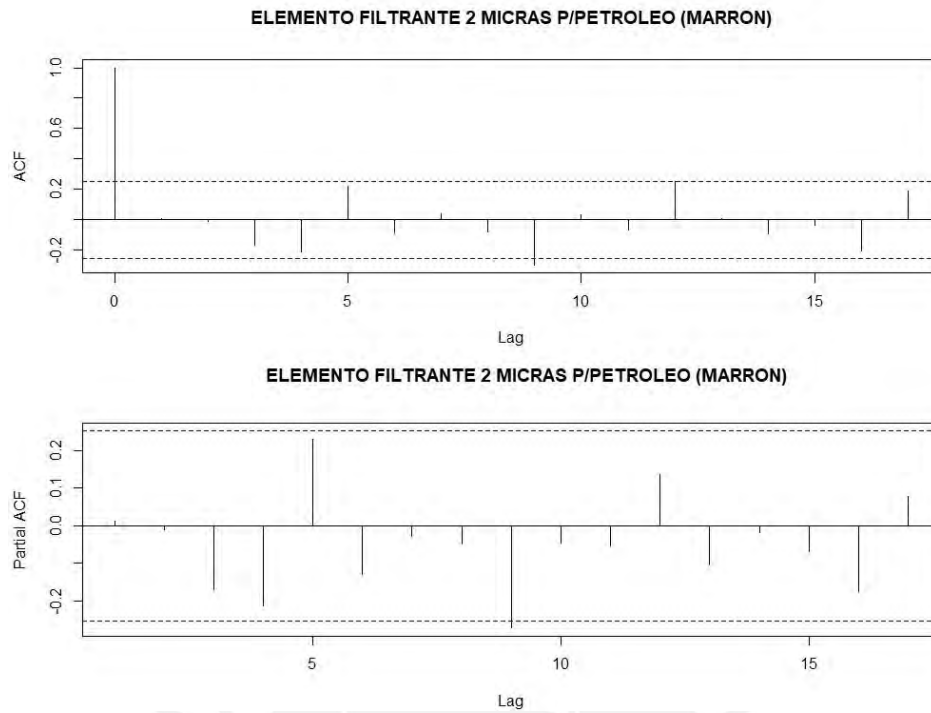
Tabla 13 - Numero de diferencias por producto

Productos	Diferencias
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	0
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	0
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	0
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	1
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	0

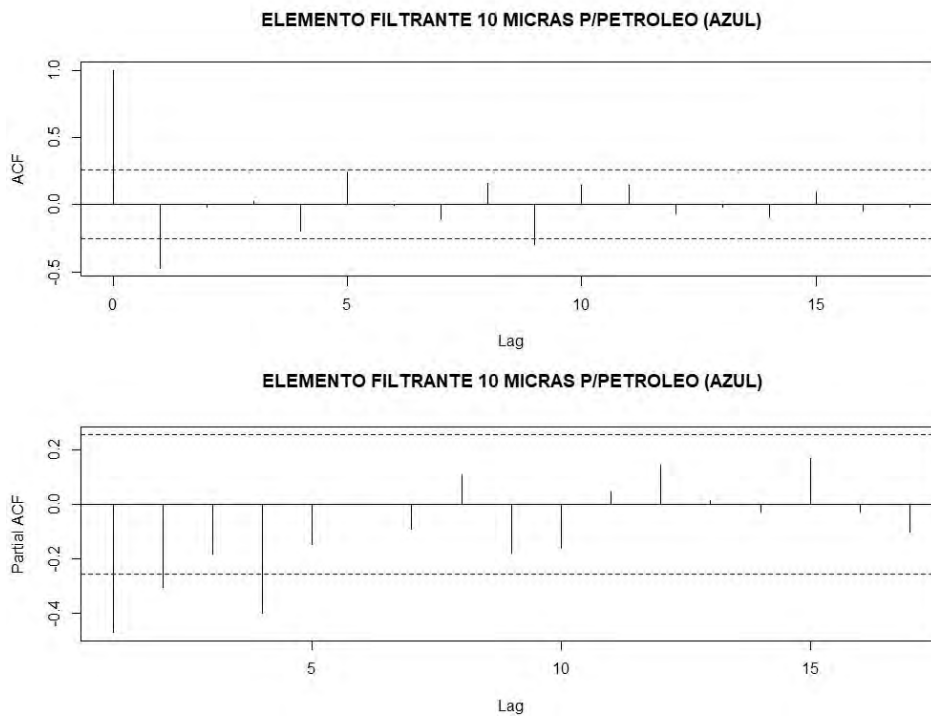
Elaboración propia

Se puede observar que todas las series ya presentan estacionariedad excepto el caso del producto Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul) que necesita 1 diferencia.

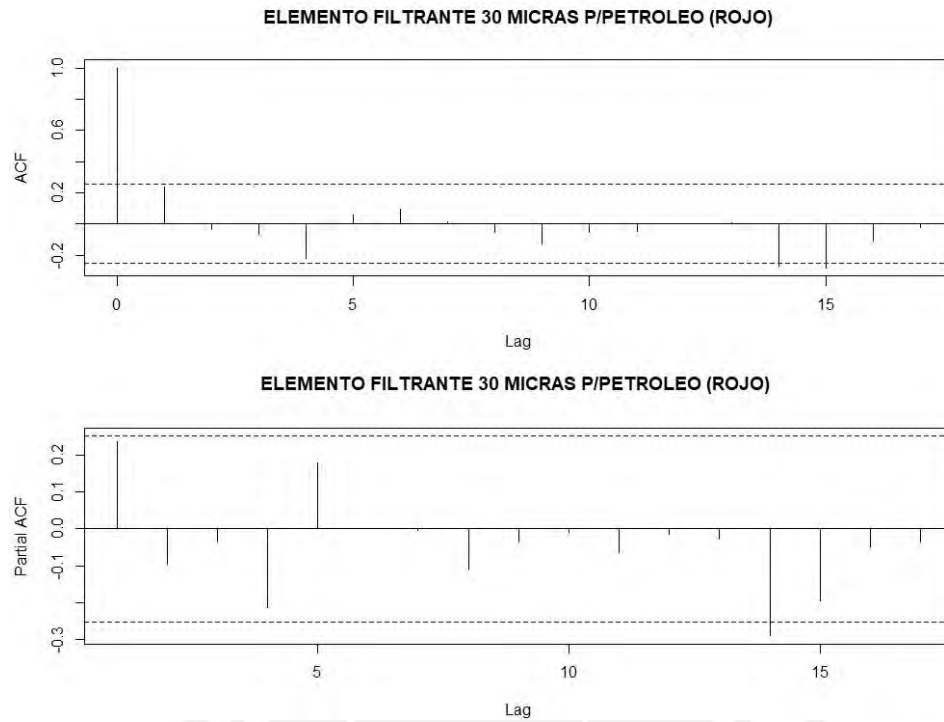
Con las diferencias encontradas, se procederá a realizar las gráficas ACF (Autocorrelation function) y PACF (Parcial Autocorrelation function) las cuales nos ayudaran a encontrar el orden q y p del modelo respectivamente. A continuación, se presentan dichas graficas para los productos en cuestión.



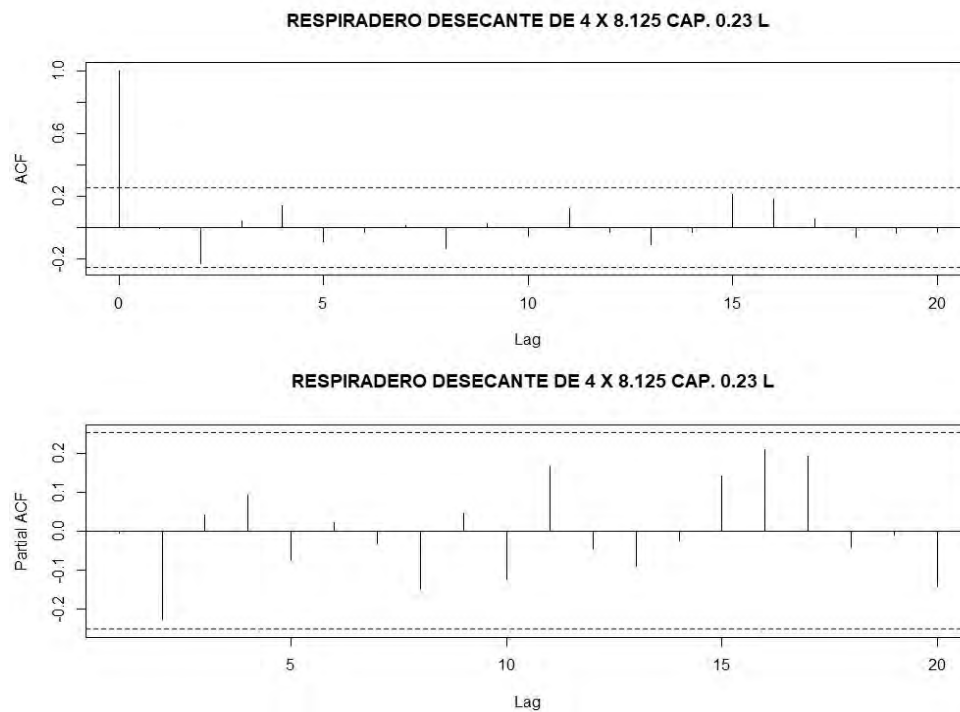
*Figura 28 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)
Elaboración propia*



*Figura 29 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Azul)
Elaboración propia*



*Figura 30 - ACF y PACF Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Rojo)
Elaboración propia*



*Figura 31 - ACF y PACF Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L
Elaboración propia*

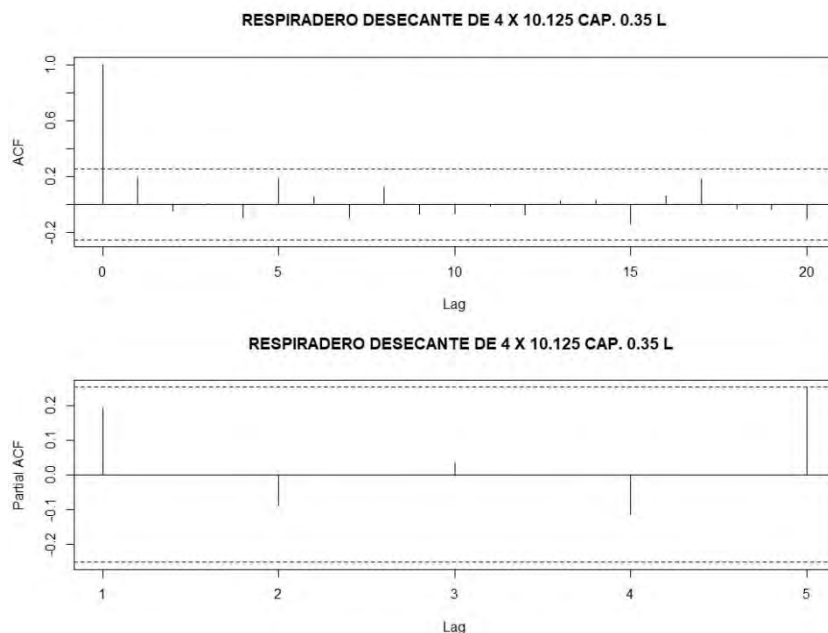


Figura 32 - ACF y PACF Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
Elaboración propia

A partir del análisis de las gráficas, se propuso los modelos óptimos para cada uno de los productos. En la Tabla 14 se observan los modelos encontrados y los coeficientes que se ajustan para estos mismos.

Tabla 14 - Modelos ARIMA y coeficientes

Producto	Modelo	Coefficientes	Media
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12]	Sar1 = 0.4088	815.2120
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	ARIMA (0,0,1)	Ma1 = 0.2791	647.2939
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	ARIMA (0,0,0)	0	38.15
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	ARIMA (0,1,1)	Ma1 = -0.9017	0
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	ARIMA (0,0,1)	Ma1 = 0.2623	112.4504

Elaboración propia

A partir de los modelos encontrados haremos uso de la prueba de Ruido blanco, la cual nos indicara si el modelo se ajusta o no para nuestras series de tiempo. En la Tabla 15 observamos los resultados obtenidos a partir de esta prueba para los modelos ARIMA encontrados.

Tabla 15 - Prueba de ruido blanco para los modelos

Productos	Modelo	Ruido Blanco
Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón)	ARIMA(0,0,0)(1,0,0)[12]	p-value = 0.7954 Ruido Blanco
Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo)	ARIMA (0,0,1)	p-value = 0.4112 Ruido Blanco
Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	ARIMA (0,0,0)	p-value = 0.9296 Ruido Blanco
Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul)	ARIMA (0,1,1)	p-value = 0.9622 Ruido Blanco
Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	ARIMA (0,0,1)	p-value = 0.7601 Ruido Blanco

Elaboración propia

En conclusión, todos los modelos presentan ruido blanco ya que mantienen un p-value > 0.05 con un intervalo de confianza al 95%. A partir de ello, podemos decir que todos los modelos se ajustan a las series de tiempo de sus respectivos productos.

3.3 Medición de Errores

En esta sección se realizará la medición de errores de cada uno de los modelos antes realizados, de tal forma que encontremos el que menor error presenta y pueda ser elegido como el mas adecuado para los pronósticos.

A partir de los modelos ya antes realizados, se buscará el que pueda representar de la manera más adecuada a nuestros productos, en otras palabras, buscaremos el modelo que menor error nos genere y a partir de ello, realizar los pronósticos respectivos.

Para realizar la medición de los errores, se utilizarán los indicadores MAPE, MAD, MSE los cuales se compararán entre los modelos para la posterior selección.

3.3.1 Regresión Lineal

Como primer modelo, se presentará la medición de errores del modelo de regresión lineal. Como observamos en la Tabla 16, para este método encontramos valores de MAPE de por encima del 50% para todos los productos, excepto para el Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul) que mantiene un MAPE del 43.56%.

Tabla 16 - Medición errores Regresión Lineal

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	543.83	181.98	354.97	20.25	61.05
MAPE	69.07%	43.56%	54.63%	52.29%	56.73%
MSE	489,173.37	60,896.80	204,426.97	663.48	6,691.78

Elaboración propia

3.3.2 Promedio móvil simple

Para la medición de errores del modelo de promedio móvil simple, se medirán estos errores para el caso de un $n = 2$ y para $n = 3$ por separado. En la Tabla 17 mostramos los resultados obtenidos para el modelo con un $n = 2$ donde, observamos valores muy elevados para el MAPE, siendo el más bajo el del producto Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul) con 63.40%.

Tabla 17 - Medición errores Promedio móvil simple ($n = 2$)

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	671.22	222.07	407.59	26.14	73.16
MAPE	164.76%	63.40%	105.91%	88.54%	87.36%
MSE	757,611.05	97,328.03	295,101.52	1,179.14	9,368.26

Elaboración propia

Asimismo, en la Tabla 18 presentamos los resultados obtenidos para el modelo con un $n = 3$ donde también observamos valores altos, sin embargo, más pequeños en comparación con el modelo para un $n = 2$.

Tabla 18 - Medición errores Promedio móvil simple (n = 3)

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	657.81	213.09	419.05	23.95	66.79
MAPE	113.23%	53.46%	92.67%	73.40%	63.87%
MSE	730,531.21	88,551.96	284,966.18	971.39	8,551.46

Elaboración propia

3.3.3 Suavización exponencial simple

Para la medición de errores del método de suavización exponencial simple, presentamos en la Tabla 19 los resultados obtenidos.

Tabla 19 - Medición errores suavización exponencial simple

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	577.23	206.72	377.02	21.52	65.75
MAPE	63.21%	44.35%	56.17%	63.75%	56.73%
MSE	506,216.20	77,558.85	216,088.95	789.12	8,302.78

Elaboración propia

3.3.4 Suavización exponencial ajustado a la tendencia

Para la medición de errores del método de suavización exponencial ajustado a la tendencia, presentamos en la Tabla 20 los resultados obtenidos.

Tabla 20 - Medición errores suavización exponencial ajustada a la tendencia

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	516.80	179.76	561.59	20.92	60.90
MAPE	66.53%	44.98%	66.19%	52.16%	58.14%
MSE	458,847.69	61,861.37	458,310.76	711.15	6,872.21

Elaboración propia

3.3.5 Modelos ARIMA

Para la medición de errores de los modelos ARIMA, presentamos en la Tabla 21 los resultados obtenidos.

Tabla 21 - Medición errores Modelos ARIMA

Medida	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L
MAD	495.15	200.78	348.10	20.72	62.68
MAPE	64.89%	42.65%	55.95%	53.12%	55.71%
MSE	422,181.05	67,526.65	192,785.43	676.62	6,608.38

Elaboración propia

3.3.6 Elección de modelos

A partir de las mediciones de errores encontradas anteriormente, procederemos a evaluar cada tipo de error por pronóstico y producto, de esta forma, hallaremos el método más adecuado según el que tenga menor error.

En la Tabla 22 podemos observar todos los errores MAD por producto y modelo. Analizando la tabla para el caso del error MAD vemos que para los productos Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) y Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo) los modelos ARIMA respectivos son los que generan menor error de este tipo.

Para los productos Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul) y Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L los modelos de Suavización exponencial ajustado a la tendencia son los que generan menor error de este tipo.

Por último, para el producto Respiradero desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L el mejor modelo de acuerdo con este tipo de error es el de regresión lineal simple.

Tabla 22 - Errores MAD por producto y modelo

Producto	Regresión Lineal	Promedio móvil simple n=2	Promedio móvil simple n=3	Suavización exponencial simple	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	Modelos ARIMA	Mínimo
ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	543.83	671.22	657.81	577.23	516.80	495.15	495.15
ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	181.98	222.07	213.09	206.72	179.76	200.78	179.76
ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	354.97	407.59	419.05	377.02	561.59	348.10	348.10
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	20.25	26.14	23.95	21.52	20.92	20.72	20.25
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	61.05	73.16	66.79	65.75	60.90	62.68	60.90

Elaboración propia

En la Tabla 23 podemos observar todos los errores MAPE por producto y modelo. Analizando la tabla para el caso del error MAPE vemos que para los productos Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul) y Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L el modelo con menor error son los Modelos ARIMA respectivos.

Para el producto Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón) el modelo con menor error es el de suavización exponencial simple, para el Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo) el de menor error es el de regresión lineal simple y por último, para el Respiradero desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L el modelo con menor error es el de suavización exponencial ajustado a la tendencia.

Tabla 23 - Errores MAPE por producto y modelo

Producto	Regresión Lineal	Promedio móvil simple n=2	Promedio móvil simple n=3	Suavización exponencial simple	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	Modelos ARIMA	Mínimo
ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	69.07%	164.76%	113.23%	63.21%	66.53%	64.89%	63.21%
ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	43.56%	63.40%	53.46%	44.35%	44.98%	42.65%	42.65%
ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	54.63%	105.91%	92.67%	56.17%	66.19%	55.95%	54.63%
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	52.29%	88.54%	73.40%	63.75%	52.16%	53.12%	52.16%
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	56.73%	87.36%	63.87%	56.73%	58.14%	55.71%	55.71%

Elaboración propia

En la Tabla 24 podemos observar todos los errores MSE por producto y modelo. Analizando la tabla para el caso del error MSE vemos que para los productos Elemento Filtrante 2 Micras P/Petróleo (Marrón), Elemento Filtrante 30 Micras P/Petróleo (Rojo) y Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L el modelo con menor error son los modelos ARIMA respectivos.

Para el caso de los productos Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul) y Respiradero desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L el modelo con menor error es el de regresión lineal simple.

Tabla 24 - Errores MSE por producto y modelo

Producto	Regresión Lineal	Promedio móvil simple n=2	Promedio móvil simple n=3	Suavización exponencial simple	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	Modelos ARIMA	Mínimo
ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	489,173.37	757,611.05	730,531.21	506,216.20	458,847.69	422,181.05	422,181.05
ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	60,896.80	97,328.03	88,551.96	77,558.85	61,861.37	67,526.65	60,896.80
ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	204,426.97	295,101.52	284,966.18	216,088.95	458,310.76	192,785.43	192,785.43
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	663.48	1,179.14	971.39	789.12	711.15	676.62	663.48
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	6,691.78	9,368.26	8,551.46	8,302.78	6,872.21	6,608.38	6,608.38

Elaboración propia

Finalmente, luego de haber realizado todas las comparaciones se obtiene el modelo de pronóstico final para cada uno de los productos. En la Tabla 25 se muestran los modelos finales de los productos, 4 de los 5 productos mostraban un modelo que destacaba entre los 3 indicadores de error mostrados.

Sin embargo, para el caso del producto Elemento Filtrante 10 Micras P/Petróleo (Azul), notamos que ningún producto resalta entre los 3 indicadores, para la selección del método se analizó el MAPE. Observamos que la diferencia entre el MAPE del modelo ARIMA vs el de suavización exponencial ajustado a la tendencia es de 2.33% aproximadamente lo que nos indicaría que la variación en este error no es mucho y son casi “similares” o que no representaría una diferencia significativa. Por ello, se seleccionó como modelo propuesto y final, el modelo de suavización exponencial ajustado a la tendencia.

Tabla 25 - Modelo final de pronósticos

Producto	MAD	MAPE	MSE	Modelo Propuesto
ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	ARIMA	Suavización exponencial simple	ARIMA	ARIMA
ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	ARIMA	Regresión lineal	Suavización exponencial ajustado a la tendencia
ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	ARIMA	Regresión lineal	ARIMA	ARIMA
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	Regresión lineal	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	Regresión lineal	Regresión lineal
RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	Suavización exponencial ajustado a la tendencia	ARIMA	ARIMA	ARIMA

Elaboración propia

3.4 Recursos e inversión necesaria

Según como se plantea la propuesta de mejora, se realizará una evaluación financiera con el fin de poder identificar los beneficios o ahorros generados al implementar un modelo de pronóstico dentro de la empresa.

Para ello, se plantea la propuesta de contratar a un Analista de Demanda, el cual estará encargado de realizar estas funciones. Se considerará un sueldo base de S/. 7500 con todos beneficios de acuerdo con ley como gratificación, CTS, salud y pago de utilidades.

Además, como se mencionó en el Capítulo 2, la empresa no cuenta con un sistema ERP que los ayude a realizar de manera más automática los procesos de compra, venta y distribución de pedidos. Es por ello, que se propone realizar la compra del SAP 4 Hana, herramienta que cuenta con varios módulos como lo son el de planificación de demanda y gestión de órdenes de compra y venta.

El primer módulo nos servirá para contar con un modelo mucho más exacto de acuerdo con los parámetros y base de venta previamente revisado y que pasará por un proceso de revisión de calidad de data.

En el caso del segundo modulo, nos permitirá gestionar de manera que podamos observar el estatus de las ordenes, además, de poder integrar de una mejor manera los procesos de la cadena de suministros.

3.5 Plan de implementación

El presente proyecto se llevará a cabo por medio de 4 etapas claves. Estas son diagnóstico, diseño, implementación y seguimiento de resultados.

- **Diagnóstico:** En esta etapa se evaluará el problema actual que presenta la empresa a nivel de inventarios de productos y de ventas perdidas de las diferentes líneas que se manejan. De esta manera se medirá el impacto que actualmente se está generando, además se mencionará la importancia del proyecto y la prioridad de este.
- **Diseño:** Dentro de esta etapa se analizarán la información recolectada, los métodos posibles a utilizar y se hallarán los errores para cada uno con el fin de proponer el más adecuado.
- **Implementación:** En la primera parte de la etapa se compartirá la problemática con un equipo de consultoría de SAP para poder implementar estos procesos en el ERP y así automatizar los cálculos. Luego de realizada la consultoría, como segunda fase, los resultados obtenidos por la consultoría serán implementados por el líder del proyecto y su equipo encargado.
- **Seguimiento:** Se harán revisiones mensuales sobre el resultado del pronóstico versus la demanda real y el MAPE obtenido por código. Este resultado debe estar por debajo del nivel máximo aceptable.

3.6 Resultados esperados

Habiéndose desarrollado cada uno de los modelos para los productos seleccionados, se pudo concluir lo siguiente:

- El contar con información precisa acerca de la demanda dentro de la empresa nos permite observar de una manera más precisa las tendencias de que puedan tener las ventas en un determinado periodo de tiempo. Asimismo, nos permite accionar mucho más rápido en cuanto a las importaciones que se realizarán.

- El poder encontrar un modelo de pronóstico de demanda adecuado, nos permite no solo enfrentar cambios repentinos sino también, evitar mantener altos inventarios y con ello ver crecimientos en los índices de rotación.

Tomando en cuenta este último punto, actualmente la empresa no mantiene un modelo de pronóstico de demanda, como se ha mencionado anteriormente, y esto ha generado consecuencias e incertidumbre al momento de realizar sus pedidos de importación.

Es así como la empresa mantiene inventarios promedios de todos sus productos de alrededor de 8.8 meses que sumado al lead time que manejan de aproximadamente 2 meses, le han generado un índice de rotación de inventario de 1.36. Partiendo de esta premisa, el modelo de pronóstico propuesto para la empresa no solo genera mejoras en este indicador sino, además, genera una liberación de trabajo considerable para nuestro estudio.

Para la valoración de nuestra propuesta a partir de la aplicación de los resultados de esta en un escenario de contraste válido, hemos realizado la simulación del comportamiento de los inventarios a partir de nuestros pronósticos estimados para el producto Respiradero desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L.

Para este producto, de acuerdo con el inventario que se tenía, se calculó que en la actualidad mantenía un inventario promedio de 377 unidades esto utilizando la demanda real generado entre los años 2017-2021. Utilizando la demanda pronosticada de acuerdo con el modelo de pronóstico para este producto, se realizó la simulación del inventario mensual en este periodo de tiempo considerando stock de seguridad. En la Tabla 26 observamos los resultados obtenidos para el producto en cuestión.

Tabla 26 - Inventario promedio Actual y Propuesto Respiradero desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L

	Modelo Actual	Modelo Propuesto
Inventario promedio (Unidades)	377	155

Elaboración propia

A partir de ello, se obtuvo un inventario promedio de 155 unidades que, no solo implica que se tenga una reducción en la cantidad de productos almacenados sino, también, que se vea un crecimiento en el índice de rotación de inventario del 58.81%. Considerando este

cálculo, se realizó una aproximación de cómo se vería afectado el índice de rotación de inventario total de la empresa, donde se alcanzó un 3.31 en este indicador generando una liberación de capital de trabajo de aproximadamente S/. 8,169,070.08.

En la Tabla 27, observamos la comparación entre los índices de rotación de inventarios actuales y los pronosticados mediante la aplicación de los modelos de pronósticos de demanda.

Tabla 27 - Indicadores de inventario actuales vs pronósticos

	Inventario Actual	Inventario Pronostico de demanda
Índice de rotación de inventario	1.36	3.31
Liberación de capital de trabajo	-	S/.8,169,070.08

Elaboración propia

Con respecto a los resultados sobre las ventas perdidas de la empresa, de acuerdo con lo comentado, al cierre del 2021 se tuvieron perdidas aproximadamente por USD 184 023 en diferentes productos ya que no se contaba con stock de estos.

Al realizar las simulaciones respectivas con nuestros modelos de pronóstico de demanda obtuvimos lo que definiremos como “ventas recuperadas” que serían las ventas que se hubieran llegado a realizar, si se hubiera utilizado el modelo pronóstico de demanda para esos periodos.

En ese sentido, se analizó todo el periodo 2021 en donde encontramos una recuperación de ventas perdidas por un monto total de S/.138 017.05 que aproximadamente es el 18.8% del total de ventas perdidas por falta de stock. En la Tabla 28, observamos la variación de las ventas perdidas entre el método actual utilizado por la empresa y el modelo de pronóstico de demanda propuesto.

Tabla 28 - Variación ventas perdidas

Elaboración propia

	Método de demanda actual	Modelo de pronóstico de demanda propuesto
Ventas perdidas	S/ 731,859.47	S/ 593,842.22
Ventas recuperadas	S/. -	S/ 138,017.25

Si bien mediante el modelo de pronóstico de demanda propuesto aún se mantienen las ventas perdidas, este número se ve reducido y presenta una mejoría para los costos que maneja la empresa.



CAPITULO 4. Evaluación Económica

En esta sección se realizará la evaluación económica del proyecto y su factibilidad para su implementación mediante el análisis de los costos y ahorros generados a partir de la propuesta presentada.

4.1 Inversión requerida de la propuesta

Para el análisis de la inversión requerida para la implementación de la propuesta, se ha considerado, en primer lugar, establecer un periodo de 1 año en donde se evaluarán tanto los ahorros y gastos/inversiones. Para la inversión total del proyecto se obtuvo un valor total de S/. 633 155.00, en donde se tuvieron las siguientes consideraciones:

- Recursos humanos: Se incluyo a una persona Líder del proyecto quien tendrá a su cargo a 3 analistas por todo el periodo de tiempo quienes se encargarán del análisis de los modelos de pronósticos para cada producto dentro de la empresa.
- Materiales y equipos: Se incluye todos lo relacionado a computadoras/laptops, licencias, instalación y escritorios. También se consideran los softwares a utilizar para los pronósticos de demanda, así como el módulo SAP 4 Hana ya antes mencionado.
- Servicios: Se incluye la consultoría propuesta para la implementación del ERP, así como las capacitaciones en el uso de este.

En la Tabla 29 se muestra el resumen del presupuesto de la propuesta del proyecto.

Tabla 29 - Resumen presupuesto de la propuesta

Ítem	Detalle	Propuesta	
		Costo unitario S/	Meses
Recursos humanos			484,800.00
1	Lider del proyecto	17,900.00	12
2	Analistas de demanda	7,500.00	12
Materiales y equipos			62,912.00
3	SAP 4 Hana	39,770.00	1
4	Software	10,692.00	1
5	Insumos Diversos	4,150.00	3
Servicios			85,443.00
6	Consultoria	27,781.00	3
7	Capacitación	700.00	3
TOTAL			633,155.00

Elaboración propia

4.2 Evaluación de la factibilidad económica de la propuesta

En esta sección se realizará la evaluación de la factibilidad económica de la propuesta de mejora donde, se analizarán los indicadores como el TIR y el VAN para poder concluir si la propuesta es o no viable.

Para la evaluación de la factibilidad económica de la propuesta realizaremos, en primer lugar, el cálculo de costo promedio ponderado de capital (WACC). En la Tabla 30 observamos los cálculos, así como los datos otorgados por la empresa ABC para poder hallar el WACC.

Tabla 30 - Estructura del Costo promedio ponderado del capital

	Ponderación	Costo promedio (Tasa de interés efectiva anual)	Tasa impositiva (Impuesto a la renta)	Costo promedio ponderado del capital
Valor de Patrimonio (E)	60.00%	14.00%		8.40%
Valor de la deuda (D)	40.00%	8.00%	29.5%	2.26%
			Total WACC Anual	10.66%
			Total WACC Mensual	0.85%

Fuente: Información proporcionada por el Grupo de la empresa ABC

Para poder determinar el ahorro generado por la liberación de capital de trabajo de inventario, realizaremos el cálculo de la tasa de posesión del stock. En Tabla 31, observamos el cálculo realizado para la tasa de posesión del stock que se halla a través de la suma del costo de financiación y los costos de almacenaje, esta información fue proporcionada por el área de finanzas de la empresa ABC, en donde se obtuvo una tasa de posesión del stock de 18.26%.

Tabla 31 - Tasa de posesión de stock

Costos de financiación (Costo de capital)	10.66%
Costos de almacenaje	%
Alquiler centro de almacén	2.00%
Sueldos y salarios del personal de almacén	3.60%
Seguros sociales almacén	1.00%
Suministros	0.60%
Amortización equipo manutención	0.30%
Primas seguro incendio y robo	0.10%
Total costo de almacenaje	7.60%
Cálculo de la Tasa de posesión: %Financiación + % Almacenaje	
Costo de financiación	10.66%
Costo de almacenaje	7.60%
Tasa de posesión del stock	18.26%

Fuente: Información proporcionada por el Grupo de la empresa ABC

En la Tabla 32, observamos el ahorro generado por la liberación de capital de trabajo de inventario, así como el flujo neto de efectivo que será utilizado para posterior cálculo del VAN y TIR de la propuesta.

Tabla 32 - Ahorro generado y flujo neto de efectivo de la propuesta

Mes	% Liberación de inversión en inventario	Liberación de capital de trabajo	Ahorro derivado de la liberación de capital de trabajo en inventario	Gastos del Proyecto	Flujo Neto de Efectivo
1	0%	0.00	0.00	123,493.00	-123,493.00
2	0%	0.00	0.00	73,031.00	-73,031.00
3	0%	0.00	0.00	73,031.00	-73,031.00
4	0%	0.00	0.00	40,400.00	-40,400.00
5	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41
6	20%	1,661,417.47	303,374.83	40,400.00	262,974.83
7	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41
8	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41
9	20%	1,661,417.47	303,374.83	40,400.00	262,974.83
10	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41
11	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41
12	10%	830,708.73	151,687.41	40,400.00	111,287.41

Elaboración propia

Para el cálculo del ahorro derivado de la liberación de capital de trabajo en inventario, se realizó la multiplicación de la liberación del capital de trabajo por la tasa de posesión de stock de 18.26%, a partir de estos resultados se realizó el flujo neto de efectivos, que se obtiene a través del ahorro generado por la propuesta menos los gastos o inversión requerida de este.

Como último punto se realizó el cálculo del VAN y TIR de la propuesta. En Tabla 33, observamos el VAN obtenido de S/. 785, 573.55 con un TIR del 26%.

Tabla 33 - VAN y TIR de la propuesta

VAN	S/785,573.55
TIR	26%

Elaboración propia



5. Conclusiones y recomendaciones

En esta sección se presentarán las conclusiones y recomendaciones resultantes del desarrollo del presente trabajo de aplicación en la empresa.

5.1 Conclusiones

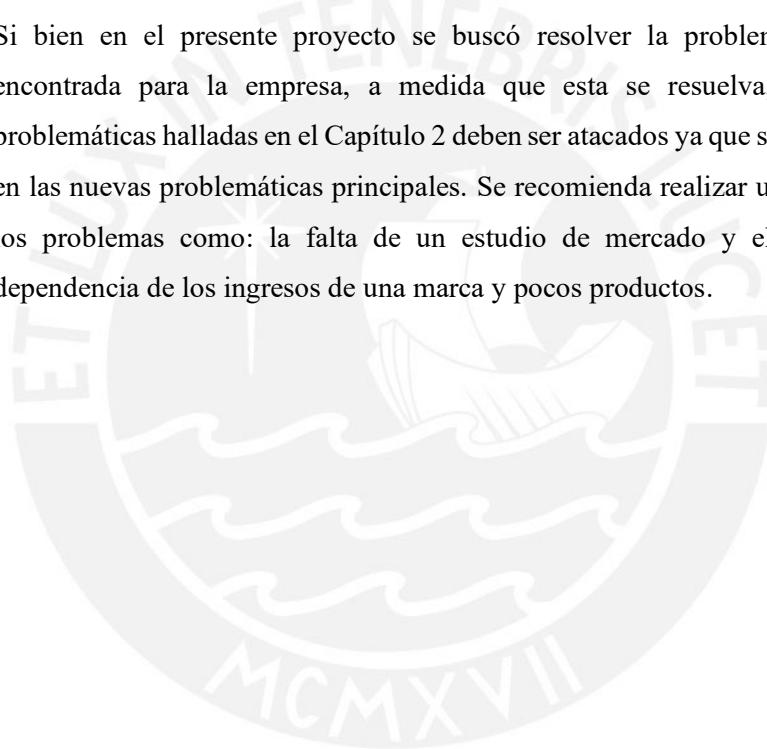
Luego de lo analizado en los capítulos anteriores, se puede concluir lo siguiente:

- La inversión para la implementación de la propuesta de mejora como la incorporación del método de pronóstico e implementación de mejoras en el ERP nos proporcionan un VAN y TIR de S/. 785, 573.55 y 26% respectivamente, lo cual nos indica la viabilidad del proyecto en cuestión.
- Como se pudo observar en el Capítulo 3, por cada producto se obtuvo un método de pronóstico de demanda diferente y si bien, en algunos casos se presentaba el mismo método, podemos concluir que es importante realizar el análisis de cada producto por separado ya que, todos cuentan con comportamientos diferentes.
- La aplicación de un método de pronóstico de demanda y análisis de errores de manera correcta ayuda a disminuir los efectos de cambios repentinos de la demanda, reducir la cantidad de ventas perdidas y contar con la necesaria cantidad de productos en stock de tal manera que se vean reducidos los costos de inventario. En el presente trabajo se logró reducir el inventario promedio en un 58.89% lo que se nos genera un stock de productos mucho más acorde a la demanda real de la empresa.
- Al realizar la evaluación de resultados obtenidos luego del uso de los métodos de pronóstico frente a los actuales de la empresa podemos notar una gran mejoría principalmente en el índice de rotación de inventario, se pasó de un 1.36 a 3.31 un crecimiento de 58% aproximadamente que representa un beneficio monetario de S/.8,169,070.08. Por otro lado, dentro de lo que son las ventas perdidas se demostró que se podría recuperar un valor de S/ 138,017.25 aplicando el método de pronóstico propuesto.

5.2 Recomendaciones

- Dentro del proyecto se utilizaron 5 métodos de pronósticos y de acuerdo con ellos seleccionar el más adecuado a la información compartida para los productos más representativos. En este sentido, se recomienda realizar el estudio incluyendo métodos de pronóstico adicionales, con el fin de poder ver reducidos los errores encontrados.

- Realizar seguimiento continuo durante la implementación y post implementación de las mejoras propuestas con el fin de monitorear el impacto real que estas irán generando y compararlas con las expectativas de ahorro planeado.
- En el presente trabajo se realizó la evaluación de la data histórica con un máximo de 60 puntos (12 meses por 5 años). Los productos que se evaluaron dentro de la línea industrial fueron los más representativos de acuerdo con los criterios de volumen y de ingresos de ventas, los cuales representaban el 34.07% de la línea industrial y el 26.66% de todas las líneas dentro de la empresa.
- De acuerdo con las estimaciones realizadas, si se replicara esta mejora dentro de toda la gama de productos de la empresa se obtendría un beneficio de S/.30,638,016.42 aproximadamente.
- Si bien en el presente proyecto se buscó resolver la problemática principal encontrada para la empresa, a medida que esta se resuelva, las siguientes problemáticas halladas en el Capítulo 2 deben ser atacados ya que se transformarían en las nuevas problemáticas principales. Se recomienda realizar un seguimiento a los problemas como: la falta de un estudio de mercado y el alto grado de dependencia de los ingresos de una marca y pocos productos.



6. Referencias bibliográficas

- Chopra, S. & Meindi P. (2008) Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación. Tercera edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008
- Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra M. (2008) Administración de operaciones. Octava edición PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). Administración de operaciones. Procesos y cadenas de suministro. Décima edición. México: Editorial Pearson Educación.
- Schroeder, R., Goldstein, S. & Rungtusanatham, M. (2011) Administración de Operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. Mc Graw Education, México, 2011
- Calderón, M. (2021). Proyecto de mejora del sistema de pronósticos de la categoría lavavajillas en una empresa de consumo masivo. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Jeri, C. (2016). Propuesta de estrategia de pronósticos y control agregado de inventarios con demanda probabilística en una empresa importadora y comercializadora de artículos para el mantenimiento vehicular. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- González, P. (2009). Análisis de series temporales: Modelos ARIMA. SARRIKO-ON.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2006). Pronósticos en los negocios. Octava Edición. México: Editorial Pearson Educación.
- Ramos, K. V., & Flores, E. M. (2013). Análisis y propuesta de implementación de pronósticos, gestión de inventarios y almacenes en una comercializadora de vidrios y aluminio. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Render, B., & Heizer, J. (2009). Principios de administración de operaciones. Séptima Edición PEARSON EDUCACION, México, 2009

7. Anexos

Anexo 1: Pronostico regresión lineal Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Año	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2		Error	Error absoluto	Error cuadrático	% Error
		MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	Pronostico				
2017	Jan	901.00	815.00	86.00	86	7396	11%
	Feb	1,142.00	814.00	328.00	328	107584	40%
	Mar	103.00	813.00	(710.00)	710	504100	87%
	Apr	1,424.00	812.00	612.00	612	374544	75%
	May	2,639.00	811.00	1,828.00	1828	3341584	225%
	Jun	2,209.00	810.00	1,399.00	1399	1957201	173%
	Jul	147.00	809.00	(662.00)	662	438244	82%
	Aug	142.00	808.00	(666.00)	666	443556	82%
	Sep	177.00	807.00	(630.00)	630	396900	78%
	Oct	573.00	806.00	(233.00)	233	54289	29%
	Nov	1,152.00	805.00	347.00	347	120409	43%
	Dec	126.00	804.00	(678.00)	678	459684	84%
2018	Jan	568.00	803.00	(235.00)	235	55225	29%
	Feb	51.00	803.00	(752.00)	752	565504	94%
	Mar	621.00	802.00	(181.00)	181	32761	23%
	Apr	1,599.00	801.00	798.00	798	636804	100%
	May	884.00	800.00	84.00	84	7056	11%
	Jun	1,050.00	799.00	251.00	251	63001	31%
	Jul	100.00	798.00	(698.00)	698	487204	87%
	Aug	270.00	797.00	(527.00)	527	277729	66%
	Sep	599.00	796.00	(197.00)	197	38809	25%
	Oct	261.00	795.00	(534.00)	534	285156	67%
	Nov	2,378.00	794.00	1,584.00	1584	2509056	199%
	Dec	558.00	793.00	(235.00)	235	55225	30%
2019	Jan	843.00	792.00	51.00	51	2601	6%
	Feb	227.00	791.00	(564.00)	564	318096	71%
	Mar	115.00	790.00	(675.00)	675	455625	85%
	Apr	1,357.00	790.00	567.00	567	321489	72%
	May	848.00	789.00	59.00	59	3481	7%
	Jun	758.00	788.00	(30.00)	30	900	4%
	Jul	840.00	787.00	53.00	53	2809	7%
	Aug	471.00	786.00	(315.00)	315	99225	40%
	Sep	141.00	785.00	(644.00)	644	414736	82%
	Oct	129.00	784.00	(655.00)	655	429025	84%
	Nov	2,207.00	783.00	1,424.00	1424	2027776	182%
	Dec	844.00	782.00	62.00	62	3844	8%
2020	Jan	961.00	781.00	180.00	180	32400	23%
	Feb	314.00	780.00	(466.00)	466	217156	60%
	Mar	19.00	779.00	(760.00)	760	577600	98%
	Apr	1,348.00	778.00	570.00	570	324900	73%
	May	2.00	777.00	(775.00)	775	600625	100%
	Jun	1,279.00	777.00	502.00	502	252004	65%
	Jul	242.00	776.00	(534.00)	534	285156	69%
	Aug	46.00	775.00	(729.00)	729	531441	94%
	Sep	1,090.00	774.00	316.00	316	99856	41%
	Oct	666.00	773.00	(107.00)	107	11449	14%
	Nov	718.00	772.00	(54.00)	54	2916	7%
	Dec	764.00	771.00	(7.00)	7	49	1%
2021	Jan	356.00	770.00	(414.00)	414	171396	54%
	Feb	2,849.00	769.00	2,080.00	2080	4326400	270%
	Mar	242.00	768.00	(526.00)	526	276676	68%
	Apr	2,060.00	767.00	1,293.00	1293	1671849	169%
	May	1,823.00	766.00	1,057.00	1057	1117249	138%
	Jun	1,064.00	765.00	299.00	299	89401	39%
	Jul	534.00	764.00	(230.00)	230	52900	30%
	Aug	25.00	764.00	(739.00)	739	546121	97%
	Sep	163.00	763.00	(600.00)	600	360000	79%
	Oct	1,232.00	762.00	470.00	470	220900	62%
	Nov	724.00	761.00	(37.00)	37	1369	5%
	Dec	229.00	760.00	(531.00)	531	281961	70%

Anexo 2: Pronostico Promedio móvil simple (N=2) Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	N=2	Error (N = 2)	Error Absoluto (N = 2)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901					
	Feb	1142					
	Mar	103	1022	-919	919	844561	90%
	Apr	1424	623	801	801	641601	129%
	May	2639	764	1875	1875	3515625	245%
	Jun	2209	2032	177	177	31329	9%
	Jul	147	2424	-2277	2277	5184729	94%
	Aug	142	1178	-1036	1036	1073296	88%
	Sep	177	145	32	32	1024	22%
	Oct	573	160	413	413	170569	258%
	Nov	1152	375	777	777	603729	207%
	Dec	126	863	-737	737	543169	85%
2018	Jan	568	639	-71	71	5041	11%
	Feb	51	347	-296	296	87616	85%
	Mar	621	310	311	311	96721	100%
	Apr	1599	336	1263	1263	1595169	376%
	May	884	1110	-226	226	51076	20%
	Jun	1050	1242	-192	192	36864	15%
	Jul	100	967	-867	867	751689	90%
	Aug	270	575	-305	305	93025	53%
	Sep	599	185	414	414	171396	224%
	Oct	261	435	-174	174	30276	40%
	Nov	2378	430	1948	1948	3794704	453%
	Dec	558	1320	-762	762	580644	58%
2019	Jan	843	1468	-625	625	390625	43%
	Feb	227	701	-474	474	224676	68%
	Mar	115	535	-420	420	176400	79%
	Apr	1357	171	1186	1186	1406596	694%
	May	848	736	112	112	12544	15%
	Jun	758	1103	-345	345	119025	31%
	Jul	840	803	37	37	1369	5%
	Aug	471	799	-328	328	107584	41%
	Sep	141	656	-515	515	265225	79%
	Oct	129	306	-177	177	31329	58%
	Nov	2207	135	2072	2072	4293184	1535%
	Dec	844	1168	-324	324	104976	28%
2020	Jan	961	1526	-565	565	319225	37%
	Feb	314	903	-589	589	346921	65%
	Mar	19	638	-619	619	383161	97%
	Apr	1348	167	1181	1181	1394761	707%
	May	2	684	-682	682	465124	100%
	Jun	1279	675	604	604	364816	89%
	Jul	242	641	-399	399	159201	62%
	Aug	46	761	-715	715	511225	94%
	Sep	1090	144	946	946	894916	657%
	Oct	666	568	98	98	9604	17%
	Nov	718	878	-160	160	25600	18%
	Dec	764	692	72	72	5184	10%
2021	Jan	356	741	-385	385	148225	52%
	Feb	2849	560	2289	2289	5239521	409%
	Mar	242	1603	-1361	1361	1852321	85%
	Apr	2060	1546	514	514	264196	33%
	May	1823	1151	672	672	451584	58%
	Jun	1064	1942	-878	878	770884	45%
	Jul	534	1444	-910	910	828100	63%
	Aug	25	799	-774	774	599076	97%
	Sep	163	280	-117	117	13689	42%
	Oct	1232	94	1138	1138	1295044	1211%
	Nov	724	698	26	26	676	4%
	Dec	229	978	-749	749	561001	77%

Anexo 3: Pronostico Promedio móvil simple (N=3) Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	N=3	Error (N = 3)	Error Absoluto (N = 3)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901					
	Feb	1142					
	Mar	103					
	Apr	1424	716	708	708	501264	99%
	May	2639	890	1749	1749	3059001	197%
	Jun	2209	1389	820	820	672400	59%
	Jul	147	2091	-1944	1944	3779136	93%
	Aug	142	1665	-1523	1523	2319529	91%
	Sep	177	833	-656	656	430336	79%
	Oct	573	156	417	417	173889	267%
	Nov	1152	298	854	854	729316	287%
	Dec	126	634	-508	508	258064	80%
2018	Jan	568	617	-49	49	2401	8%
	Feb	51	616	-565	565	319225	92%
	Mar	621	249	372	372	138384	149%
	Apr	1599	414	1185	1185	1404225	286%
	May	884	757	127	127	16129	17%
	Jun	1050	1035	15	15	225	1%
	Jul	100	1178	-1078	1078	1162084	92%
	Aug	270	678	-408	408	166464	60%
	Sep	599	474	125	125	15625	26%
	Oct	261	323	-62	62	3844	19%
	Nov	2378	377	2001	2001	4004001	531%
	Dec	558	1080	-522	522	272484	48%
2019	Jan	843	1066	-223	223	49729	21%
	Feb	227	1260	-1033	1033	1067089	82%
	Mar	115	543	-428	428	183184	79%
	Apr	1357	395	962	962	925444	244%
	May	848	567	281	281	78961	50%
	Jun	758	774	-16	16	256	2%
	Jul	840	988	-148	148	21904	15%
	Aug	471	816	-345	345	119025	42%
	Sep	141	690	-549	549	301401	80%
	Oct	129	484	-355	355	126025	73%
	Nov	2207	247	1960	1960	3841600	794%
	Dec	844	826	18	18	324	2%
2020	Jan	961	1060	-99	99	9801	9%
	Feb	314	1338	-1024	1024	1048576	77%
	Mar	19	707	-688	688	473344	97%
	Apr	1348	432	916	916	839056	212%
	May	2	561	-559	559	312481	100%
	Jun	1279	457	822	822	675684	180%
	Jul	242	877	-635	635	403225	72%
	Aug	46	508	-462	462	213444	91%
	Sep	1090	523	567	567	321489	108%
	Oct	666	460	206	206	42436	45%
	Nov	718	601	117	117	13689	19%
	Dec	764	825	-61	61	3721	7%
2021	Jan	356	716	-360	360	129600	50%
	Feb	2849	613	2236	2236	4999696	365%
	Mar	242	1323	-1081	1081	1168561	82%
	Apr	2060	1149	911	911	829921	79%
	May	1823	1717	106	106	11236	6%
	Jun	1064	1375	-311	311	96721	23%
	Jul	534	1649	-1115	1115	1243225	68%
	Aug	25	1141	-1116	1116	1245456	98%
	Sep	163	541	-378	378	142884	70%
	Oct	1232	241	991	991	982081	411%
	Nov	724	474	250	250	62500	53%
	Dec	229	707	-478	478	228484	68%

Anexo 4: Pronostico Suavización exponencial simple Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901	901.00	-	0	-	0%
	Feb	1142	901.00	(241.00)	241	58,081.00	27%
	Mar	103	902.00	799.00	799	638,401.00	89%
	Apr	1424	902.00	(522.00)	522	272,484.00	58%
	May	2639	903.00	(1,736.00)	1736	3,013,696.00	192%
	Jun	2209	905.00	(1,304.00)	1304	1,700,416.00	144%
	Jul	147	907.00	760.00	760	577,600.00	84%
	Aug	142	907.00	765.00	765	585,225.00	84%
	Sep	177	907.00	730.00	730	532,900.00	80%
	Oct	573	907.00	334.00	334	111,556.00	37%
	Nov	1152	907.00	(245.00)	245	60,025.00	27%
	Dec	126	908.00	782.00	782	611,524.00	86%
2018	Jan	568	908.00	340.00	340	115,600.00	37%
	Feb	51	908.00	857.00	857	734,449.00	94%
	Mar	621	908.00	287.00	287	82,369.00	32%
	Apr	1599	908.00	(691.00)	691	477,481.00	76%
	May	884	909.00	25.00	25	625.00	3%
	Jun	1050	909.00	(141.00)	141	19,881.00	16%
	Jul	100	910.00	810.00	810	656,100.00	89%
	Aug	270	910.00	640.00	640	409,600.00	70%
	Sep	599	910.00	311.00	311	96,721.00	34%
	Oct	261	910.00	649.00	649	421,201.00	71%
	Nov	2378	910.00	(1,468.00)	1468	2,155,024.00	161%
	Dec	558	912.00	354.00	354	125,316.00	39%
2019	Jan	843	912.00	69.00	69	4,761.00	8%
	Feb	227	912.00	685.00	685	469,225.00	75%
	Mar	115	912.00	797.00	797	635,209.00	87%
	Apr	1357	912.00	(445.00)	445	198,025.00	49%
	May	848	913.00	65.00	65	4,225.00	7%
	Jun	758	913.00	155.00	155	24,025.00	17%
	Jul	840	913.00	73.00	73	5,329.00	8%
	Aug	471	913.00	442.00	442	195,364.00	48%
	Sep	141	913.00	772.00	772	595,984.00	85%
	Oct	129	913.00	784.00	784	614,656.00	86%
	Nov	2207	913.00	(1,294.00)	1294	1,674,436.00	142%
	Dec	844	915.00	71.00	71	5,041.00	8%
2020	Jan	961	915.00	(46.00)	46	2,116.00	5%
	Feb	314	916.00	602.00	602	362,404.00	66%
	Mar	19	916.00	897.00	897	804,609.00	98%
	Apr	1348	916.00	(432.00)	432	186,624.00	47%
	May	2	917.00	915.00	915	837,225.00	100%
	Jun	1279	917.00	(362.00)	362	131,044.00	39%
	Jul	242	918.00	676.00	676	456,976.00	74%
	Aug	46	918.00	872.00	872	760,384.00	95%
	Sep	1090	918.00	(172.00)	172	29,584.00	19%
	Oct	666	919.00	253.00	253	64,009.00	28%
	Nov	718	919.00	201.00	201	40,401.00	22%
	Dec	764	919.00	155.00	155	24,025.00	17%
2021	Jan	356	919.00	563.00	563	316,969.00	61%
	Feb	2849	919.00	(1,930.00)	1930	3,724,900.00	210%
	Mar	242	921.00	679.00	679	461,041.00	74%
	Apr	2060	921.00	(1,139.00)	1139	1,297,321.00	124%
	May	1823	922.00	(901.00)	901	811,801.00	98%
	Jun	1064	923.00	(141.00)	141	19,881.00	15%
	Jul	534	924.00	390.00	390	152,100.00	42%
	Aug	25	924.00	899.00	899	808,201.00	97%
	Sep	163	924.00	761.00	761	579,121.00	82%
	Oct	1232	924.00	(308.00)	308	94,864.00	33%
	Nov	724	925.00	201.00	201	40,401.00	22%
	Dec	229	925.00	696.00	696	484,416.00	75%

Anexo 5: Pronostico Suavización exponencial ajustada a la tendencia Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	At	Tt	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901	894.58	-					
	Feb	1142	898.37	0.35	895	(247.42)	247.416667	61215.0069	28%
	Mar	103	886.54	(0.77)	899	795.72	795.717964	633167.079	89%
	Apr	1424	894.01	(0.01)	886	(538.23)	538.231012	289692.622	61%
	May	2639	920.70	2.44	894	(1,745.01)	1745.00868	3045055.3	195%
	Jun	2209	942.82	4.25	923	(1,285.86)	1285.86166	1653440.22	139%
	Jul	147	934.83	3.13	947	800.07	800.069909	640111.86	84%
	Aug	142	925.77	2.01	938	795.95	795.953895	633542.603	85%
	Sep	177	916.29	0.95	928	750.78	750.779945	563670.527	81%
	Oct	573	911.97	0.46	917	344.24	344.239984	118501.167	38%
	Nov	1152	916.10	0.80	912	(239.56)	239.563508	57390.6746	26%
	Dec	126	904.80	(0.31)	917	790.90	790.904275	625529.572	86%
2018	Jan	568	899.34	(0.79)	904	336.49	336.489069	113224.894	37%
	Feb	51	885.58	(1.98)	899	847.55	847.553879	718347.578	94%
	Mar	621	879.59	(2.35)	884	262.60	262.604309	68961.0233	30%
	Apr	1599	888.28	(1.33)	877	(721.76)	721.763637	520942.747	82%
	May	884	886.90	(1.34)	887	2.95	2.94857442	8.6940911	0%
	Jun	1050	888.08	(1.11)	886	(164.43)	164.433588	27038.4048	19%
	Jul	100	874.93	(2.21)	887	786.98	786.977255	619333.2	89%
	Aug	270	863.50	(3.06)	873	602.72	602.720443	363271.933	69%
	Sep	599	856.43	(3.43)	860	261.43	261.434504	68347.9996	30%
	Oct	261	843.94	(4.26)	853	592.00	592.003067	350467.632	69%
	Nov	2378	863.22	(2.10)	840	(1,538.32)	1538.32074	2366430.7	183%
	Dec	558	856.48	(2.52)	861	303.12	303.12203	91882.9649	35%
2019	Jan	843	853.79	(2.54)	854	10.96	10.9584489	120.087603	1%
	Feb	227	841.70	(3.42)	851	624.25	624.250395	389688.555	73%
	Mar	115	827.21	(4.44)	838	723.28	723.27806	523131.151	86%
	Apr	1357	830.95	(3.69)	823	(534.23)	534.228264	285399.838	65%
	May	848	827.58	(3.66)	827	(20.74)	20.7387147	430.094287	3%
	Jun	758	822.91	(3.75)	824	65.92	65.9221455	4345.72927	8%
	Jul	840	819.48	(3.72)	819	(20.84)	20.835996	434.138731	3%
	Aug	471	810.49	(4.21)	816	344.76	344.762859	118861.429	42%
	Sep	141	796.10	(5.14)	806	665.28	665.281459	442599.42	83%
	Oct	129	780.83	(6.07)	791	661.96	661.958285	438188.771	84%
	Nov	2207	796.67	(4.06)	775	(1,432.25)	1432.24625	2051329.33	185%
	Dec	844	793.40	(3.99)	793	(51.39)	51.3863284	2640.55474	6%
2020	Jan	961	792.04	(3.74)	789	(171.59)	171.585241	29441.4948	22%
	Feb	314	781.04	(4.41)	788	474.30	474.296882	224957.533	60%
	Mar	19	765.03	(5.48)	777	757.63	757.627175	573998.936	98%
	Apr	1348	768.56	(4.65)	760	(588.45)	588.445265	346267.83	77%
	May	2	752.25	(5.72)	764	761.91	761.909843	580506.608	100%
	Jun	1279	754.68	(4.97)	747	(532.47)	532.47242	283526.878	71%
	Jul	242	741.93	(5.69)	750	507.70	507.703028	257762.364	68%
	Aug	46	725.68	(6.66)	736	690.25	690.245756	476439.204	94%
	Sep	1090	724.70	(6.14)	719	(370.98)	370.97701	137623.942	52%
	Oct	666	717.76	(6.21)	719	52.56	52.56248	2762.81431	7%
	Nov	718	711.65	(6.20)	712	(6.45)	6.45344779	41.6469883	1%
	Dec	764	706.34	(6.12)	705	(58.56)	58.5571707	3428.94224	8%
2021	Jan	356	694.95	(6.60)	700	344.22	344.218911	118486.658	49%
	Feb	2849	721.41	(3.56)	688	(2,160.65)	2160.65342	4668423.19	314%
	Mar	242	710.57	(4.23)	718	475.85	475.848938	226432.212	66%
	Apr	2060	727.05	(2.33)	706	(1,353.67)	1353.66505	1832409.06	192%
	May	1823	741.53	(0.78)	725	(1,098.28)	1098.27577	1206209.67	152%
	Jun	1064	745.70	(0.32)	741	(323.25)	323.248024	104489.285	44%
	Jul	534	742.14	(0.62)	745	211.37	211.374749	44679.2845	28%
	Aug	25	730.55	(1.63)	742	716.52	716.518552	513398.836	97%
	Sep	163	720.26	(2.43)	729	565.92	565.923119	320268.977	78%
	Oct	1232	725.70	(1.70)	718	(514.16)	514.164738	264365.378	72%
	Nov	724	724.00	(1.70)	724	0.00	1.3415E-11	1.7996E-22	0%
	Dec	229	714.75	(2.40)	722	493.30	493.296511	243341.448	68%

Anexo 6: Pronostico ARIMA (0,0,0) (1,0,0)[12] Elemento Filtrante 2 micras P/Petróleo (Marrón)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 2 MICRAS P/PETROLEO (MARRON)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901	650.9278	-250.0722	250.0722	62536.1052	38%
	Feb	1142	671.9087	-470.0913	470.0913	220985.83	70%
	Mar	103	553.8012	450.8012	450.8012	203221.722	81%
	Apr	1424	649.5918	-774.4082	774.4082	599708.06	119%
	May	2639	811.8049	-1827.1951	1827.1951	3338641.93	225%
	Jun	2209	823.47	-1385.53	1385.53	1919693.38	168%
	Jul	147	589.944	442.944	442.944	196199.387	75%
	Aug	142	625.8176	483.8176	483.8176	234079.47	77%
	Sep	177	579.7988	402.7988	402.7988	162246.873	69%
	Oct	573	541.5652	-31.4348	31.4348	988.146651	6%
	Nov	1152	561.1685	-590.8315	590.8315	349081.861	105%
	Dec	126	597.5643	471.5643	471.5643	222372.889	79%
2018	Jan	568	559.215	-8.785	8.785	77.176225	2%
	Feb	51	559.5916	508.5916	508.5916	258665.416	91%
	Mar	621	651.3155	30.3155	30.3155	919.02954	5%
	Apr	1599	558.168	-1040.832	1040.832	1083331.25	186%
	May	884	656.4578	-227.5422	227.5422	51775.4528	35%
	Jun	1050	723.0855	-326.9145	326.9145	106873.09	45%
	Jul	100	529.2041	429.2041	429.2041	184216.159	81%
	Aug	270	561.5484	291.5484	291.5484	85000.4695	52%
	Sep	599	523.7717	-75.2283	75.2283	5659.29712	14%
	Oct	261	555.8077	294.8077	294.8077	86911.58	53%
	Nov	2378	851.3811	-1526.6189	1526.6189	2330565.27	179%
	Dec	558	889.4599	331.4599	331.4599	109865.665	37%
2019	Jan	843	616.7419	-226.2581	226.2581	51192.7278	37%
	Feb	227	680.3016	453.3016	453.3016	205482.341	67%
	Mar	115	664.2358	549.2358	549.2358	301659.964	83%
	Apr	1357	599.7784	-757.2216	757.2216	573384.552	126%
	May	848	827.3853	-20.6147	20.6147	424.965856	2%
	Jun	758	823.5874	65.5874	65.5874	4301.70704	8%
	Jul	840	540.7869	-299.2131	299.2131	89528.4792	55%
	Aug	471	552.7332	81.7332	81.7332	6680.31598	15%
	Sep	141	613.3163	472.3163	472.3163	223082.687	77%
	Oct	129	535.2803	406.2803	406.2803	165063.682	76%
	Nov	2207	611.2098	-1595.7902	1595.7902	2546546.36	261%
	Dec	844	671.5184	-172.4816	172.4816	29749.9023	26%
2020	Jan	961	778.0544	-182.9456	182.9456	33469.0926	24%
	Feb	314	619.6463	305.6463	305.6463	93419.6607	49%
	Mar	19	512.3007	493.3007	493.3007	243345.581	96%
	Apr	1348	531.6561	-816.3439	816.3439	666417.363	154%
	May	2	502.2498	500.2498	500.2498	250249.862	100%
	Jun	1279	783.7117	-495.2883	495.2883	245310.5	63%
	Jul	242	772.6973	530.6973	530.6973	281639.624	69%
	Aug	46	506.7041	460.7041	460.7041	212248.268	91%
	Sep	1090	744.7878	-345.2122	345.2122	119171.463	46%
	Oct	666	770.7222	104.7222	104.7222	10966.7392	14%
	Nov	718	682.54	-35.46	35.46	1257.4116	5%
	Dec	764	754.6027	-9.3973	9.3973	88.3092473	1%
2021	Jan	356	515.9414	159.9414	159.9414	25581.2514	31%
	Feb	2849	732.4405	-2116.5595	2116.5595	4479824.12	289%
	Mar	242	578.7876	336.7876	336.7876	113425.888	58%
	Apr	2060	504.1669	-1555.8331	1555.8331	2420616.64	309%
	May	1823	1123.6976	-699.3024	699.3024	489023.847	62%
	Jun	1064	542.7099	-521.2901	521.2901	271743.368	96%
	Jul	534	862.0147	328.0147	328.0147	107593.643	38%
	Aug	25	633.8922	608.8922	608.8922	370749.711	96%
	Sep	163	611.5972	448.5972	448.5972	201239.448	73%
	Oct	1232	688.1572	-543.8428	543.8428	295764.991	79%
	Nov	724	642.7842	-81.2158	81.2158	6596.00617	13%
	Dec	229	511.704	282.704	282.704	79921.5516	55%

Anexo 7: Pronostico regresión lineal Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

Año	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 10			Error absoluto	Error cuadrático	% Error
		MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	Pronostico	Error			
2017	Jan	1,026.00	578.05	447.95	447.9523	200661.263	77%
	Feb	431.00	572.64	(141.64)	141.6354	20060.5865	25%
	Mar	632.00	567.22	64.78	64.7769	4196.04677	11%
	Apr	237.00	561.81	(324.81)	324.8108	105502.056	58%
	May	1,174.00	556.40	617.60	617.6015	381431.613	111%
	Jun	883.00	550.99	332.01	332.0138	110233.163	60%
	Jul	206.00	545.57	(339.57)	339.5739	115310.434	62%
	Aug	423.00	540.16	(117.16)	117.1616	13726.8405	22%
	Sep	512.00	534.75	(22.75)	22.7493	517.53065	4%
	Oct	458.00	529.34	(71.34)	71.337	5088.96757	13%
	Nov	1,074.00	523.92	550.08	550.0753	302582.836	105%
	Dec	131.00	518.51	(387.51)	387.5124	150165.86	75%
2018	Jan	431.00	513.10	(82.10)	82.1001	6740.42642	16%
	Feb	214.00	507.69	(293.69)	293.6878	86252.5239	58%
	Mar	329.00	502.28	(173.28)	173.2755	30024.3989	34%
	Apr	1,231.00	496.86	734.14	734.1368	538956.841	148%
	May	506.00	491.45	14.55	14.5491	211.676311	3%
	Jun	320.00	486.04	(166.04)	166.0386	27568.8167	34%
	Jul	410.00	480.63	(70.63)	70.6263	4988.07425	15%
	Aug	228.00	475.21	(247.21)	247.214	61114.7618	52%
	Sep	494.00	469.80	24.20	24.1983	585.557723	5%
	Oct	251.00	464.39	(213.39)	213.3894	45535.036	46%
	Nov	665.00	458.98	206.02	206.0229	42445.4353	45%
	Dec	344.00	453.56	(109.56)	109.5648	12004.4454	24%
2019	Jan	378.00	448.15	(70.15)	70.1525	4921.37326	16%
	Feb	459.00	442.74	16.26	16.2598	264.381096	4%
	Mar	455.00	437.33	17.67	17.6721	312.303118	4%
	Apr	302.00	431.92	(129.92)	129.9156	16878.0631	30%
	May	277.00	426.50	(149.50)	149.5033	22351.2367	35%
	Jun	558.00	421.09	136.91	136.909	18744.0743	33%
	Jul	292.00	415.68	(123.68)	123.6787	15296.4208	30%
	Aug	374.00	410.27	(36.27)	36.2664	1315.25177	9%
	Sep	357.00	404.85	(47.85)	47.8541	2290.01489	12%
	Oct	324.00	399.44	(75.44)	75.4418	5691.46519	19%
	Nov	306.00	394.03	(88.03)	88.0295	7749.19287	22%
	Dec	1,113.00	388.62	724.38	724.3828	524730.441	186%
2020	Jan	344.00	383.20	(39.20)	39.2049	1537.02418	10%
	Feb	303.00	377.79	(74.79)	74.7926	5593.93301	20%
	Mar	92.00	372.38	(280.38)	280.3803	78613.1126	75%
	Apr	30.00	366.97	(336.97)	336.968	113547.433	92%
	May	232.00	361.56	(129.56)	129.5557	16784.6794	36%
	Jun	92.00	356.14	(264.14)	264.1434	69771.7358	74%
	Jul	120.00	350.73	(230.73)	230.7311	53236.8405	66%
	Aug	521.00	345.32	175.68	175.6812	30863.884	51%
	Sep	284.00	339.91	(55.91)	55.9065	3125.53674	16%
	Oct	190.00	334.49	(144.49)	144.4942	20878.5738	43%
	Nov	513.00	329.08	183.92	183.9181	33825.8675	56%
	Dec	530.00	323.67	206.33	206.3304	42572.234	64%
2021	Jan	173.00	318.26	(145.26)	145.2573	21099.6832	46%
	Feb	181.00	312.85	(131.85)	131.845	17383.104	42%
	Mar	303.00	307.43	(4.43)	4.4327	19.6488293	1%
	Apr	393.00	302.02	90.98	90.9796	8277.28762	30%
	May	311.00	296.61	14.39	14.3919	207.126786	5%
	Jun	317.00	291.20	25.80	25.8042	665.856738	9%
	Jul	531.00	285.78	245.22	245.2165	60131.1319	86%
	Aug	391.00	280.37	110.63	110.6288	12238.7314	39%
	Sep	425.00	274.96	150.04	150.0411	22512.3317	55%
	Oct	262.00	269.55	(7.55)	7.5466	56.9511716	3%
	Nov	634.00	264.13	369.87	369.8657	136800.636	140%
	Dec	126.00	258.72	(132.72)	132.722	17615.1293	51%

Anexo 7: Pronostico promedio móvil simple (N=2) Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	N=2	Error (N = 2)	Error Absoluto (N = 2)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	1,026.00					
	Feb	431.00					
	Mar	632.00	729	-97	97	9409	13%
	Apr	237.00	532	-295	295	87025	55%
	May	1,174.00	435	739	739	546121	170%
	Jun	883.00	706	177	177	31329	25%
	Jul	206.00	1029	-823	823	677329	80%
	Aug	423.00	545	-122	122	14884	22%
	Sep	512.00	315	197	197	38809	63%
	Oct	458.00	468	-10	10	100	2%
	Nov	1,074.00	485	589	589	346921	121%
	Dec	131.00	766	-635	635	403225	83%
2018	Jan	431.00	603	-172	172	29584	29%
	Feb	214.00	281	-67	67	4489	24%
	Mar	329.00	323	6	6	36	2%
	Apr	1,231.00	272	959	959	919681	353%
	May	506.00	780	-274	274	75076	35%
	Jun	320.00	869	-549	549	301401	63%
	Jul	410.00	413	-3	3	9	1%
	Aug	228.00	365	-137	137	18769	38%
	Sep	494.00	319	175	175	30625	55%
	Oct	251.00	361	-110	110	12100	30%
	Nov	665.00	373	292	292	85264	78%
	Dec	344.00	458	-114	114	12996	25%
2019	Jan	378.00	505	-127	127	16129	25%
	Feb	459.00	361	98	98	9604	27%
	Mar	455.00	419	36	36	1296	9%
	Apr	302.00	457	-155	155	24025	34%
	May	277.00	379	-102	102	10404	27%
	Jun	558.00	290	268	268	71824	92%
	Jul	292.00	418	-126	126	15876	30%
	Aug	374.00	425	-51	51	2601	12%
	Sep	357.00	333	24	24	576	7%
	Oct	324.00	366	-42	42	1764	11%
	Nov	306.00	341	-35	35	1225	10%
	Dec	1,113.00	315	798	798	636804	253%
2020	Jan	344.00	710	-366	366	133956	52%
	Feb	303.00	729	-426	426	181476	58%
	Mar	92.00	324	-232	232	53824	72%
	Apr	30.00	198	-168	168	28224	85%
	May	232.00	61	171	171	29241	280%
	Jun	92.00	131	-39	39	1521	30%
	Jul	120.00	162	-42	42	1764	26%
	Aug	521.00	106	415	415	172225	392%
	Sep	284.00	321	-37	37	1369	12%
	Oct	190.00	403	-213	213	45369	53%
	Nov	513.00	237	276	276	76176	116%
	Dec	530.00	352	178	178	31684	51%
2021	Jan	173.00	522	-349	349	121801	67%
	Feb	181.00	352	-171	171	29241	49%
	Mar	303.00	177	126	126	15876	71%
	Apr	393.00	242	151	151	22801	62%
	May	311.00	348	-37	37	1369	11%
	Jun	317.00	352	-35	35	1225	10%
	Jul	531.00	314	217	217	47089	69%
	Aug	391.00	424	-33	33	1089	8%
	Sep	425.00	461	-36	36	1296	8%
	Oct	262.00	408	-146	146	21316	36%
	Nov	634.00	344	290	290	84100	84%
	Dec	126.00	448	-322	322	103684	72%

Anexo 8: Pronostico promedio móvil simple (N=3) Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	N=3	Error (N = 3)	Error Absoluto (N = 3)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	1,026.00					
	Feb	431.00					
	Mar	632.00					
	Apr	237.00	697	-460	460	211600	66%
	May	1,174.00	434	740	740	547600	171%
	Jun	883.00	681	202	202	40804	30%
	Jul	206.00	765	-559	559	312481	73%
	Aug	423.00	755	-332	332	110224	44%
	Sep	512.00	504	8	8	64	2%
	Oct	458.00	381	77	77	5929	20%
	Nov	1,074.00	465	609	609	370881	131%
	Dec	131.00	682	-551	551	303601	81%
2018	Jan	431.00	555	-124	124	15376	22%
	Feb	214.00	546	-332	332	110224	61%
	Mar	329.00	259	70	70	4900	27%
	Apr	1,231.00	325	906	906	820836	279%
	May	506.00	592	-86	86	7396	15%
	Jun	320.00	689	-369	369	136161	54%
	Jul	410.00	686	-276	276	76176	40%
	Aug	228.00	412	-184	184	33856	45%
	Sep	494.00	320	174	174	30276	54%
	Oct	251.00	378	-127	127	16129	34%
	Nov	665.00	325	340	340	115600	105%
	Dec	344.00	470	-126	126	15876	27%
2019	Jan	378.00	420	-42	42	1764	10%
	Feb	459.00	463	-4	4	16	1%
	Mar	455.00	394	61	61	3721	15%
	Apr	302.00	431	-129	129	16641	30%
	May	277.00	406	-129	129	16641	32%
	Jun	558.00	345	213	213	45369	62%
	Jul	292.00	379	-87	87	7569	23%
	Aug	374.00	376	-2	2	4	1%
	Sep	357.00	408	-51	51	2601	13%
	Oct	324.00	341	-17	17	289	5%
	Nov	306.00	352	-46	46	2116	13%
	Dec	1,113.00	329	784	784	614656	238%
2020	Jan	344.00	581	-237	237	56169	41%
	Feb	303.00	588	-285	285	81225	48%
	Mar	92.00	587	-495	495	245025	84%
	Apr	30.00	247	-217	217	47089	88%
	May	232.00	142	90	90	8100	63%
	Jun	92.00	118	-26	26	676	22%
	Jul	120.00	118	2	2	4	2%
	Aug	521.00	148	373	373	139129	252%
	Sep	284.00	245	39	39	1521	16%
	Oct	190.00	309	-119	119	14161	39%
	Nov	513.00	332	181	181	32761	55%
	Dec	530.00	329	201	201	40401	61%
2021	Jan	173.00	411	-238	238	56644	58%
	Feb	181.00	406	-225	225	50625	55%
	Mar	303.00	295	8	8	64	3%
	Apr	393.00	219	174	174	30276	79%
	May	311.00	293	18	18	324	6%
	Jun	317.00	336	-19	19	361	6%
	Jul	531.00	341	190	190	36100	56%
	Aug	391.00	387	4	4	16	1%
	Sep	425.00	413	12	12	144	3%
	Oct	262.00	449	-187	187	34969	42%
	Nov	634.00	360	274	274	75076	76%
	Dec	126.00	441	-315	315	99225	71%

Anexo 9: Pronostico suavización exponencial simple Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

ELEMENTO FILTRANTE 10							
Anho	Mes	MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	1,026.00	1,026.00	-	0	0	0%
	Feb	431.00	1,026.00	595.00	595	354025	58%
	Mar	632.00	907.00	275.00	275	75625	30%
	Apr	237.00	852.00	615.00	615	378225	72%
	May	1,174.00	729.00	(445.00)	445	198025	61%
	Jun	883.00	819.00	(64.00)	64	4096	8%
	Jul	206.00	832.00	626.00	626	391876	75%
	Aug	423.00	707.00	284.00	284	80656	40%
	Sep	512.00	651.00	139.00	139	19321	21%
	Oct	458.00	624.00	166.00	166	27556	27%
	Nov	1,074.00	591.00	(483.00)	483	233289	82%
	Dec	131.00	688.00	557.00	557	310249	81%
2018	Jan	431.00	577.00	146.00	146	21316	25%
	Feb	214.00	548.00	334.00	334	111556	61%
	Mar	329.00	482.00	153.00	153	23409	32%
	Apr	1,231.00	452.00	(779.00)	779	606841	172%
	May	506.00	608.00	102.00	102	10404	17%
	Jun	320.00	588.00	268.00	268	71824	46%
	Jul	410.00	535.00	125.00	125	15625	23%
	Aug	228.00	510.00	282.00	282	79524	55%
	Sep	494.00	454.00	(40.00)	40	1600	9%
	Oct	251.00	463.00	212.00	212	44944	46%
	Nov	665.00	421.00	(244.00)	244	59536	58%
	Dec	344.00	470.00	126.00	126	15876	27%
2019	Jan	378.00	445.00	67.00	67	4489	15%
	Feb	459.00	432.00	(27.00)	27	729	6%
	Mar	455.00	438.00	(17.00)	17	289	4%
	Apr	302.00	442.00	140.00	140	19600	32%
	May	277.00	414.00	137.00	137	18769	33%
	Jun	558.00	387.00	(171.00)	171	29241	44%
	Jul	292.00	422.00	130.00	130	16900	31%
	Aug	374.00	396.00	22.00	22	484	6%
	Sep	357.00	392.00	35.00	35	1225	9%
	Oct	324.00	385.00	61.00	61	3721	16%
	Nov	306.00	373.00	67.00	67	4489	18%
	Dec	1,113.00	360.00	(753.00)	753	567009	209%
2020	Jan	344.00	511.00	167.00	167	27889	33%
	Feb	303.00	478.00	175.00	175	30625	37%
	Mar	92.00	443.00	351.00	351	123201	79%
	Apr	30.00	373.00	343.00	343	117649	92%
	May	232.00	305.00	73.00	73	5329	24%
	Jun	92.00	291.00	199.00	199	39601	68%
	Jul	120.00	252.00	132.00	132	17424	52%
	Aug	521.00	226.00	(295.00)	295	87025	131%
	Sep	284.00	286.00	2.00	2	4	1%
	Oct	190.00	286.00	96.00	96	9216	34%
	Nov	513.00	267.00	(246.00)	246	60516	92%
	Dec	530.00	317.00	(213.00)	213	45369	67%
2021	Jan	173.00	360.00	187.00	187	34969	52%
	Feb	181.00	323.00	142.00	142	20164	44%
	Mar	303.00	295.00	(8.00)	8	64	3%
	Apr	393.00	297.00	(96.00)	96	9216	32%
	May	311.00	317.00	6.00	6	36	2%
	Jun	317.00	316.00	(1.00)	1	1	0%
	Jul	531.00	317.00	(214.00)	214	45796	68%
	Aug	391.00	360.00	(31.00)	31	961	9%
	Sep	425.00	367.00	(58.00)	58	3364	16%
	Oct	262.00	379.00	117.00	117	13689	31%
	Nov	634.00	356.00	(278.00)	278	77284	78%
	Dec	126.00	412.00	286.00	286	81796	69%

Anexo 10: Pronostico suavización exponencial ajustada a la tendencia Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

Año	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 10			Pronostico	Error	Error absoluto	Error Cuadratico	% Error
		MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	At	Tt					
2017	Jan	1,026.00	598.92	-					
	Feb	431.00	595.69	(3.22)	599	167.92	167.916667	28196.0069	28%
	Mar	632.00	593.23	(2.47)	592	(39.53)	39.5330922	1562.86538	7%
	Apr	237.00	583.97	(9.26)	591	353.76	353.760513	125146.501	60%
	May	1,174.00	586.22	2.25	575	(599.29)	599.293233	359152.379	104%
	Jun	883.00	594.12	7.91	588	(294.53)	294.533787	86750.1517	50%
	Jul	206.00	594.42	0.30	602	396.03	396.029273	156839.185	66%
	Aug	423.00	591.43	(3.00)	595	171.72	171.724069	29489.1558	29%
	Sep	512.00	586.96	(4.47)	588	76.43	76.428698	5841.34587	13%
	Oct	458.00	580.10	(6.86)	582	124.50	124.495666	15499.1709	21%
	Nov	1,074.00	582.87	2.76	573	(500.75)	500.751472	250752.037	87%
	Dec	131.00	576.90	(5.97)	586	454.63	454.62646	206685.218	78%
2018	Jan	431.00	568.24	(8.66)	571	139.92	139.924924	19578.9843	25%
	Feb	214.00	552.94	(15.29)	560	345.58	345.580014	119425.546	62%
	Mar	329.00	533.64	(19.30)	538	208.65	208.648502	43534.1976	39%
	Apr	1,231.00	528.10	(5.54)	514	(716.66)	716.660351	513602.058	139%
	May	506.00	522.25	(5.86)	523	16.57	16.5652045	274.406001	3%
	Jun	320.00	512.62	(9.63)	516	196.39	196.39085	38569.366	38%
	Jul	410.00	501.21	(11.41)	503	92.99	92.9911688	8647.35748	18%
	Aug	228.00	484.76	(16.44)	490	261.79	261.791385	68534.7295	53%
	Sep	494.00	468.82	(15.95)	468	(25.68)	25.6780119	659.360295	5%
	Oct	251.00	448.99	(19.83)	453	201.87	201.866661	40750.1489	45%
	Nov	665.00	433.69	(15.30)	429	(235.84)	235.835612	55618.4361	55%
	Dec	344.00	416.97	(16.72)	418	74.40	74.3975689	5534.99826	18%
2019	Jan	378.00	399.82	(17.15)	400	22.24	22.2438254	494.787769	6%
	Feb	459.00	384.13	(15.69)	383	(76.34)	76.335491	5827.10719	20%
	Mar	455.00	370.11	(14.02)	368	(86.56)	86.555527	7491.85926	23%
	Apr	302.00	355.04	(15.06)	356	54.08	54.0830346	2924.97463	15%
	May	277.00	338.77	(16.27)	340	62.98	62.9819218	3966.72247	19%
	Jun	558.00	327.02	(11.75)	323	(235.50)	235.499679	55460.0988	73%
	Jul	292.00	314.83	(12.20)	315	23.27	23.2739573	541.677088	7%
	Aug	374.00	304.00	(10.83)	303	(71.37)	71.3691973	5093.56233	24%
	Sep	357.00	294.40	(9.60)	293	(63.82)	63.8240453	4073.50876	22%
	Oct	324.00	285.55	(8.85)	285	(39.20)	39.1980438	1536.48664	14%
	Nov	306.00	277.27	(8.28)	277	(29.29)	29.2921828	858.031974	11%
	Dec	1,113.00	285.20	7.93	269	(844.01)	844.014003	712359.637	314%
2020	Jan	344.00	294.10	8.90	293	(50.88)	50.879408	2588.71415	17%
	Feb	303.00	303.00	8.90	303	0.00	6.429E-11	4.1332E-21	0%
	Mar	92.00	307.68	4.68	312	219.90	219.902257	48357.0026	71%
	Apr	30.00	306.94	(0.74)	312	282.36	282.357964	79726.0197	90%
	May	232.00	304.77	(2.17)	306	74.19	74.1914422	5504.3701	24%
	Jun	92.00	298.55	(6.21)	303	210.60	210.597944	44351.494	70%
	Jul	120.00	289.03	(9.52)	292	172.34	172.340143	29701.1248	59%
	Aug	521.00	284.15	(4.89)	280	(241.49)	241.492741	58318.7441	86%
	Sep	284.00	279.35	(4.79)	279	(4.74)	4.73994143	22.4670448	2%
	Oct	190.00	272.93	(6.42)	275	84.56	84.5569965	7149.88565	31%
	Nov	513.00	271.25	(1.68)	267	(246.48)	246.484972	60754.8413	92%
	Dec	530.00	274.57	3.32	270	(260.44)	260.435398	67826.5965	97%
2021	Jan	173.00	275.87	1.30	278	104.88	104.883821	11000.6158	38%
	Feb	181.00	275.33	(0.54)	277	96.17	96.1726784	9249.18406	35%
	Mar	303.00	275.32	(0.00)	275	(28.22)	28.2181835	796.265881	10%
	Apr	393.00	277.58	2.26	275	(117.68)	117.678152	13848.1476	43%
	May	311.00	280.44	2.86	280	(31.16)	31.1599847	970.944644	11%
	Jun	317.00	283.94	3.50	283	(33.70)	33.7049839	1136.02594	12%
	Jul	531.00	292.12	8.18	287	(243.55)	243.553794	59318.4504	85%
	Aug	391.00	302.05	9.92	300	(90.69)	90.6948987	8225.56466	30%
	Sep	425.00	314.14	12.09	312	(113.03)	113.029878	12775.7534	36%
	Oct	262.00	325.00	10.86	326	64.23	64.2348566	4126.1168	20%
	Nov	634.00	341.59	16.59	336	(298.14)	298.138466	88886.5447	89%
	Dec	126.00	353.71	12.13	358	232.17	232.173498	53904.5331	65%

Anexo 10: Pronostico ARIMA (0,1,1) Elemento Filtrante 10 micras P/Petróleo (Azul)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 10 MICRAS P/PETROLEO (AZUL)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadrático	% Error
2017	Jan	1,026.00	1024.974	1.03	1.026	1.052676	0%
	Feb	431.00	872.8896	(441.89)	441.8896	195266.419	51%
	Mar	632.00	713.2506	(81.25)	81.2506	6601.66	11%
	Apr	237.00	651.8685	(414.87)	414.8685	172115.872	64%
	May	1,174.00	615.226	558.77	558.774	312228.383	91%
	Jun	883.00	711.7684	171.23	171.2316	29320.2608	24%
	Jul	206.00	716.946	(510.95)	510.946	261065.815	71%
	Aug	423.00	643.9067	(220.91)	220.9067	48799.7701	34%
	Sep	512.00	614.4715	(102.47)	102.4715	10500.4083	17%
	Oct	458.00	600.0048	(142.00)	142.0048	20165.3632	24%
	Nov	1,074.00	590.3851	483.61	483.6149	233883.372	82%
	Dec	131.00	638.3103	(507.31)	507.3103	257363.74	79%
2018	Jan	431.00	582.338	(151.34)	151.338	22903.1902	26%
	Feb	214.00	563.9401	(349.94)	349.9401	122458.074	62%
	Mar	329.00	526.3364	(197.34)	197.3364	38941.6548	37%
	Apr	1,231.00	509.1324	721.87	721.8676	521092.832	142%
	May	506.00	582.6717	(76.67)	76.6717	5878.54958	13%
	Jun	320.00	574.1656	(254.17)	254.1656	64600.1522	44%
	Jul	410.00	548.2064	(138.21)	138.2064	19101.009	25%
	Aug	228.00	533.761	(305.76)	305.761	93489.7891	57%
	Sep	494.00	503.1718	(9.17)	9.1718	84.1219152	2%
	Oct	251.00	501.95	(250.95)	250.95	62975.9025	50%
	Nov	665.00	477.1869	187.81	187.8131	35273.7605	39%
	Dec	344.00	495.6981	(151.70)	151.6981	23012.3135	31%
2019	Jan	378.00	480.606	(102.61)	102.606	10527.9912	21%
	Feb	459.00	470.4513	(11.45)	11.4513	131.132272	2%
	Mar	455.00	469.3138	(14.31)	14.3138	204.88487	3%
	Apr	302.00	467.8427	(165.84)	165.8427	27503.8011	35%
	May	277.00	451.4352	(174.44)	174.4352	30427.639	39%
	Jun	558.00	434.269	123.73	123.731	15309.3604	28%
	Jul	292.00	446.4307	(154.43)	154.4307	23848.8411	35%
	Aug	374.00	431.2124	(57.21)	57.2124	3273.25871	13%
	Sep	357.00	425.571	(68.57)	68.571	4701.98204	16%
	Oct	324.00	418.812	(94.81)	94.812	8989.31534	23%
	Nov	306.00	409.4731	(103.47)	103.4731	10706.6824	25%
	Dec	1,113.00	399.3399	713.66	713.6601	509310.738	179%
2020	Jan	344.00	469.5416	(125.54)	125.5416	15760.6933	27%
	Feb	303.00	457.1856	(154.19)	154.1856	23773.1992	34%
	Mar	92.00	442.0077	(350.01)	350.0077	122505.39	79%
	Apr	30.00	407.5734	(377.57)	377.5734	142561.672	93%
	May	232.00	370.438	(138.44)	138.438	19165.0798	37%
	Jun	92.00	356.819	(264.82)	264.819	70129.1028	74%
	Jul	120.00	330.7746	(210.77)	210.7746	44425.932	64%
	Aug	521.00	310.0514	210.95	210.9486	44499.3118	68%
	Sep	284.00	330.7934	(46.79)	46.7934	2189.62228	14%
	Oct	190.00	326.1912	(136.19)	136.1912	18548.043	42%
	Nov	513.00	312.8015	200.20	200.1985	40079.4394	64%
	Dec	530.00	332.4869	197.51	197.5131	39011.4247	59%
2021	Jan	173.00	351.9062	(178.91)	178.9062	32007.4284	51%
	Feb	181.00	334.3152	(153.32)	153.3152	23505.5506	46%
	Mar	303.00	319.241	(16.24)	16.241	263.770081	5%
	Apr	393.00	317.6444	75.36	75.3556	5678.46645	24%
	May	311.00	325.0533	(14.05)	14.0533	197.495241	4%
	Jun	317.00	323.6716	(6.67)	6.6716	44.5102466	2%
	Jul	531.00	323.0159	207.98	207.9841	43257.3859	64%
	Aug	391.00	343.4648	47.54	47.5352	2259.59524	14%
	Sep	425.00	348.1384	76.86	76.8616	5907.70555	22%
	Oct	262.00	355.6953	(93.70)	93.6953	8778.80924	26%
	Nov	634.00	346.4835	287.52	287.5165	82665.7378	83%
	Dec	126.00	374.7515	(248.75)	248.7515	61877.3088	66%

Anexo 11: Pronostico regresión lineal Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Año	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30			Error absoluto	Error cuadrático	% Error
		MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	Pronostico	Error			
2017	Jan	746.00	572.00	174.00	174	30276	30%
	Feb	336.00	574.00	(238.00)	238	56644	41%
	Mar	562.00	577.00	(15.00)	15	225	3%
	Apr	1,239.00	579.00	660.00	660	435600	114%
	May	1,443.00	582.00	861.00	861	741321	148%
	Jun	618.00	585.00	33.00	33	1089	6%
	Jul	513.00	587.00	(74.00)	74	5476	13%
	Aug	384.00	590.00	(206.00)	206	42436	35%
	Sep	201.00	592.00	(391.00)	391	152881	66%
	Oct	233.00	595.00	(362.00)	362	131044	61%
	Nov	383.00	598.00	(215.00)	215	46225	36%
	Dec	282.00	600.00	(318.00)	318	101124	53%
2018	Jan	245.00	603.00	(358.00)	358	128164	59%
	Feb	574.00	605.00	(31.00)	31	961	5%
	Mar	332.00	608.00	(276.00)	276	76176	45%
	Apr	591.00	611.00	(20.00)	20	400	3%
	May	928.00	613.00	315.00	315	99225	51%
	Jun	300.00	616.00	(316.00)	316	99856	51%
	Jul	222.00	619.00	(397.00)	397	157609	64%
	Aug	119.00	621.00	(502.00)	502	252004	81%
	Sep	196.00	624.00	(428.00)	428	183184	69%
	Oct	1,287.00	626.00	661.00	661	436921	106%
	Nov	1,719.00	629.00	1,090.00	1090	1188100	173%
	Dec	780.00	632.00	148.00	148	21904	23%
2019	Jan	735.00	634.00	101.00	101	10201	16%
	Feb	741.00	637.00	104.00	104	10816	16%
	Mar	494.00	639.00	(145.00)	145	21025	23%
	Apr	1,245.00	642.00	603.00	603	363609	94%
	May	1,459.00	645.00	814.00	814	662596	126%
	Jun	442.00	647.00	(205.00)	205	42025	32%
	Jul	202.00	650.00	(448.00)	448	200704	69%
	Aug	431.00	652.00	(221.00)	221	48841	34%
	Sep	212.00	655.00	(443.00)	443	196249	68%
	Oct	406.00	658.00	(252.00)	252	63504	38%
	Nov	698.00	660.00	38.00	38	1444	6%
	Dec	1,140.00	663.00	477.00	477	227529	72%
2020	Jan	679.00	665.00	14.00	14	196	2%
	Feb	136.00	668.00	(532.00)	532	283024	80%
	Mar	98.00	671.00	(573.00)	573	328329	85%
	Apr	12.00	673.00	(661.00)	661	436921	98%
	May	991.00	676.00	315.00	315	99225	47%
	Jun	1,233.00	679.00	554.00	554	306916	82%
	Jul	269.00	681.00	(412.00)	412	169744	60%
	Aug	856.00	684.00	172.00	172	29584	25%
	Sep	1,187.00	686.00	501.00	501	251001	73%
	Oct	897.00	689.00	208.00	208	43264	30%
	Nov	1,067.00	692.00	375.00	375	140625	54%
	Dec	284.00	694.00	(410.00)	410	168100	59%
2021	Jan	821.00	697.00	124.00	124	15376	18%
	Feb	487.00	699.00	(212.00)	212	44944	30%
	Mar	66.00	702.00	(636.00)	636	404496	91%
	Apr	2,211.00	705.00	1,506.00	1506	2268036	214%
	May	749.00	707.00	42.00	42	1764	6%
	Jun	1,312.00	710.00	602.00	602	362404	85%
	Jul	814.00	712.00	102.00	102	10404	14%
	Aug	506.00	715.00	(209.00)	209	43681	29%
	Sep	758.00	718.00	40.00	40	1600	6%
	Oct	672.00	720.00	(48.00)	48	2304	7%
	Nov	157.00	723.00	(566.00)	566	320356	78%
	Dec	182.00	726.00	(544.00)	544	295936	75%

Anexo 12: Pronostico promedio móvil (N=2) Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	N=2	Error (N = 2)	Error Absoluto (N = 2)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	746.00					
	Feb	336.00					
	Mar	562.00	541	21	21	441.00	4%
	Apr	1,239.00	449	790	790	624,100.00	176%
	May	1,443.00	901	542	542	293,764.00	60%
	Jun	618.00	1341	-723	723	522,729.00	54%
	Jul	513.00	1031	-518	518	268,324.00	50%
	Aug	384.00	566	-182	182	33,124.00	32%
	Sep	201.00	449	-248	248	61,504.00	55%
	Oct	233.00	293	-60	60	3,600.00	20%
	Nov	383.00	217	166	166	27,556.00	76%
	Dec	282.00	308	-26	26	676.00	8%
2018	Jan	245.00	333	-88	88	7,744.00	26%
	Feb	574.00	264	310	310	96,100.00	117%
	Mar	332.00	410	-78	78	6,084.00	19%
	Apr	591.00	453	138	138	19,044.00	30%
	May	928.00	462	466	466	217,156.00	101%
	Jun	300.00	760	-460	460	211,600.00	61%
	Jul	222.00	614	-392	392	153,664.00	64%
	Aug	119.00	261	-142	142	20,164.00	54%
	Sep	196.00	171	25	25	625.00	15%
	Oct	1,287.00	158	1129	1129	1,274,641.00	715%
	Nov	1,719.00	742	977	977	954,529.00	132%
	Dec	780.00	1503	-723	723	522,729.00	48%
2019	Jan	735.00	1250	-515	515	265,225.00	41%
	Feb	741.00	758	-17	17	289.00	2%
	Mar	494.00	738	-244	244	59,536.00	33%
	Apr	1,245.00	618	627	627	393,129.00	101%
	May	1,459.00	870	589	589	346,921.00	68%
	Jun	442.00	1352	-910	910	828,100.00	67%
	Jul	202.00	951	-749	749	561,001.00	79%
	Aug	431.00	322	109	109	11,881.00	34%
	Sep	212.00	317	-105	105	11,025.00	33%
	Oct	406.00	322	84	84	7,056.00	26%
	Nov	698.00	309	389	389	151,321.00	126%
	Dec	1,140.00	552	588	588	345,744.00	107%
2020	Jan	679.00	919	-240	240	57,600.00	26%
	Feb	136.00	910	-774	774	599,076.00	85%
	Mar	98.00	408	-310	310	96,100.00	76%
	Apr	12.00	117	-105	105	11,025.00	90%
	May	991.00	55	936	936	876,096.00	1702%
	Jun	1,233.00	502	731	731	534,361.00	146%
	Jul	269.00	1112	-843	843	710,649.00	76%
	Aug	856.00	751	105	105	11,025.00	14%
	Sep	1,187.00	563	624	624	389,376.00	111%
	Oct	897.00	1022	-125	125	15,625.00	12%
	Nov	1,067.00	1042	25	25	625.00	2%
	Dec	284.00	982	-698	698	487,204.00	71%
2021	Jan	821.00	676	145	145	21,025.00	21%
	Feb	487.00	553	-66	66	4,356.00	12%
	Mar	66.00	654	-588	588	345,744.00	90%
	Apr	2,211.00	277	1934	1934	3,740,356.00	698%
	May	749.00	1139	-390	390	152,100.00	34%
	Jun	1,312.00	1480	-168	168	28,224.00	11%
	Jul	814.00	1031	-217	217	47,089.00	21%
	Aug	506.00	1063	-557	557	310,249.00	52%
	Sep	758.00	660	98	98	9,604.00	15%
	Oct	672.00	632	40	40	1,600.00	6%
	Nov	157.00	715	-558	558	311,364.00	78%
	Dec	182.00	415	-233	233	54,289.00	56%

Anexo 13: Pronostico promedio móvil (N=3) Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	N=3	Error (N = 3)	Error Absoluto (N = 3)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	746.00					
	Feb	336.00					
	Mar	562.00					
	Apr	1,239.00	548	691	691	477,481.00	126%
	May	1,443.00	713	730	730	532,900.00	102%
	Jun	618.00	1082	-464	464	215,296.00	43%
	Jul	513.00	1100	-587	587	344,569.00	53%
	Aug	384.00	858	-474	474	224,676.00	55%
	Sep	201.00	505	-304	304	92,416.00	60%
	Oct	233.00	366	-133	133	17,689.00	36%
	Nov	383.00	273	110	110	12,100.00	40%
	Dec	282.00	273	9	9	81.00	3%
2018	Jan	245.00	300	-55	55	3,025.00	18%
	Feb	574.00	304	270	270	72,900.00	89%
	Mar	332.00	367	-35	35	1,225.00	10%
	Apr	591.00	384	207	207	42,849.00	54%
	May	928.00	499	429	429	184,041.00	86%
	Jun	300.00	617	-317	317	100,489.00	51%
	Jul	222.00	607	-385	385	148,225.00	63%
	Aug	119.00	484	-365	365	133,225.00	75%
	Sep	196.00	214	-18	18	324.00	8%
	Oct	1,287.00	179	1108	1108	1,227,664.00	619%
	Nov	1,719.00	534	1185	1185	1,404,225.00	222%
	Dec	780.00	1068	-288	288	82,944.00	27%
2019	Jan	735.00	1262	-527	527	277,729.00	42%
	Feb	741.00	1078	-337	337	113,569.00	31%
	Mar	494.00	752	-258	258	66,564.00	34%
	Apr	1,245.00	657	588	588	345,744.00	89%
	May	1,459.00	827	632	632	399,424.00	76%
	Jun	442.00	1066	-624	624	389,376.00	59%
	Jul	202.00	1049	-847	847	717,409.00	81%
	Aug	431.00	701	-270	270	72,900.00	39%
	Sep	212.00	359	-147	147	21,609.00	41%
	Oct	406.00	282	124	124	15,376.00	44%
	Nov	698.00	350	348	348	121,104.00	99%
	Dec	1,140.00	439	701	701	491,401.00	160%
2020	Jan	679.00	748	-69	69	4,761.00	9%
	Feb	136.00	839	-703	703	494,209.00	84%
	Mar	98.00	652	-554	554	306,916.00	85%
	Apr	12.00	305	-293	293	85,849.00	96%
	May	991.00	82	909	909	826,281.00	1109%
	Jun	1,233.00	367	866	866	749,956.00	236%
	Jul	269.00	746	-477	477	227,529.00	64%
	Aug	856.00	831	25	25	625.00	3%
	Sep	1,187.00	786	401	401	160,801.00	51%
	Oct	897.00	771	126	126	15,876.00	16%
	Nov	1,067.00	980	87	87	7,569.00	9%
	Dec	284.00	1051	-767	767	588,289.00	73%
2021	Jan	821.00	750	71	71	5,041.00	9%
	Feb	487.00	724	-237	237	56,169.00	33%
	Mar	66.00	531	-465	465	216,225.00	88%
	Apr	2,211.00	458	1753	1753	3,073,009.00	383%
	May	749.00	922	-173	173	29,929.00	19%
	Jun	1,312.00	1009	303	303	91,809.00	30%
	Jul	814.00	1424	-610	610	372,100.00	43%
	Aug	506.00	959	-453	453	205,209.00	47%
	Sep	758.00	878	-120	120	14,400.00	14%
	Oct	672.00	693	-21	21	441.00	3%
	Nov	157.00	646	-489	489	239,121.00	76%
	Dec	182.00	529	-347	347	120,409.00	66%

Anexo 13: Pronostico suavización exponencial simple Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% error
2017	Jan	746.00	746.00	-	0	-	0%
	Feb	336.00	746.00	410.00	410	168,100.00	55%
	Mar	562.00	730.00	168.00	168	28,224.00	23%
	Apr	1,239.00	724.00	(515.00)	515	265,225.00	71%
	May	1,443.00	745.00	(698.00)	698	487,204.00	94%
	Jun	618.00	774.00	156.00	156	24,336.00	20%
	Jul	513.00	768.00	255.00	255	65,025.00	33%
	Aug	384.00	758.00	374.00	374	139,876.00	49%
	Sep	201.00	743.00	542.00	542	293,764.00	73%
	Oct	233.00	722.00	489.00	489	239,121.00	68%
	Nov	383.00	703.00	320.00	320	102,400.00	46%
	Dec	282.00	691.00	409.00	409	167,281.00	59%
2018	Jan	245.00	675.00	430.00	430	184,900.00	64%
	Feb	574.00	658.00	84.00	84	7,056.00	13%
	Mar	332.00	655.00	323.00	323	104,329.00	49%
	Apr	591.00	642.00	51.00	51	2,601.00	8%
	May	928.00	640.00	(288.00)	288	82,944.00	45%
	Jun	300.00	652.00	352.00	352	123,904.00	54%
	Jul	222.00	638.00	416.00	416	173,056.00	65%
	Aug	119.00	622.00	503.00	503	253,009.00	81%
	Sep	196.00	602.00	406.00	406	164,836.00	67%
	Oct	1,287.00	586.00	(701.00)	701	491,401.00	120%
	Nov	1,719.00	615.00	(1,104.00)	1104	1,218,816.00	180%
	Dec	780.00	660.00	(120.00)	120	14,400.00	18%
2019	Jan	735.00	665.00	(70.00)	70	4,900.00	11%
	Feb	741.00	668.00	(73.00)	73	5,329.00	11%
	Mar	494.00	671.00	177.00	177	31,329.00	26%
	Apr	1,245.00	664.00	(581.00)	581	337,561.00	88%
	May	1,459.00	688.00	(771.00)	771	594,441.00	112%
	Jun	442.00	720.00	278.00	278	77,284.00	39%
	Jul	202.00	709.00	507.00	507	257,049.00	72%
	Aug	431.00	689.00	258.00	258	66,564.00	37%
	Sep	212.00	679.00	467.00	467	218,089.00	69%
	Oct	406.00	661.00	255.00	255	65,025.00	39%
	Nov	698.00	651.00	(47.00)	47	2,209.00	7%
	Dec	1,140.00	653.00	(487.00)	487	237,169.00	75%
2020	Jan	679.00	673.00	(6.00)	6	36.00	1%
	Feb	136.00	674.00	538.00	538	289,444.00	80%
	Mar	98.00	653.00	555.00	555	308,025.00	85%
	Apr	12.00	631.00	619.00	619	383,161.00	98%
	May	991.00	606.00	(385.00)	385	148,225.00	64%
	Jun	1,233.00	622.00	(611.00)	611	373,321.00	98%
	Jul	269.00	647.00	378.00	378	142,884.00	58%
	Aug	856.00	632.00	(224.00)	224	50,176.00	35%
	Sep	1,187.00	642.00	(545.00)	545	297,025.00	85%
	Oct	897.00	665.00	(232.00)	232	53,824.00	35%
	Nov	1,067.00	675.00	(392.00)	392	153,664.00	58%
	Dec	284.00	691.00	407.00	407	165,649.00	59%
2021	Jan	821.00	675.00	(146.00)	146	21,316.00	22%
	Feb	487.00	681.00	194.00	194	37,636.00	28%
	Mar	66.00	674.00	608.00	608	369,664.00	90%
	Apr	2,211.00	650.00	(1,561.00)	1561	2,436,721.00	240%
	May	749.00	714.00	(35.00)	35	1,225.00	5%
	Jun	1,312.00	716.00	(596.00)	596	355,216.00	83%
	Jul	814.00	741.00	(73.00)	73	5,329.00	10%
	Aug	506.00	744.00	238.00	238	56,644.00	32%
	Sep	758.00	735.00	(23.00)	23	529.00	3%
	Oct	672.00	736.00	64.00	64	4,096.00	9%
	Nov	157.00	734.00	577.00	577	332,929.00	79%
	Dec	182.00	711.00	529.00	529	279,841.00	74%

Anexo 14: Pronostico suavización exponencial ajustada a la tendencia Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	At	Tt	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	901	894.58	-					
	Feb	1142	897.99	0.34	894.58	(247.42)	247.4166667	61,215.01	28%
	Mar	103	887.38	(0.75)	898.33	795.33	795.3281068	632,546.80	89%
	Apr	1424	894.03	(0.01)	886.63	(537.37)	537.3709524	288,767.54	61%
	May	2639	918.04	2.37	894.01	(1,744.99)	1744.987471	3,044,981.28	195%
	Jun	2209	938.15	4.14	920.41	(1,288.59)	1288.59065	1,660,465.86	140%
	Jul	147	931.34	3.05	942.29	795.29	795.2866397	632,480.84	84%
	Aug	142	923.48	1.96	934.39	792.39	792.3870354	627,877.21	85%
	Sep	177	915.14	0.94	925.44	748.44	748.4428565	560,166.71	81%
	Oct	573	911.36	0.47	916.08	343.08	343.0793014	117,703.41	37%
	Nov	1152	915.13	0.80	911.83	(240.17)	240.1732252	57,683.18	26%
	Dec	126	905.06	(0.28)	915.93	789.93	789.932511	623,993.37	86%
2018	Jan	568	900.14	(0.74)	904.78	336.78	336.7757989	113,417.94	37%
	Feb	51	887.72	(1.90)	899.40	848.40	848.3967039	719,776.97	94%
	Mar	621	882.17	(2.27)	885.81	264.81	264.8130488	70,125.95	30%
	Apr	1599	889.80	(1.28)	879.90	(719.10)	719.0989295	517,103.27	82%
	May	884	888.46	(1.29)	888.52	4.52	4.518651976	20.42	1%
	Jun	1050	889.41	(1.07)	887.17	(162.83)	162.8318881	26,514.22	18%
	Jul	100	877.49	(2.14)	888.34	788.34	788.3443205	621,486.77	89%
	Aug	270	867.01	(2.97)	875.35	605.35	605.3468658	366,444.83	69%
	Sep	599	860.39	(3.34)	864.04	265.04	265.040208	70,246.31	31%
	Oct	261	848.85	(4.15)	857.06	596.06	596.0557573	355,282.47	70%
	Nov	2378	865.81	(2.05)	844.70	(1,533.30)	1533.301522	2,351,013.56	182%
	Dec	558	859.55	(2.47)	863.75	305.75	305.7542866	93,485.68	35%
2019	Jan	843	856.88	(2.49)	857.07	14.07	14.07361596	198.07	2%
	Feb	227	845.75	(3.35)	854.39	627.39	627.3892086	393,617.22	73%
	Mar	115	832.39	(4.34)	842.40	727.40	727.4027051	529,114.70	86%
	Apr	1357	835.33	(3.62)	828.04	(528.96)	528.9562223	279,794.69	64%
	May	848	831.93	(3.60)	831.70	(16.30)	16.29508966	265.53	2%
	Jun	758	827.36	(3.69)	828.33	70.33	70.33061445	4,946.40	8%
	Jul	840	823.89	(3.67)	823.67	(16.33)	16.33250214	266.75	2%
	Aug	471	815.41	(4.15)	820.22	349.22	349.219813	121,954.48	43%
	Sep	141	802.03	(5.07)	811.26	670.26	670.2616667	449,250.70	83%
	Oct	129	787.77	(5.98)	796.97	667.97	667.966437	446,179.16	84%
	Nov	2207	801.41	(4.03)	781.79	(1,425.21)	1425.211401	2,031,227.54	182%
	Dec	844	798.02	(3.97)	797.38	(46.62)	46.6221637	2,173.63	6%
2020	Jan	961	796.35	(3.74)	794.05	(166.95)	166.9479537	27,871.62	21%
	Feb	314	786.02	(4.39)	792.61	478.61	478.6112554	229,068.73	60%
	Mar	19	771.13	(5.44)	781.63	762.63	762.6280989	581,601.62	98%
	Apr	1348	773.71	(4.64)	765.69	(582.31)	582.3088395	339,083.58	76%
	May	2	758.51	(5.69)	769.07	767.07	767.0667431	588,391.39	100%
	Jun	1279	760.06	(4.97)	752.82	(526.18)	526.1841686	276,869.78	70%
	Jul	242	748.03	(5.67)	755.09	513.09	513.0890722	263,260.40	68%
	Aug	46	732.77	(6.63)	742.35	696.35	696.3525563	484,906.88	94%
	Sep	1090	731.15	(6.13)	726.14	(363.86)	363.8599774	132,394.08	50%
	Oct	666	724.21	(6.21)	725.02	59.02	59.02127283	3,483.51	8%
	Nov	718	718.00	(6.21)	718.00	0.00	1.81977E-08	0.00	0%
	Dec	764	712.51	(6.14)	711.79	(52.21)	52.20873559	2,725.75	7%
2021	Jan	356	701.55	(6.62)	706.37	350.37	350.3727338	122,761.05	50%
	Feb	2849	724.59	(3.67)	694.93	(2,154.07)	2154.067611	4,640,007.27	310%
	Mar	242	714.33	(4.32)	720.92	478.92	478.918451	229,362.88	66%
	Apr	2060	728.59	(2.48)	710.00	(1,350.00)	1349.998887	1,822,497.00	190%
	May	1823	741.21	(0.98)	726.11	(1,096.89)	1096.890125	1,203,167.95	151%
	Jun	1064	744.69	(0.53)	740.24	(323.76)	323.7646263	104,823.53	44%
	Jul	534	741.27	(0.82)	744.16	210.16	210.1604845	44,167.43	28%
	Aug	25	730.60	(1.80)	740.45	715.45	715.4474926	511,865.11	97%
	Sep	163	721.01	(2.57)	728.80	565.80	565.799098	320,128.62	78%
	Oct	1232	725.51	(1.87)	718.44	(513.56)	513.5634845	263,747.45	71%
	Nov	724	723.64	(1.87)	723.64	(0.36)	0.3637569	0.13	0%
	Dec	229	714.99	(2.54)	721.77	492.77	492.7713232	242,823.58	68%

Anexo 15: Pronostico ARIMA (0,0,1) Elemento Filtrante 30 micras P/Petróleo (Rojo)

Anho	Mes	ELEMENTO FILTRANTE 30 MICRAS P/PETROLEO (ROJO)	Pronostico	Error	Error absoluto	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	746.00	651	(95.00)	95	9025	15%
	Feb	336.00	672	336.00	336	112896	50%
	Mar	562.00	554	(8.00)	8	64	1%
	Apr	1,239.00	650	(589.00)	589	346921	91%
	May	1,443.00	812	(631.00)	631	398161	78%
	Jun	618.00	824	206.00	206	42436	25%
	Jul	513.00	590	77.00	77	5929	13%
	Aug	384.00	626	242.00	242	58564	39%
	Sep	201.00	580	379.00	379	143641	65%
	Oct	233.00	542	309.00	309	95481	57%
	Nov	383.00	562	179.00	179	32041	32%
	Dec	282.00	598	316.00	316	99856	53%
2018	Jan	245.00	560	315.00	315	99225	56%
	Feb	574.00	560	(14.00)	14	196	3%
	Mar	332.00	652	320.00	320	102400	49%
	Apr	591.00	559	(32.00)	32	1024	6%
	May	928.00	657	(271.00)	271	73441	41%
	Jun	300.00	724	424.00	424	179776	59%
	Jul	222.00	530	308.00	308	94864	58%
	Aug	119.00	562	443.00	443	196249	79%
	Sep	196.00	524	328.00	328	107584	63%
	Oct	1,287.00	556	(731.00)	731	534361	131%
	Nov	1,719.00	852	(867.00)	867	751689	102%
	Dec	780.00	890	110.00	110	12100	12%
2019	Jan	735.00	617	(118.00)	118	13924	19%
	Feb	741.00	681	(60.00)	60	3600	9%
	Mar	494.00	665	171.00	171	29241	26%
	Apr	1,245.00	600	(645.00)	645	416025	108%
	May	1,459.00	828	(631.00)	631	398161	76%
	Jun	442.00	824	382.00	382	145924	46%
	Jul	202.00	541	339.00	339	114921	63%
	Aug	431.00	553	122.00	122	14884	22%
	Sep	212.00	614	402.00	402	161604	65%
	Oct	406.00	536	130.00	130	16900	24%
	Nov	698.00	612	(86.00)	86	7396	14%
	Dec	1,140.00	672	(468.00)	468	219024	70%
2020	Jan	679.00	779	100.00	100	10000	13%
	Feb	136.00	620	484.00	484	234256	78%
	Mar	98.00	513	415.00	415	172225	81%
	Apr	12.00	532	520.00	520	270400	98%
	May	991.00	503	(488.00)	488	238144	97%
	Jun	1,233.00	784	(449.00)	449	201601	57%
	Jul	269.00	773	504.00	504	254016	65%
	Aug	856.00	507	(349.00)	349	121801	69%
	Sep	1,187.00	745	(442.00)	442	195364	59%
	Oct	897.00	771	(126.00)	126	15876	16%
	Nov	1,067.00	683	(384.00)	384	147456	56%
	Dec	284.00	755	471.00	471	221841	62%
2021	Jan	821.00	516	(305.00)	305	93025	59%
	Feb	487.00	733	246.00	246	60516	34%
	Mar	66.00	579	513.00	513	263169	89%
	Apr	2,211.00	505	(1,706.00)	1706	2910436	338%
	May	749.00	1124	375.00	375	140625	33%
	Jun	1,312.00	543	(769.00)	769	591361	142%
	Jul	814.00	863	49.00	49	2401	6%
	Aug	506.00	634	128.00	128	16384	20%
	Sep	758.00	612	(146.00)	146	21316	24%
	Oct	672.00	689	17.00	17	289	2%
	Nov	157.00	643	486.00	486	236196	76%
	Dec	182.00	512	330.00	330	108900	64%

Anexo 16: Pronostico regresión lineal Respiradero Deseccante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECCANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00	33.00	(25.00)	25	625	76%
	Feb	17.00	33.00	(16.00)	16	256	48%
	Mar	15.00	33.00	(18.00)	18	324	55%
	Apr	43.00	33.00	10.00	10	100	30%
	May	107.00	34.00	73.00	73	5329	215%
	Jun	26.00	34.00	(8.00)	8	64	24%
	Jul	20.00	34.00	(14.00)	14	196	41%
	Aug	18.00	34.00	(16.00)	16	256	47%
	Sep	36.00	34.00	2.00	2	4	6%
	Oct	11.00	35.00	(24.00)	24	576	69%
	Nov	46.00	35.00	11.00	11	121	31%
	Dec	2.00	35.00	(33.00)	33	1089	94%
2018	Jan	56.00	35.00	21.00	21	441	60%
	Feb	34.00	35.00	(1.00)	1	1	3%
	Mar	31.00	36.00	(5.00)	5	25	14%
	Apr	47.00	36.00	11.00	11	121	31%
	May	18.00	36.00	(18.00)	18	324	50%
	Jun	7.00	36.00	(29.00)	29	841	81%
	Jul	9.00	36.00	(27.00)	27	729	75%
	Aug	99.00	37.00	62.00	62	3844	168%
	Sep	22.00	37.00	(15.00)	15	225	41%
	Oct	55.00	37.00	18.00	18	324	49%
	Nov	28.00	37.00	(9.00)	9	81	24%
	Dec	32.00	37.00	(5.00)	5	25	14%
2019	Jan	35.00	38.00	(3.00)	3	9	8%
	Feb	44.00	38.00	6.00	6	36	16%
	Mar	25.00	38.00	(13.00)	13	169	34%
	Apr	22.00	38.00	(16.00)	16	256	42%
	May	58.00	38.00	20.00	20	400	53%
	Jun	42.00	39.00	3.00	3	9	8%
	Jul	36.00	39.00	(3.00)	3	9	8%
	Aug	50.00	39.00	11.00	11	121	28%
	Sep	56.00	39.00	17.00	17	289	44%
	Oct	59.00	39.00	20.00	20	400	51%
	Nov	15.00	40.00	(25.00)	25	625	63%
	Dec	66.00	40.00	26.00	26	676	65%
2020	Jan	84.00	40.00	44.00	44	1936	110%
	Feb	68.00	40.00	28.00	28	784	70%
	Mar	33.00	40.00	(7.00)	7	49	18%
	Apr	10.00	41.00	(31.00)	31	961	76%
	May	71.00	41.00	30.00	30	900	73%
	Jun	39.00	41.00	(2.00)	2	4	5%
	Jul	9.00	41.00	(32.00)	32	1024	78%
	Aug	16.00	41.00	(25.00)	25	625	61%
	Sep	41.00	42.00	(1.00)	1	1	2%
	Oct	31.00	42.00	(11.00)	11	121	26%
	Nov	22.00	42.00	(20.00)	20	400	48%
	Dec	66.00	42.00	24.00	24	576	57%
2021	Jan	80.00	42.00	38.00	38	1444	90%
	Feb	7.00	43.00	(36.00)	36	1296	84%
	Mar	48.00	43.00	5.00	5	25	12%
	Apr	120.00	43.00	77.00	77	5929	179%
	May	53.00	43.00	10.00	10	100	23%
	Jun	6.00	43.00	(37.00)	37	1369	86%
	Jul	45.00	44.00	1.00	1	1	2%
	Aug	31.00	44.00	(13.00)	13	169	30%
	Sep	25.00	44.00	(19.00)	19	361	43%
	Oct	67.00	44.00	23.00	23	529	52%
	Nov	6.00	44.00	(38.00)	38	1444	86%
	Dec	16.00	45.00	(29.00)	29	841	64%

Anexo 17: Pronostico promedio móvil simple (N=2) Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	N=2	Error (N = 2)	Error Absoluto (N = 2)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00					
	Feb	17.00					
	Mar	15.00	13.00	2	2	4	15%
	Apr	43.00	16	27	27	729	169%
	May	107.00	29	78	78	6084	269%
	Jun	26.00	75	-49	49	2401	65%
	Jul	20.00	67	-47	47	2209	70%
	Aug	18.00	23	-5	5	25	22%
	Sep	36.00	19	17	17	289	89%
	Oct	11.00	27	-16	16	256	59%
	Nov	46.00	24	22	22	484	92%
	Dec	2.00	29	-27	27	729	93%
2018	Jan	56.00	24	32	32	1024	133%
	Feb	34.00	29	5	5	25	17%
	Mar	31.00	45	-14	14	196	31%
	Apr	47.00	33	14	14	196	42%
	May	18.00	39	-21	21	441	54%
	Jun	7.00	33	-26	26	676	79%
	Jul	9.00	13	-4	4	16	31%
	Aug	99.00	8	91	91	8281	1138%
	Sep	22.00	54	-32	32	1024	59%
	Oct	55.00	61	-6	6	36	10%
	Nov	28.00	39	-11	11	121	28%
	Dec	32.00	42	-10	10	100	24%
2019	Jan	35.00	30	5	5	25	17%
	Feb	44.00	34	10	10	100	29%
	Mar	25.00	40	-15	15	225	38%
	Apr	22.00	35	-13	13	169	37%
	May	58.00	24	34	34	1156	142%
	Jun	42.00	40	2	2	4	5%
	Jul	36.00	50	-14	14	196	28%
	Aug	50.00	39	11	11	121	28%
	Sep	56.00	43	13	13	169	30%
	Oct	59.00	53	6	6	36	11%
	Nov	15.00	58	-43	43	1849	74%
	Dec	66.00	37	29	29	841	78%
2020	Jan	84.00	41	43	43	1849	105%
	Feb	68.00	75	-7	7	49	9%
	Mar	33.00	76	-43	43	1849	57%
	Apr	10.00	51	-41	41	1681	80%
	May	71.00	22	49	49	2401	223%
	Jun	39.00	41	-2	2	4	5%
	Jul	9.00	55	-46	46	2116	84%
	Aug	16.00	24	-8	8	64	33%
	Sep	41.00	13	28	28	784	215%
	Oct	31.00	29	2	2	4	7%
	Nov	22.00	36	-14	14	196	39%
	Dec	66.00	27	39	39	1521	144%
2021	Jan	80.00	44	36	36	1296	82%
	Feb	7.00	73	-66	66	4356	90%
	Mar	48.00	44	4	4	16	9%
	Apr	120.00	28	92	92	8464	329%
	May	53.00	84	-31	31	961	37%
	Jun	6.00	87	-81	81	6561	93%
	Jul	45.00	30	15	15	225	50%
	Aug	31.00	26	5	5	25	19%
	Sep	25.00	38	-13	13	169	34%
	Oct	67.00	28	39	39	1521	139%
	Nov	6.00	46	-40	40	1600	87%
	Dec	16.00	37	-21	21	441	57%

Anexo 18: Pronostico promedio móvil simple (N=3) Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	N=3	Error (N = 3)	Error Absoluto (N = 3)	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00					
	Feb	17.00					
	Mar	15.00					
	Apr	43.00	14	29	29	841	207%
	May	107.00	25	82	82	6724	328%
	Jun	26.00	55	-29	29	841	53%
	Jul	20.00	59	-39	39	1521	66%
	Aug	18.00	51	-33	33	1089	65%
	Sep	36.00	22	14	14	196	64%
	Oct	11.00	25	-14	14	196	56%
	Nov	46.00	22	24	24	576	109%
	Dec	2.00	31	-29	29	841	94%
2018	Jan	56.00	20	36	36	1296	180%
	Feb	34.00	35	-1	1	1	3%
	Mar	31.00	31	0	0	0	0%
	Apr	47.00	41	6	6	36	15%
	May	18.00	38	-20	20	400	53%
	Jun	7.00	32	-25	25	625	78%
	Jul	9.00	24	-15	15	225	63%
	Aug	99.00	12	87	87	7569	725%
	Sep	22.00	39	-17	17	289	44%
	Oct	55.00	44	11	11	121	25%
	Nov	28.00	59	-31	31	961	53%
	Dec	32.00	35	-3	3	9	9%
2019	Jan	35.00	39	-4	4	16	10%
	Feb	44.00	32	12	12	144	38%
	Mar	25.00	37	-12	12	144	32%
	Apr	22.00	35	-13	13	169	37%
	May	58.00	31	27	27	729	87%
	Jun	42.00	35	7	7	49	20%
	Jul	36.00	41	-5	5	25	12%
	Aug	50.00	46	4	4	16	9%
	Sep	56.00	43	13	13	169	30%
	Oct	59.00	48	11	11	121	23%
	Nov	15.00	55	-40	40	1600	73%
	Dec	66.00	44	22	22	484	50%
2020	Jan	84.00	47	37	37	1369	79%
	Feb	68.00	55	13	13	169	24%
	Mar	33.00	73	-40	40	1600	55%
	Apr	10.00	62	-52	52	2704	84%
	May	71.00	37	34	34	1156	92%
	Jun	39.00	38	1	1	1	3%
	Jul	9.00	40	-31	31	961	78%
	Aug	16.00	40	-24	24	576	60%
	Sep	41.00	22	19	19	361	86%
	Oct	31.00	22	9	9	81	41%
	Nov	22.00	30	-8	8	64	27%
	Dec	66.00	32	34	34	1156	106%
2021	Jan	80.00	40	40	40	1600	100%
	Feb	7.00	56	-49	49	2401	88%
	Mar	48.00	51	-3	3	9	6%
	Apr	120.00	45	75	75	5625	167%
	May	53.00	59	-6	6	36	10%
	Jun	6.00	74	-68	68	4624	92%
	Jul	45.00	60	-15	15	225	25%
	Aug	31.00	35	-4	4	16	11%
	Sep	25.00	28	-3	3	9	11%
	Oct	67.00	34	33	33	1089	97%
	Nov	6.00	41	-35	35	1225	85%
	Dec	16.00	33	-17	17	289	52%

Anexo 18: Pronostico suavización exponencial simple Respiradero Desecante de 4 X 8.125
CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	Pronostico	Error	Error absoluto	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00	8.00	-	0	0	0%
	Feb	17.00	8.00	(9.00)	9	81	113%
	Mar	15.00	10.00	(5.00)	5	25	50%
	Apr	43.00	12.00	(31.00)	31	961	258%
	May	107.00	19.00	(88.00)	88	7744	463%
	Jun	26.00	37.00	11.00	11	121	30%
	Jul	20.00	35.00	15.00	15	225	43%
	Aug	18.00	32.00	14.00	14	196	44%
	Sep	36.00	30.00	(6.00)	6	36	20%
	Oct	11.00	32.00	21.00	21	441	66%
	Nov	46.00	28.00	(18.00)	18	324	64%
	Dec	2.00	32.00	30.00	30	900	94%
2018	Jan	56.00	26.00	(30.00)	30	900	115%
	Feb	34.00	33.00	(1.00)	1	1	3%
	Mar	31.00	34.00	3.00	3	9	9%
	Apr	47.00	34.00	(13.00)	13	169	38%
	May	18.00	37.00	19.00	19	361	51%
	Jun	7.00	34.00	27.00	27	729	79%
	Jul	9.00	29.00	20.00	20	400	69%
	Aug	99.00	25.00	(74.00)	74	5476	296%
	Sep	22.00	41.00	19.00	19	361	46%
	Oct	55.00	38.00	(17.00)	17	289	45%
	Nov	28.00	42.00	14.00	14	196	33%
	Dec	32.00	40.00	8.00	8	64	20%
2019	Jan	35.00	39.00	4.00	4	16	10%
	Feb	44.00	39.00	(5.00)	5	25	13%
	Mar	25.00	41.00	16.00	16	256	39%
	Apr	22.00	38.00	16.00	16	256	42%
	May	58.00	35.00	(23.00)	23	529	66%
	Jun	42.00	40.00	(2.00)	2	4	5%
	Jul	36.00	41.00	5.00	5	25	12%
	Aug	50.00	40.00	(10.00)	10	100	25%
	Sep	56.00	43.00	(13.00)	13	169	30%
	Oct	59.00	46.00	(13.00)	13	169	28%
	Nov	15.00	49.00	34.00	34	1156	69%
	Dec	66.00	43.00	(23.00)	23	529	53%
2020	Jan	84.00	48.00	(36.00)	36	1296	75%
	Feb	68.00	56.00	(12.00)	12	144	21%
	Mar	33.00	59.00	26.00	26	676	44%
	Apr	10.00	54.00	44.00	44	1936	81%
	May	71.00	46.00	(25.00)	25	625	54%
	Jun	39.00	52.00	13.00	13	169	25%
	Jul	9.00	50.00	41.00	41	1681	82%
	Aug	16.00	42.00	26.00	26	676	62%
	Sep	41.00	37.00	(4.00)	4	16	11%
	Oct	31.00	38.00	7.00	7	49	18%
	Nov	22.00	37.00	15.00	15	225	41%
	Dec	66.00	34.00	(32.00)	32	1024	94%
2021	Jan	80.00	41.00	(39.00)	39	1521	95%
	Feb	7.00	49.00	42.00	42	1764	86%
	Mar	48.00	41.00	(7.00)	7	49	17%
	Apr	120.00	43.00	(77.00)	77	5929	179%
	May	53.00	59.00	6.00	6	36	10%
	Jun	6.00	58.00	52.00	52	2704	90%
	Jul	45.00	48.00	3.00	3	9	6%
	Aug	31.00	48.00	17.00	17	289	35%
	Sep	25.00	45.00	20.00	20	400	44%
	Oct	67.00	41.00	(26.00)	26	676	63%
	Nov	6.00	47.00	41.00	41	1681	87%
	Dec	16.00	39.00	23.00	23	529	59%

Anexo 19: Pronostico suavización exponencial ajustada a la tendencia Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	At	Tt	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00	29.08	-					
	Feb	17.00	28.94	(0.14)	29.08	12.08	12.08	146.01	42%
	Mar	15.00	28.63	(0.31)	28.80	13.80	13.80	190.31	48%
	Apr	43.00	28.50	(0.13)	28.32	(14.68)	14.68	215.44	52%
	May	107.00	29.30	0.80	28.36	(78.64)	78.64	6,183.68	277%
	Jun	26.00	30.06	0.76	30.11	4.11	4.11	16.85	14%
	Jul	20.00	30.68	0.63	30.81	10.81	10.81	116.89	35%
	Aug	18.00	31.15	0.47	31.31	13.31	13.31	177.12	43%
	Sep	36.00	31.67	0.52	31.62	(4.38)	4.38	19.21	14%
	Oct	11.00	31.94	0.27	32.19	21.19	21.19	448.99	66%
	Nov	46.00	32.37	0.43	32.20	(13.80)	13.80	190.33	43%
	Dec	2.00	32.43	0.06	32.80	30.80	30.80	948.64	94%
2018	Jan	56.00	32.78	0.34	32.50	(23.50)	23.50	552.38	72%
	Feb	34.00	33.13	0.36	33.12	(0.88)	0.88	0.77	3%
	Mar	31.00	33.46	0.33	33.49	2.49	2.49	6.19	7%
	Apr	47.00	33.94	0.48	33.78	(13.22)	13.22	174.68	39%
	May	18.00	34.23	0.29	34.42	16.42	16.42	269.74	48%
	Jun	7.00	34.19	(0.04)	34.52	27.52	27.52	757.09	80%
	Jul	9.00	33.85	(0.34)	34.15	25.15	25.15	632.34	74%
	Aug	99.00	34.29	0.44	33.51	(65.49)	65.49	4,289.50	195%
	Sep	22.00	34.58	0.29	34.73	12.73	12.73	161.97	37%
	Oct	55.00	35.10	0.53	34.86	(20.14)	20.14	405.48	58%
	Nov	28.00	35.54	0.44	35.63	7.63	7.63	58.25	21%
	Dec	32.00	35.93	0.39	35.98	3.98	3.98	15.83	11%
2019	Jan	35.00	36.31	0.37	36.32	1.32	1.32	1.75	4%
	Feb	44.00	36.77	0.46	36.68	(7.32)	7.32	53.58	20%
	Mar	25.00	37.08	0.32	37.23	12.23	12.23	149.54	33%
	Apr	22.00	37.22	0.13	37.40	15.40	15.40	237.12	41%
	May	58.00	37.59	0.38	37.35	(20.65)	20.65	426.53	55%
	Jun	42.00	38.02	0.43	37.97	(4.03)	4.03	16.22	11%
	Jul	36.00	38.42	0.40	38.45	2.45	2.45	5.99	6%
	Aug	50.00	38.95	0.53	38.81	(11.19)	11.19	125.11	29%
	Sep	56.00	39.68	0.73	39.48	(16.52)	16.52	272.95	42%
	Oct	59.00	40.63	0.95	40.40	(18.60)	18.60	345.84	46%
	Nov	15.00	41.26	0.63	41.57	26.57	26.57	706.20	64%
	Dec	66.00	42.18	0.92	41.89	(24.11)	24.11	581.29	58%
2020	Jan	84.00	43.59	1.41	43.10	(40.90)	40.90	1,673.01	95%
	Feb	68.00	45.27	1.68	44.99	(23.01)	23.01	529.33	51%
	Mar	33.00	46.78	1.52	46.95	13.95	13.95	194.58	30%
	Apr	10.00	47.84	1.06	48.30	38.30	38.30	1,466.78	79%
	May	71.00	49.16	1.32	48.90	(22.10)	22.10	488.37	45%
	Jun	39.00	50.35	1.19	50.49	11.49	11.49	131.95	23%
	Jul	9.00	51.03	0.68	51.54	42.54	42.54	1,809.28	83%
	Aug	16.00	51.28	0.25	51.71	35.71	35.71	1,274.98	69%
	Sep	41.00	51.41	0.13	51.53	10.53	10.53	110.96	20%
	Oct	31.00	51.29	(0.12)	51.54	20.54	20.54	421.70	40%
	Nov	22.00	50.82	(0.47)	51.17	29.17	29.17	851.04	57%
	Dec	66.00	50.55	(0.28)	50.36	(15.64)	15.64	244.63	31%
2021	Jan	80.00	50.62	0.08	50.27	(29.73)	29.73	884.07	59%
	Feb	7.00	50.18	(0.45)	50.70	43.70	43.70	1,909.39	86%
	Mar	48.00	49.71	(0.47)	49.73	1.73	1.73	2.99	3%
	Apr	120.00	50.09	0.38	49.24	(70.76)	70.76	5,006.53	144%
	May	53.00	50.49	0.41	50.46	(2.54)	2.54	6.43	5%
	Jun	6.00	50.37	(0.13)	50.90	44.90	44.90	2,016.20	88%
	Jul	45.00	50.18	(0.19)	50.24	5.24	5.24	27.45	10%
	Aug	31.00	49.76	(0.42)	49.99	18.99	18.99	360.48	38%
	Sep	25.00	49.05	(0.71)	49.34	24.34	24.34	592.60	49%
	Oct	67.00	48.57	(0.48)	48.35	(18.65)	18.65	347.96	39%
	Nov	6.00	47.58	(0.99)	48.08	42.08	42.08	1,771.10	88%
	Dec	16.00	46.23	(1.35)	46.60	30.60	30.60	936.15	66%

Anexo 20: Pronostico ARIMA (0,0,0) Respiradero Desecante de 4 X 8.125 CAP. 0.23 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 8.125 CAP. 0.23 L	Pronostico	Error	Error Absoluto	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	8.00	39	31.00	31	961	79%
	Feb	17.00	39	22.00	22	484	56%
	Mar	15.00	39	24.00	24	576	62%
	Apr	43.00	39	(4.00)	4	16	10%
	May	107.00	39	(68.00)	68	4624	174%
	Jun	26.00	39	13.00	13	169	33%
	Jul	20.00	39	19.00	19	361	49%
	Aug	18.00	39	21.00	21	441	54%
	Sep	36.00	39	3.00	3	9	8%
	Oct	11.00	39	28.00	28	784	72%
	Nov	46.00	39	(7.00)	7	49	18%
	Dec	2.00	39	37.00	37	1369	95%
2018	Jan	56.00	39	(17.00)	17	289	44%
	Feb	34.00	39	5.00	5	25	13%
	Mar	31.00	39	8.00	8	64	21%
	Apr	47.00	39	(8.00)	8	64	21%
	May	18.00	39	21.00	21	441	54%
	Jun	7.00	39	32.00	32	1024	82%
	Jul	9.00	39	30.00	30	900	77%
	Aug	99.00	39	(60.00)	60	3600	154%
	Sep	22.00	39	17.00	17	289	44%
	Oct	55.00	39	(16.00)	16	256	41%
	Nov	28.00	39	11.00	11	121	28%
	Dec	32.00	39	7.00	7	49	18%
2019	Jan	35.00	39	4.00	4	16	10%
	Feb	44.00	39	(5.00)	5	25	13%
	Mar	25.00	39	14.00	14	196	36%
	Apr	22.00	39	17.00	17	289	44%
	May	58.00	39	(19.00)	19	361	49%
	Jun	42.00	39	(3.00)	3	9	8%
	Jul	36.00	39	3.00	3	9	8%
	Aug	50.00	39	(11.00)	11	121	28%
	Sep	56.00	39	(17.00)	17	289	44%
	Oct	59.00	39	(20.00)	20	400	51%
	Nov	15.00	39	24.00	24	576	62%
	Dec	66.00	39	(27.00)	27	729	69%
2020	Jan	84.00	39	(45.00)	45	2025	115%
	Feb	68.00	39	(29.00)	29	841	74%
	Mar	33.00	39	6.00	6	36	15%
	Apr	10.00	39	29.00	29	841	74%
	May	71.00	39	(32.00)	32	1024	82%
	Jun	39.00	39	-	0	0	0%
	Jul	9.00	39	30.00	30	900	77%
	Aug	16.00	39	23.00	23	529	59%
	Sep	41.00	39	(2.00)	2	4	5%
	Oct	31.00	39	8.00	8	64	21%
	Nov	22.00	39	17.00	17	289	44%
	Dec	66.00	39	(27.00)	27	729	69%
2021	Jan	80.00	39	(41.00)	41	1681	105%
	Feb	7.00	39	32.00	32	1024	82%
	Mar	48.00	39	(9.00)	9	81	23%
	Apr	120.00	39	(81.00)	81	6561	208%
	May	53.00	39	(14.00)	14	196	36%
	Jun	6.00	39	33.00	33	1089	85%
	Jul	45.00	39	(6.00)	6	36	15%
	Aug	31.00	39	8.00	8	64	21%
	Sep	25.00	39	14.00	14	196	36%
	Oct	67.00	39	(28.00)	28	784	72%
	Nov	6.00	39	33.00	33	1089	85%
	Dec	16.00	39	23.00	23	529	59%

Anexo 21: Pronostico regresión lineal Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	Pronostico	Error	Error absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00	140.00	137.00	137	18,769.00	98%
	Feb	44.00	139.00	(95.00)	95	9,025.00	68%
	Mar	66.00	138.00	(72.00)	72	5,184.00	52%
	Apr	163.00	137.00	26.00	26	676.00	19%
	May	170.00	136.00	34.00	34	1,156.00	25%
	Jun	200.00	135.00	65.00	65	4,225.00	48%
	Jul	66.00	134.00	(68.00)	68	4,624.00	51%
	Aug	95.00	133.00	(38.00)	38	1,444.00	29%
	Sep	156.00	132.00	24.00	24	576.00	18%
	Oct	56.00	132.00	(76.00)	76	5,776.00	58%
	Nov	103.00	131.00	(28.00)	28	784.00	21%
	Dec	16.00	130.00	(114.00)	114	12,996.00	88%
2018	Jan	133.00	129.00	4.00	4	16.00	3%
	Feb	132.00	128.00	4.00	4	16.00	3%
	Mar	174.00	127.00	47.00	47	2,209.00	37%
	Apr	112.00	126.00	(14.00)	14	196.00	11%
	May	91.00	125.00	(34.00)	34	1,156.00	27%
	Jun	213.00	124.00	89.00	89	7,921.00	72%
	Jul	128.00	123.00	5.00	5	25.00	4%
	Aug	77.00	122.00	(45.00)	45	2,025.00	37%
	Sep	204.00	121.00	83.00	83	6,889.00	69%
	Oct	161.00	120.00	41.00	41	1,681.00	34%
	Nov	296.00	119.00	177.00	177	31,329.00	149%
	Dec	123.00	119.00	4.00	4	16.00	3%
2019	Jan	48.00	118.00	(70.00)	70	4,900.00	59%
	Feb	183.00	117.00	66.00	66	4,356.00	56%
	Mar	79.00	116.00	(37.00)	37	1,369.00	32%
	Apr	162.00	115.00	47.00	47	2,209.00	41%
	May	200.00	114.00	86.00	86	7,396.00	75%
	Jun	85.00	113.00	(28.00)	28	784.00	25%
	Jul	41.00	112.00	(71.00)	71	5,041.00	63%
	Aug	123.00	111.00	12.00	12	144.00	11%
	Sep	53.00	110.00	(57.00)	57	3,249.00	52%
	Oct	208.00	109.00	99.00	99	9,801.00	91%
	Nov	97.00	108.00	(11.00)	11	121.00	10%
	Dec	66.00	107.00	(41.00)	41	1,681.00	38%
2020	Jan	119.00	106.00	13.00	13	169.00	12%
	Feb	71.00	105.00	(34.00)	34	1,156.00	32%
	Mar	93.00	105.00	(12.00)	12	144.00	11%
	Apr	257.00	104.00	153.00	153	23,409.00	147%
	May	3.00	103.00	(100.00)	100	10,000.00	97%
	Jun	26.00	102.00	(76.00)	76	5,776.00	75%
	Jul	129.00	101.00	28.00	28	784.00	28%
	Aug	26.00	100.00	(74.00)	74	5,476.00	74%
	Sep	61.00	99.00	(38.00)	38	1,444.00	38%
	Oct	20.00	98.00	(78.00)	78	6,084.00	80%
	Nov	14.00	97.00	(83.00)	83	6,889.00	86%
	Dec	77.00	96.00	(19.00)	19	361.00	20%
2021	Jan	33.00	95.00	(62.00)	62	3,844.00	65%
	Feb	55.00	94.00	(39.00)	39	1,521.00	41%
	Mar	24.00	93.00	(69.00)	69	4,761.00	74%
	Apr	57.00	92.00	(35.00)	35	1,225.00	38%
	May	69.00	92.00	(23.00)	23	529.00	25%
	Jun	27.00	91.00	(64.00)	64	4,096.00	70%
	Jul	104.00	90.00	14.00	14	196.00	16%
	Aug	438.00	89.00	349.00	349	121,801.00	392%
	Sep	264.00	88.00	176.00	176	30,976.00	200%
	Oct	121.00	87.00	34.00	34	1,156.00	39%
	Nov	14.00	86.00	(72.00)	72	5,184.00	84%
	Dec	16.00	85.00	(69.00)	69	4,761.00	81%

Anexo 22: Pronostico promedio móvil simple (N=2) Respiradero Desecante de 4 X 10.125
CAP. 0.35 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	N=2	Error (N = 2)	Error Absoluto (N = 2)	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00					
	Feb	44.00					
	Mar	66.00	161	-95	95	9025	59%
	Apr	163.00	55	108	108	11664	196%
	May	170.00	115	55	55	3025	48%
	Jun	200.00	167	33	33	1089	20%
	Jul	66.00	185	-119	119	14161	64%
	Aug	95.00	133	-38	38	1444	29%
	Sep	156.00	81	75	75	5625	93%
	Oct	56.00	126	-70	70	4900	56%
	Nov	103.00	106	-3	3	9	3%
	Dec	16.00	80	-64	64	4096	80%
2018	Jan	133.00	60	73	73	5329	122%
	Feb	132.00	75	57	57	3249	76%
	Mar	174.00	133	41	41	1681	31%
	Apr	112.00	153	-41	41	1681	27%
	May	91.00	143	-52	52	2704	36%
	Jun	213.00	102	111	111	12321	109%
	Jul	128.00	152	-24	24	576	16%
	Aug	77.00	171	-94	94	8836	55%
	Sep	204.00	103	101	101	10201	98%
	Oct	161.00	141	20	20	400	14%
	Nov	296.00	183	113	113	12769	62%
	Dec	123.00	229	-106	106	11236	46%
2019	Jan	48.00	210	-162	162	26244	77%
	Feb	183.00	86	97	97	9409	113%
	Mar	79.00	116	-37	37	1369	32%
	Apr	162.00	131	31	31	961	24%
	May	200.00	121	79	79	6241	65%
	Jun	85.00	181	-96	96	9216	53%
	Jul	41.00	143	-102	102	10404	71%
	Aug	123.00	63	60	60	3600	95%
	Sep	53.00	82	-29	29	841	35%
	Oct	208.00	88	120	120	14400	136%
	Nov	97.00	131	-34	34	1156	26%
	Dec	66.00	153	-87	87	7569	57%
2020	Jan	119.00	82	37	37	1369	45%
	Feb	71.00	93	-22	22	484	24%
	Mar	93.00	95	-2	2	4	2%
	Apr	257.00	82	175	175	30625	213%
	May	3.00	175	-172	172	29584	98%
	Jun	26.00	130	-104	104	10816	80%
	Jul	129.00	15	114	114	12996	760%
	Aug	26.00	78	-52	52	2704	67%
	Sep	61.00	78	-17	17	289	22%
	Oct	20.00	44	-24	24	576	55%
	Nov	14.00	41	-27	27	729	66%
	Dec	77.00	17	60	60	3600	353%
2021	Jan	33.00	46	-13	13	169	28%
	Feb	55.00	55	0	0	0	0%
	Mar	24.00	44	-20	20	400	45%
	Apr	57.00	40	17	17	289	43%
	May	69.00	41	28	28	784	68%
	Jun	27.00	63	-36	36	1296	57%
	Jul	104.00	48	56	56	3136	117%
	Aug	438.00	66	372	372	138384	564%
	Sep	264.00	271	-7	7	49	3%
	Oct	121.00	351	-230	230	52900	66%
	Nov	14.00	193	-179	179	32041	93%
	Dec	16.00	68	-52	52	2704	76%

Anexo 23: Pronostico promedio móvil simple (N=3) Respiradero Deseicante de 4 X 10.125
CAP. 0.35 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	N=3	Error (N = 3)	Error Absoluto (N = 3)	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00					
	Feb	44.00					
	Mar	66.00					
	Apr	163.00	129	34	34	1156	26%
	May	170.00	91	79	79	6241	87%
	Jun	200.00	133	67	67	4489	50%
	Jul	66.00	178	-112	112	12544	63%
	Aug	95.00	146	-51	51	2601	35%
	Sep	156.00	121	35	35	1225	29%
	Oct	56.00	106	-50	50	2500	47%
	Nov	103.00	103	0	0	0	0%
	Dec	16.00	105	-89	89	7921	85%
2018	Jan	133.00	59	74	74	5476	125%
	Feb	132.00	84	48	48	2304	57%
	Mar	174.00	94	80	80	6400	85%
	Apr	112.00	147	-35	35	1225	24%
	May	91.00	140	-49	49	2401	35%
	Jun	213.00	126	87	87	7569	69%
	Jul	128.00	139	-11	11	121	8%
	Aug	77.00	144	-67	67	4489	47%
	Sep	204.00	140	64	64	4096	46%
	Oct	161.00	137	24	24	576	18%
	Nov	296.00	148	148	148	21904	100%
	Dec	123.00	221	-98	98	9604	44%
2019	Jan	48.00	194	-146	146	21316	75%
	Feb	183.00	156	27	27	729	17%
	Mar	79.00	118	-39	39	1521	33%
	Apr	162.00	104	58	58	3364	56%
	May	200.00	142	58	58	3364	41%
	Jun	85.00	147	-62	62	3844	42%
	Jul	41.00	149	-108	108	11664	72%
	Aug	123.00	109	14	14	196	13%
	Sep	53.00	83	-30	30	900	36%
	Oct	208.00	73	135	135	18225	185%
	Nov	97.00	128	-31	31	961	24%
	Dec	66.00	120	-54	54	2916	45%
2020	Jan	119.00	124	-5	5	25	4%
	Feb	71.00	94	-23	23	529	24%
	Mar	93.00	86	7	7	49	8%
	Apr	257.00	95	162	162	26244	171%
	May	3.00	141	-138	138	19044	98%
	Jun	26.00	118	-92	92	8464	78%
	Jul	129.00	96	33	33	1089	34%
	Aug	26.00	53	-27	27	729	51%
	Sep	61.00	61	0	0	0	0%
	Oct	20.00	72	-52	52	2704	72%
	Nov	14.00	36	-22	22	484	61%
	Dec	77.00	32	45	45	2025	141%
2021	Jan	33.00	37	-4	4	16	11%
	Feb	55.00	42	13	13	169	31%
	Mar	24.00	55	-31	31	961	56%
	Apr	57.00	38	19	19	361	50%
	May	69.00	46	23	23	529	50%
	Jun	27.00	50	-23	23	529	46%
	Jul	104.00	51	53	53	2809	104%
	Aug	438.00	67	371	371	137641	554%
	Sep	264.00	190	74	74	5476	39%
	Oct	121.00	269	-148	148	21904	55%
	Nov	14.00	275	-261	261	68121	95%
	Dec	16.00	133	-117	117	13689	88%

Anexo 24: Pronostico suavización exponencial simple Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L

Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	Pronostico	Error	Error Absoluto	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00	277.00	-	0	0	0%
	Feb	44.00	277.00	233.00	233	54289	84%
	Mar	66.00	230.00	164.00	164	26896	71%
	Apr	163.00	197.00	34.00	34	1156	17%
	May	170.00	191.00	21.00	21	441	11%
	Jun	200.00	187.00	(13.00)	13	169	7%
	Jul	66.00	190.00	124.00	124	15376	65%
	Aug	95.00	165.00	70.00	70	4900	42%
	Sep	156.00	151.00	(5.00)	5	25	3%
	Oct	56.00	153.00	97.00	97	9409	63%
	Nov	103.00	134.00	31.00	31	961	23%
	Dec	16.00	128.00	112.00	112	12544	88%
2018	Jan	133.00	106.00	(27.00)	27	729	25%
	Feb	132.00	112.00	(20.00)	20	400	18%
	Mar	174.00	117.00	(57.00)	57	3249	49%
	Apr	112.00	129.00	17.00	17	289	13%
	May	91.00	126.00	35.00	35	1225	28%
	Jun	213.00	119.00	(94.00)	94	8836	79%
	Jul	128.00	138.00	10.00	10	100	7%
	Aug	77.00	136.00	59.00	59	3481	43%
	Sep	204.00	125.00	(79.00)	79	6241	63%
	Oct	161.00	141.00	(20.00)	20	400	14%
	Nov	296.00	146.00	(150.00)	150	22500	103%
	Dec	123.00	177.00	54.00	54	2916	31%
2019	Jan	48.00	167.00	119.00	119	14161	71%
	Feb	183.00	143.00	(40.00)	40	1600	28%
	Mar	79.00	152.00	73.00	73	5329	48%
	Apr	162.00	138.00	(24.00)	24	576	17%
	May	200.00	143.00	(57.00)	57	3249	40%
	Jun	85.00	155.00	70.00	70	4900	45%
	Jul	41.00	141.00	100.00	100	10000	71%
	Aug	123.00	121.00	(2.00)	2	4	2%
	Sep	53.00	122.00	69.00	69	4761	57%
	Oct	208.00	109.00	(99.00)	99	9801	91%
	Nov	97.00	130.00	33.00	33	1089	25%
	Dec	66.00	124.00	58.00	58	3364	47%
2020	Jan	119.00	113.00	(6.00)	6	36	5%
	Feb	71.00	115.00	44.00	44	1936	38%
	Mar	93.00	107.00	14.00	14	196	13%
	Apr	257.00	105.00	(152.00)	152	23104	145%
	May	3.00	136.00	133.00	133	17689	98%
	Jun	26.00	110.00	84.00	84	7056	76%
	Jul	129.00	94.00	(35.00)	35	1225	37%
	Aug	26.00	102.00	76.00	76	5776	75%
	Sep	61.00	87.00	26.00	26	676	30%
	Oct	20.00	82.00	62.00	62	3844	76%
	Nov	14.00	70.00	56.00	56	3136	80%
	Dec	77.00	59.00	(18.00)	18	324	31%
2021	Jan	33.00	63.00	30.00	30	900	48%
	Feb	55.00	57.00	2.00	2	4	4%
	Mar	24.00	57.00	33.00	33	1089	58%
	Apr	57.00	51.00	(6.00)	6	36	12%
	May	69.00	53.00	(16.00)	16	256	30%
	Jun	27.00	57.00	30.00	30	900	53%
	Jul	104.00	51.00	(53.00)	53	2809	104%
	Aug	438.00	62.00	(376.00)	376	141376	606%
	Sep	264.00	138.00	(126.00)	126	15876	91%
	Oct	121.00	164.00	43.00	43	1849	26%
	Nov	14.00	156.00	142.00	142	20164	91%
	Dec	16.00	128.00	112.00	112	12544	88%

Anexo 25: Pronostico suavización exponencial ajustada a la tendencia Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L


Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	At	Tt	Pronostico	Error	Error Absoluto	Error cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00	117.67	-					
	Feb	44.00	109.39	-	117.67	73.67	73.67	5,426.78	63%
	Mar	66.00	104.51	-	109.39	43.39	43.39	1,882.36	40%
	Apr	163.00	111.08	-	104.51	(58.49)	58.49	3,421.16	56%
	May	170.00	117.71	-	111.08	(58.92)	58.92	3,471.10	53%
	Jun	200.00	126.96	-	117.71	(82.29)	82.29	6,772.23	70%
	Jul	66.00	120.10	-	126.96	60.96	60.96	3,715.72	48%
	Aug	95.00	117.28	-	120.10	25.10	25.10	630.25	21%
	Sep	156.00	121.63	-	117.28	(38.72)	38.72	1,499.01	33%
	Oct	56.00	114.26	-	121.63	65.63	65.63	4,307.94	54%
	Nov	103.00	112.99	-	114.26	11.26	11.26	126.72	10%
	Dec	16.00	102.09	-	112.99	96.99	96.99	9,407.42	86%
2018	Jan	133.00	105.56	-	102.09	(30.91)	30.91	955.46	30%
	Feb	132.00	108.54	-	105.56	(26.44)	26.44	698.87	25%
	Mar	174.00	115.89	-	108.54	(65.46)	65.46	4,285.60	60%
	Apr	112.00	115.46	-	115.89	3.89	3.89	15.16	3%
	May	91.00	112.71	-	115.46	24.46	24.46	598.11	21%
	Jun	213.00	123.98	-	112.71	(100.29)	100.29	10,058.62	89%
	Jul	128.00	124.43	-	123.98	(4.02)	4.02	16.15	3%
	Aug	77.00	119.10	-	124.43	47.43	47.43	2,249.85	38%
	Sep	204.00	128.64	-	119.10	(84.90)	84.90	7,207.86	71%
	Oct	161.00	132.28	-	128.64	(32.36)	32.36	1,046.91	25%
	Nov	296.00	150.68	-	132.28	(163.72)	163.72	26,803.92	124%
	Dec	123.00	147.57	-	150.68	27.68	27.68	766.40	18%
2019	Jan	48.00	136.38	-	147.57	99.57	99.57	9,914.60	67%
	Feb	183.00	141.62	-	136.38	(46.62)	46.62	2,173.46	34%
	Mar	79.00	134.58	-	141.62	62.62	62.62	3,921.27	44%
	Apr	162.00	137.66	-	134.58	(27.42)	27.42	751.79	20%
	May	200.00	144.67	-	137.66	(62.34)	62.34	3,885.88	45%
	Jun	85.00	137.96	-	144.67	59.67	59.67	3,560.53	41%
	Jul	41.00	127.06	-	137.96	96.96	96.96	9,401.81	70%
	Aug	123.00	126.61	-	127.06	4.06	4.06	16.51	3%
	Sep	53.00	118.33	-	126.61	73.61	73.61	5,417.99	58%
	Oct	208.00	128.41	-	118.33	(89.67)	89.67	8,040.14	76%
	Nov	97.00	124.88	-	128.41	31.41	31.41	986.73	24%
	Dec	66.00	118.26	-	124.88	58.88	58.88	3,467.01	47%
2020	Jan	119.00	118.35	-	118.26	(0.74)	0.74	0.54	1%
	Feb	71.00	113.02	-	118.35	47.35	47.35	2,241.61	40%
	Mar	93.00	110.77	-	113.02	20.02	20.02	400.95	18%
	Apr	257.00	127.21	-	110.77	(146.23)	146.23	21,382.36	132%
	May	3.00	113.25	-	127.21	124.21	124.21	15,428.03	98%
	Jun	26.00	103.44	-	113.25	87.25	87.25	7,612.18	77%
	Jul	129.00	106.31	-	103.44	(25.56)	25.56	653.28	25%
	Aug	26.00	97.29	-	106.31	80.31	80.31	6,450.29	76%
	Sep	61.00	93.21	-	97.29	36.29	36.29	1,316.67	37%
	Oct	20.00	84.98	-	93.21	73.21	73.21	5,359.30	79%
	Nov	14.00	77.00	-	84.98	70.98	70.98	5,037.93	84%
	Dec	77.00	77.00	-	77.00	0.00	0.00	0.00	0%
2021	Jan	33.00	72.05	-	77.00	44.00	44.00	1,936.00	57%
	Feb	55.00	70.14	-	72.05	17.05	17.05	290.84	24%
	Mar	24.00	64.95	-	70.14	46.14	46.14	2,128.64	66%
	Apr	57.00	64.06	-	64.95	7.95	7.95	63.22	12%
	May	69.00	64.61	-	64.06	(4.94)	4.94	24.43	8%
	Jun	27.00	60.39	-	64.61	37.61	37.61	1,414.73	58%
	Jul	104.00	65.29	-	60.39	(43.61)	43.61	1,902.26	72%
	Aug	438.00	107.18	-	65.29	(372.71)	372.71	138,914.53	571%
	Sep	264.00	124.81	-	107.18	(156.82)	156.82	24,591.73	146%
	Oct	121.00	124.38	-	124.81	3.81	3.81	14.51	3%
	Nov	14.00	111.97	-	124.38	110.38	110.38	12,184.05	89%
	Dec	16.00	101.19	-	111.97	95.97	95.97	9,211.00	86%

Anexo 26: Pronostico ARIMA (0,0,1) Respiradero Desecante de 4 X 10.125 CAP. 0.35 L


Anho	Mes	RESPIRADERO DESECANTE DE 4 X 10.125 CAP. 0.35 L	Pronostico	Error	Error Absoluto	Error Cuadratico	% Error
2017	Jan	277.00	118	(159.00)	159.00	25281	135%
	Feb	44.00	153	109.00	109.00	11881	71%
	Mar	66.00	85	19.00	19.00	361	22%
	Apr	163.00	108	(55.00)	55.00	3025	51%
	May	170.00	127	(43.00)	43.00	1849	34%
	Jun	200.00	124	(76.00)	76.00	5776	61%
	Jul	66.00	133	67.00	67.00	4489	50%
	Aug	95.00	96	1.00	1.00	1	1%
	Sep	156.00	113	(43.00)	43.00	1849	38%
	Oct	56.00	124	68.00	68.00	4624	55%
	Nov	103.00	95	(8.00)	8.00	64	8%
	Dec	16.00	115	99.00	99.00	9801	86%
2018	Jan	133.00	87	(46.00)	46.00	2116	53%
	Feb	132.00	125	(7.00)	7.00	49	6%
	Mar	174.00	115	(59.00)	59.00	3481	51%
	Apr	112.00	129	17.00	17.00	289	13%
	May	91.00	109	18.00	18.00	324	17%
	Jun	213.00	108	(105.00)	105.00	11025	97%
	Jul	128.00	141	13.00	13.00	169	9%
	Aug	77.00	110	33.00	33.00	1089	30%
	Sep	204.00	104	(100.00)	100.00	10000	96%
	Oct	161.00	139	(22.00)	22.00	484	16%
	Nov	296.00	119	(177.00)	177.00	31329	149%
	Dec	123.00	160	37.00	37.00	1369	23%
2019	Jan	48.00	103	55.00	55.00	3025	53%
	Feb	183.00	99	(84.00)	84.00	7056	85%
	Mar	79.00	135	56.00	56.00	3136	41%
	Apr	162.00	98	(64.00)	64.00	4096	65%
	May	200.00	130	(70.00)	70.00	4900	54%
	Jun	85.00	131	46.00	46.00	2116	35%
	Jul	41.00	101	60.00	60.00	3600	59%
	Aug	123.00	97	(26.00)	26.00	676	27%
	Sep	53.00	120	67.00	67.00	4489	56%
	Oct	208.00	96	(112.00)	112.00	12544	117%
	Nov	97.00	143	46.00	46.00	2116	32%
	Dec	66.00	101	35.00	35.00	1225	35%
2020	Jan	119.00	104	(15.00)	15.00	225	14%
	Feb	71.00	117	46.00	46.00	2116	39%
	Mar	93.00	101	8.00	8.00	64	8%
	Apr	257.00	111	(146.00)	146.00	21316	132%
	May	3.00	151	148.00	148.00	21904	98%
	Jun	26.00	74	48.00	48.00	2304	65%
	Jul	129.00	100	(29.00)	29.00	841	29%
	Aug	26.00	121	95.00	95.00	9025	79%
	Sep	61.00	88	27.00	27.00	729	31%
	Oct	20.00	106	86.00	86.00	7396	81%
	Nov	14.00	91	77.00	77.00	5929	85%
	Dec	77.00	93	16.00	16.00	256	17%
2021	Jan	33.00	109	76.00	76.00	5776	70%
	Feb	55.00	93	38.00	38.00	1444	41%
	Mar	24.00	103	79.00	79.00	6241	77%
	Apr	57.00	92	35.00	35.00	1225	38%
	May	69.00	104	35.00	35.00	1225	34%
	Jun	27.00	104	77.00	77.00	5929	74%
	Jul	104.00	93	(11.00)	11.00	121	12%
	Aug	438.00	116	(322.00)	322.00	103684	278%
	Sep	264.00	198	(66.00)	66.00	4356	33%
	Oct	121.00	131	10.00	10.00	100	8%
	Nov	14.00	111	97.00	97.00	9409	87%
	Dec	16.00	88	72.00	72.00	5184	82%

Anexo 27: Programación Lineal Suavización Exponencial - Solver

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: 

Para: Máx Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables: 

Sujeto a las restricciones:

$SNS3 \leq 1$
 $SNS3 \geq 0$
 $SNS5 \leq 1$
 $SNS5 \geq 0$

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: 