

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROYECTO DE MEJORA DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS EN
UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE ACEITES Y GRASAS
LUBRICANTES PARA EL SECTOR AUTOMOTRIZ E
INDUSTRIAL**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Bryan Jesus Villegas Vidal

ASESOR:

Juan Carlos Chapilliquén Huiman

Lima, Junio, 2022

RESUMEN

En el presente trabajo tiene como principal objetivo realizar una mejora en el sistema de pronóstico de la categoría de aceites de motor en una empresa dedicada a la distribución de aceites y grasas lubricantes para el sector automotriz e industrial. En primer lugar, mediante las herramientas de diagnóstico de operaciones presentadas en el marco teórico se determinaron los principales problemas que se tienen actualmente y como ellos se relacionan directamente con el proceso de planeamiento de la demanda. A partir de esto se identificaron las principales causas de la venta perdida, altos costos de posesión de inventario y sobre los altos costos de transporte. Como parte de las propuestas de mejora y análisis de diagnóstico se propone implementar un método de pronóstico que permita evitar quiebres de stock, un sistema DRP para la reducción de los niveles de inventario a lo largo de la cadena de suministro y una reducción de los costos de transporte al optimizar los niveles de inventario. Asimismo, se propone la contratación de un recurso adicional debido a la carga laboral de los planificadores de la demanda.

Finalmente, se realizó el análisis económico del proyecto con una proyección de tres años. En línea con esto se obtiene un VAN de \$ 72 781,92 y un TIR = 51,57% generando una rentabilidad por las mejoras implementadas en los ahorros de venta perdida, costo de inventario y transporte.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Cadena de Suministro	2
1.2. Clasificación de Productos ABC	3
1.3. Planificación de Inventarios.....	4
1.3.1. Inventario de ciclo.....	4
1.3.2. Inventario de seguridad.....	4
1.3.3. Inventario en Tránsito	4
1.4. Lote Económico	5
1.5. Pronóstico	6
1.5.1. Métodos cualitativos	6
1.5.2. Métodos cuantitativos	7
1.5.3. Método de error de pronóstico	10
1.6. Planificación de los requerimientos de distribución (DRP).....	12
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	15
2.1. Descripción de la empresa	15
2.1.1. Visión	17
2.1.2. Misión.....	17
2.1.3. Valores	17
2.2. Descripción del proceso actual	17
2.2.1. Descripción del proceso de ventas	17
2.2.2. Proceso de compra	19
2.3. Mapa de procesos para la toma de decisiones	21
2.4. Contexto actual de la empresa	21
CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
3.1. Roturas de stock.....	24
3.1.1. Diagrama Causa – Efecto.....	24
3.1.2. Diagrama de Pareto	24
3.2. Altos niveles de inventario a lo largo de la cadena de suministro	25
3.2.1. Diagrama Causa – Efecto.....	25
3.2.2. Diagrama Pareto.....	26
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA	27
4.1. Elaboración de la clasificación ABC	27
4.2. Pronósticos.....	31
4.2.1. Regresión Lineal	34
4.2.2. Promedio móvil	35
4.2.3. Suavización Exponencial	39
4.2.4. Suavización Exponencial doble	43
4.2.5. Método de Series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia. 47	
4.2.6. Medición de los errores de pronósticos.....	51
4.3. Planificación de los requerimientos de distribución (DRP).....	56
4.4. Costo de transporte	59

CAPÍTULO 5: PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO	61
5.1 Egresos.....	61
5.1.1. Inversión.....	61
5.1.2. Gastos.....	62
5.2. Ingresos.....	63
5.2.1. Evitar roturas de stock.....	63
5.2.2. Reducción de inventarios DRP	64
5.2.3. Reducción de costos de transporte	64
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
6.1. Conclusiones.....	66
6.2. Recomendaciones	66
REFERENCIAS	68
ANEXOS	71



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Administración de la cadena de suministro a través de los años.....	2
Figura 2. Clasificación ABC	3
Figura 3. Función de Costo Total anual de Inventario de Ciclo	5
Figura 4. Distribución de Almacenes - Sistema DRP.....	13
Figura 5. Redes y tipos de transporte	16
Figura 6. Proceso de ventas	18
Figura 7. Proceso de Compras	20
Figura 8. Mapa de procesos para la toma de decisiones	21
Figura 9. Organigrama planeamiento	22
Figura 10. Diagrama causa efecto.....	24
Figura 11. Diagrama causa efecto.....	25
Figura 12. Diagrama de Pareto por familia de productos	29
Figura 13. Gráfico de Demanda real vs Demanda Proyectada – Familia Aceites de Motor	31
Figura 14. Promedio móvil n=2 y n=3 – TURBO XV SAE.....	37
Figura 15. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM MOTOR OIL SAE	37
Figura 16. Promedio móvil n=2 y n=3 – SUPER HD PREMIUM	37
Figura 17. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM HK SAE	38
Figura 18. Promedio móvil n=2 y n=3 – MOTORCYCLE MO SAE	38
Figura 19. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM GT SAE	38
Figura 20. Promedio móvil n=2 y n=3 – TURBO PLUS SAE	39
Figura 21. Promedio móvil n=2 y n=3 – SUPER 2T API TC	39
Figura 22. Suavización exponencial – TURBO XV SAE	41
Figura 23. Suavización exponencial – MAGNUM MOTOR OIL SAE	41
Figura 24. Suavización exponencial – SUPER HD PREMIUM.....	41
Figura 25. Suavización exponencial – MAGNUM HK SAE.....	42
Figura 26. Suavización exponencial – MOTORCYCLE MO SAE.....	42
Figura 27. Suavización exponencial – MAGNUM GT SAE	42
Figura 28. Suavización exponencial – TURBO PLUS SAE.....	43
Figura 29. Suavización exponencial – SUPER 2T API TC.....	43

Figura 30. Suavización exponencial doble – TURBO XV SAE.....	45
Figura 31. Suavización exponencial doble – MAGNUM MOTOR OIL SAE.....	45
Figura 32. Suavización exponencial doble – SUPER HD PREMIUM	45
Figura 33. Suavización exponencial doble – MAGNUM HK SAE	46
Figura 34. Suavización exponencial doble – MOTORCYCLE MO SAE	46
Figura 35. Suavización exponencial doble – MAGNUM GT SAE.....	46
Figura 36. Suavización exponencial doble – TURBO PLUS SAE	47
Figura 37. Suavización exponencial doble – SUPER 2T API TC	47
Figura 38. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO XV SAE	48
Figura 39. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM MOTOR OIL SAE	49
Figura 40. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER HD PREMIUM.....	49
Figura 41. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM HK SAE	49
Figura 42. Influencias Estacionales y de Tendencia– MOTORCYCLE MO SAE.	50
Figura 43. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM GT SAE	50
Figura 44. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO PLUS SAE.....	50
Figura 45. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER 2T API TC.....	51



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato DRP	14
Tabla 2. Demanda de aceites y grasas 2017-2021	23
Tabla 3. Inventario de aceites y grasas 2021	23
Tabla 4. Principales Causas - Roturas de Stock	25
Tabla 5. Principales Causas - Altos Niveles de Inventario	26
Tabla 6. Cantidad de productos por familia de productos	27
Tabla 7. Demanda por subfamilia de productos.....	30
Tabla 8. Demanda principales productos Aceites de motor 2020-2021 (\$).....	32
Tabla 9. Venta perdida 2020 – 2021.....	33
Tabla 10. Regresión lineal - Principales productos 2020-2021 (\$)	34
Tabla 11. Coeficiente correlación de Pearson - Principales productos 2020-2021 (\$)	34
Tabla 12. Pronóstico promedio móvil n=2 - Principales productos 2020-2021 (\$) .	35
Tabla 13. Pronóstico promedio móvil n=3 - Principales productos 2020-2021 (\$) .	36
Tabla 14. Valores Alfa Suavización Exponencial - Principales productos 2020-2021 (\$)	39
Tabla 15. Suavización Exponencial - Principales productos 2020-2021 (\$)	40
Tabla 16. Alfa y Beta para cada tipo de producto.....	43
Tabla 17. Suavización Exponencial doble - Principales productos 2020-2021 (\$) ..	44
Tabla 18. Series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia	48
Tabla 19. Error CFE - Principales productos 2020-2021 (\$).....	52
Tabla 20. Error E - Principales productos 2020-2021 (\$).....	52
Tabla 21. Error MSE - Principales productos 2020-2021 (\$).....	53
Tabla 22. Error σ - Principales productos 2020-2021 (\$).....	54
Tabla 23. Error MAD - Principales productos 2020-2021 (\$).....	54
Tabla 24. Error MAPE - Principales productos 2020-2021 (\$).....	55
Tabla 25. Sistema DRP 2021 (\$).....	58
Tabla 26. Inventario a lo largo de la cadena de Suministro	59
Tabla 27. Costo Transporte DRP	60
Tabla 28. Inversión ERP SAP BO.....	62
Tabla 29. Cuadro de egresos.....	63

Tabla 30. Cuadro de ahorro venta perdida.....	64
Tabla 31. Cuadro de reducción de inventario.....	64
Tabla 32. Cuadro de reducción de costo de transporte	65
Tabla 33. Cuadro de ingresos	65
Tabla 34. Flujo de caja económico e indicadores	65



INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Cálculo de cada método de pronóstico.....	71
ANEXO 2: Cálculo de error para cada tipo de pronóstico	100
ANEXO 3. Cálculo DRP	147



INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

Figura 1a. Demanda mensual de Turbo XV SAE(\$)	72
Figura 2a. Demanda mensual de MAGNUM MOTOR OIL SAE (\$)	72
Figura 3a. Demanda mensual de SUPER HD PREMIUM (\$)	72
Figura 4a. Demanda mensual de MAGNUM HK SAE (\$)	73
Figura 5a. Demanda mensual de MOTORCYCLE MO SAE (\$)	73
Figura 6a. Demanda mensual de MAGNUM GT SAE (\$)	73
Figura 7a. Demanda mensual de TURBO PLUS SAE (\$)	74
Figura 8a. Demanda mensual de SUPER 2T API TC (\$)	74
Figura 1b. Promedio móvil n=2 – TURBO XV SAE	76
Figura 2b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM MOTOR OIL SAVE	76
Figura 3b. Promedio móvil n=2 – SUPER HD PREMIUM	76
Figura 4b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM HK SAE	77
Figura 5b. Promedio móvil n=2 – MOTORCYCLE MO SAE	77
Figura 6b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM GT SAE	77
Figura 7b. Promedio móvil n=2 – TURBO PLUS SAE	78
Figura 8b. Promedio móvil n=2 – SUPER 2T API TC	78
Figura 1c. Promedio móvil n=3 - TURBO XV SAE	80
Figura 2c. Promedio móvil n=3 – MAGNUM MOTOR OIL SAVE	80
Figura 3c. Promedio móvil n=3 – SUPER HD PREMIUM	80
Figura 4c. Promedio móvil n=3 – MAGNUM HK SAE	81
Figura 5c. Promedio móvil n=3 – MOTORCYCLE MO SAE	81
Figura 6c. Promedio móvil n=3 – MAGNUM GT SAE	81
Figura 7c. Promedio móvil n=3 – TURBO PLUS SAE	82
Figura 8c. Promedio móvil n=3 – SUPER 2T API TC	82
Figura 1d. Suavización Exponencial – TURBO XV SAE	83
Figura 2d. Suavización Exponencial – MAGNUM MOTOR OIL SAVE	84
Figura 3d. Suavización Exponencial – SUPER HD PREMIUM	84
Figura 4d. Suavización exponencial – MAGNUM HK SAE	84
Figura 5d. Suavización exponencial – MOTORCYCLE MO SAE	85
Figura 6d. Suavización exponencial – MAGNUM GT SAE	85

Figura 7d. Suavización exponencial – TURBO PLUS SAE	85
Figura 8d. Suavización exponencial – SUPER 2T API TC	86
Figura 1e. Suavización Exponencial ajustado a la tendencia - TURBO XV SAE..	88
Figura 2e. Suavización Exponencial Ajustado a la Tendencia– MAGNUM MOTOR OIL SAVE.....	89
Figura 3e. Suavización Exponencial Ajustado a la Tendencia – SUPER HD PREMIUM	89
Figura 4e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia– MAGNUM HK SAE	89
Figura 5e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia – MOTORCYCLE MO SAE.....	90
Figura 6e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia – MAGNUM GT SAE	90
Figura 7e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia– TURBO PLUS SAE	90
Figura 8e. Suavización exponencial ajustado a la Tendencia– SUPER 2T API TC	91
Figura 1f. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO XV SAE.....	92
Figura 2f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM MOTOR OIL SAE	93
Figura 3f. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER HD PREMIUM	94
Figura 4f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM HK SAE	95
Figura 5f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MOTORCYCLE MO SAE .	96
Figura 6f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM GT SAE.....	97
Figura 7f. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO PLUS SAE	98
Figura 8f. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER 2T API TC	99

INDICE DE TABLAS DE ANEXOS

1A. Regresión lineal:	71
Tabla 1a. Pronóstico de regresión lineal	71
1B. Promedio móvil con n=2	75
Tabla 1b. Pronóstico promedio móvil n=2	75
1C. Promedio móvil n=3	79
Tabla 1c. Pronóstico promedio móvil n=3.....	79
1D. Suavización exponencial	82
Tabla 1d. Alfa para cada producto.....	82
Tabla 2d. Pronóstico suavización exponencial	83
1E. Suavización exponencial ajustada a la tendencia	86
Tabla 1e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia – Alfa y Beta	86
Tabla 2e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia	87
Tabla 3e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia	88
1F. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia	92
Tabla 1f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - TURBO XV SAE.....	92
Tabla 2f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM MOTOR OIL SAE	93
Tabla 3f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - SUPER HD PREMIUM.....	94
Tabla 4f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM HK SAE	95
Tabla 5f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MOTORCYCLE MO SAE	96
1.008	96
Tabla 6f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM GT SAE	97
Tabla 7f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - TURBO PLUS SAE.....	98
Tabla 8f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - SUPER 2T API TC	99
2A. Regresión lineal	100
Tabla 1a. Regresión lineal para producto TURBO XV SAE.....	100
Tabla 2a. Regresión lineal para producto TMAGNUM MOTOR OIL SAE.....	101
Tabla 3a. Regresión lineal para producto SUPER HD PREMIUM.....	102
Tabla 4a. Regresión lineal para producto MAGNUM HK SAE	103
Tabla 5a. Regresión lineal para producto MOTORCYCLE MO SAE.....	104
Tabla 6a. Regresión lineal para producto MAGNUM GT SAE.....	105
Tabla 7a. Regresión lineal para producto TURBO PLUS SAE.....	106
Tabla 8a. Regresión lineal para producto SUPER 2T API TC	107

2B. Promedio móviles n=2	108
Tabla 1b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TURBO XV SAE	108
Tabla 2b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TMAGNUM MOTOR OIL SAE	109
Tabla 3b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para SUPER HD PREMIUM	110
Tabla 4b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MAGNUM HK SAE	111
Tabla 5b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MOTORCYCLE MO SAE	112
Tabla 6b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MAGNUM GT SAE	113
Tabla 7b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TURBO PLUS SAE	114
Tabla 8b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para SUPER 2T API TC	115
2C. Promedio móvil n=3.....	116
Tabla 1c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TURBO XV SAE.....	116
Tabla 2c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TMAGNUM MOTOR OIL SAE	117
Tabla 3c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para SUPER HD PREMIUM.....	118
Tabla 4c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MAGNUM HK SAE	119
Tabla 5c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MOTORCYCLE MO SAE	120
Tabla 6c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MAGNUM GT SAE	121
Tabla 7c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TURBO PLUS SAE.....	122
Tabla 8c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para SUPER 2T API TC	123
2D. Suavización exponencial.....	124
Tabla 1d. Error pronóstico suavización exponencial para TURBO XV SAE	124
Tabla 2d. Error pronóstico suavización exponencial para TMAGNUM MOTOR OIL SAE	125
Tabla 3d. Error pronóstico suavización exponencial para SUPER HD PREMIUM	126
Tabla 4d. Error pronóstico suavización exponencial para MAGNUM HK SAE	127
Tabla 5d. Error pronóstico suavización exponencial para MOTORCYCLE MO SAE	128
Tabla 6d. Error pronóstico suavización exponencial para MAGNUM GT SAE	129
Tabla 7d. Error pronóstico suavización exponencial para TURBO PLUS SAE	130
Tabla 8d. Error pronóstico suavización exponencial para SUPER 2T API TC.....	131
2E. Suavización exponencial ajustada a la tendencia.....	132
Tabla 1e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TURBO XV SAE.....	132
Tabla 2e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TMAGNUM MOTOR OIL SAE.....	133
Tabla 3e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para SUPER HD PREMIUM.....	134
Tabla 4e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MAGNUM HK SAE	135
Tabla 5e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MOTORCYCLE MO SAE	136
Tabla 6e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MAGNUM GT SAE	137
Tabla 7e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TURBO PLUS SAE.....	138

Tabla 7e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para SUPER 2T API TC	139
2F. Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia.....	140
Tabla 1f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para TURBO XV SAE	140
Tabla 2f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM MOTOR OIL SAE.....	140
Tabla 3f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para SUPER HD PREMIUM	141
Tabla 4f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM HK SAE	141
Tabla 5f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MOTORCYCLE MO SAE	142
Tabla 6f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM GT SAE	142
Tabla 7f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para TURBO PLUS SAE	143
Tabla 8f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para SUPER 2T API TC	143
2G. Resumen error por tipo de pronóstico	144
Tabla 1g. CFE.....	144
Tabla 2g. <i>E</i>	144
Tabla 3g. MSE.....	145
Tabla 4g. σ	145
Tabla 5g. MAD.....	146
Tabla 6g. MAPE	146
3A. Tabla de cálculo DRP.....	147
3B. Tabla de resultados del cálculo DRP.....	148

INTRODUCCIÓN

La venta de lubricantes se encuentra en crecimiento debido a la recuperación de las actividades económicas como la minería y sector automotriz. Actualmente, el segmento de industrias (fábricas) consume más de la mitad de los lubricantes que se venden, y la otra parte se destina al sector automotriz para la venta lubricante a vehículos como autos, motos y flota náutica (GESTION 2018)

En el 2018 se estimó que la venta de lubricantes podría llegar a \$400 millones debido a la creación de nuevos productos y se esperó que la industria de lubricantes creciera alrededor del 10% similar al 2017 (REVISTAENERGIA.PE, 2018). A pesar de que en el año 2020 el crecimiento de los sectores minería y automotriz tuvo una disminución en su crecimiento debido a la pandemia COVID19, estos sectores crecieron en 7 y 8.3% en el año 2021 respecto al 2020 (INEI 2021: 9, cuadro 7). Adicional a ello, según el Informe Estadístico Automotor, emitido por la Asociación Automotriz del Perú (AAP), se espera que el 2022 el sector automotor tenga un crecimiento aproximadamente del 3% respecto al año 2021 debido a la contracción de la inversión privada (AAP 2021). Asimismo, se espera un crecimiento en 5.9% del sector minería para el año 2022 según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) debido a que en el 2021 la producción de los 8 principales metales que se extraen en el país registró un alza (El Peruano, 2022).

A pesar de la amplia oferta, las empresas de lubricantes deben contar con una adecuada planificación de la demanda; así como, en la innovación de productos que demanda el nuevo mercado, el cual les permitirá obtener una ventaja en costos y capacidad de respuesta frente a los demás competidores del sector.

Es por ello, que se realizará una estimación de la demanda de una empresa dedicada la distribución de aceites y grasas lubricantes para el sector automotriz e industrial. La demanda se estimará a través de pronóstico de métodos cuantitativos optando por la mejor herramienta que permita reducir la venta perdida. Además, se reducirán los altos costos de inventario, a través de un sistema de planificación de requerimientos de distribución (DRP), y los altos costos de transporte que son representativos para la compañía.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Cadena de Suministro

La cadena de suministro representa la tercera fase de una evolución del concepto de la distribución física, como se puede visualizar en la Figura 1. En los últimos años, se ha vuelto más evidente la coordinación entre el sistema logístico de salida y el de entrada debido al crecimiento de la adquisición internacional de suministros en las compañías a nivel mundial (Coyle, 2018).

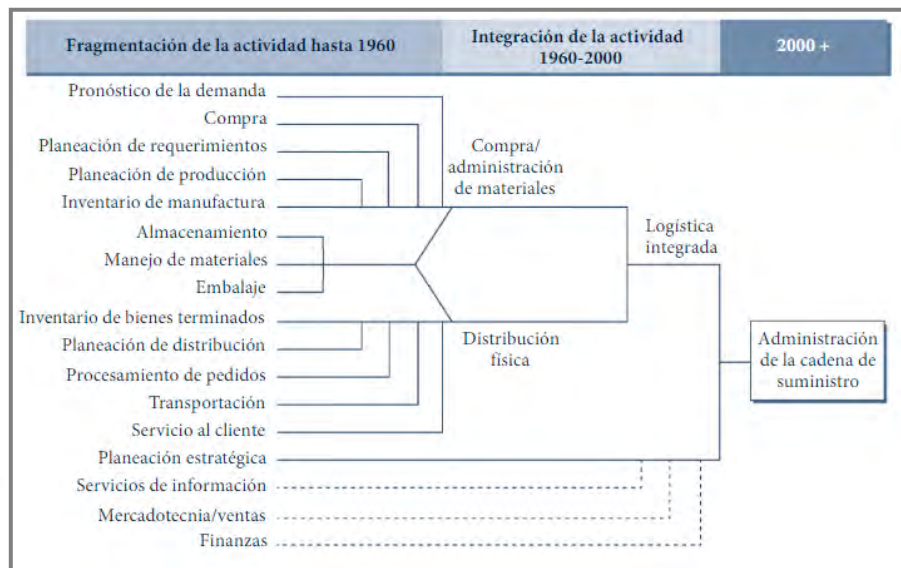


Figura 1. Administración de la cadena de suministro a través de los años

Fuente: (Coyle, 2018:13)

La administración de operaciones y cadena de suministro (AOCS) se define como el diseño, conjunto de operaciones y mejora continua en los procesos que crean y proporcionan un producto o servicio primario de una compañía (Chase, 2014).

La Logística desde la perspectiva de la Administración de la Cadena de suministro es una parte del proceso de la cadena de suministro, que se representa a través de un conjunto de tareas necesarias para planificar, ejecutar y controlar el flujo y el almacenamiento de bienes y servicios desde el punto de origen hasta el consumidor final para satisfacer las necesidades de los clientes (Coyle, 2018:54).

Asimismo, en cuanto a la función de ejecución y de control de la logística, no solamente debemos enfocarnos en el transporte de los materiales, sino que además es necesario comprender todo lo que conlleva el correcto manejo de materiales.

Finalmente, vemos que la logística es parte fundamental de toda la cadena de suministros. En este sentido tenemos que la cadena de suministros no sólo involucra funciones de las áreas al interior de la empresa, sino que además involucra las de las empresas que forman parte del abastecimiento de manera que se creen sinergias y se pueda mejorar el desempeño de todas las partes involucradas.

1.2. Clasificación de Productos ABC

Una compañía cuenta con variedad de cantidad de artículos, también denominados SKU (stock keeping), pero solo un porcentaje del total de productos es lo más importante para la empresa. El análisis ABC es el proceso de dividir los SKU en tres categorías, de acuerdo con su valor de uso, de manera que los gestores se puedan enfocar en artículos que tienen un valor representativo más alto respecto a los demás productos (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013:314)

En la Figura 2, se visualiza la representación de los SKU dividido en tres categorías de los cuales la clase A representa el 80% siendo el más importante, respecto a la clase B que representa el 15% del valor total de los productos y por último el de categoría C que representa el 5%.

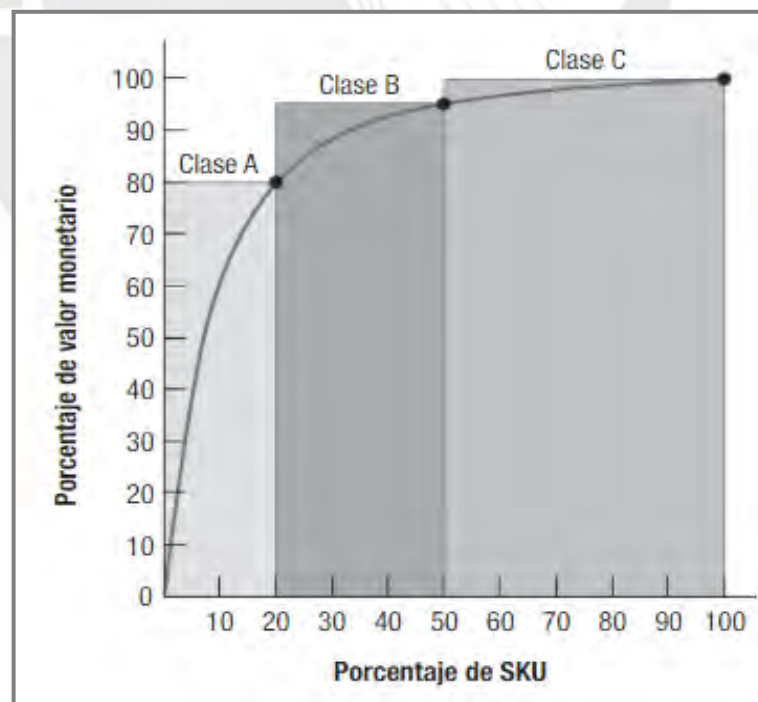


Figura 2. Clasificación ABC

Fuente: (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013:314)

1.3. Planificación de Inventarios

El inventario tiene un rol fundamental en las compañías, principalmente en empresas de distribución, debido a la complejidad de la cadena de suministro. El inventario es la reserva de materiales que se utilizan para satisfacer la demanda del cliente o para apoyar la producción de bienes y servicios que representen un valor para las compañías. El costo de mantener el inventario es la suma del costo de capital y los costos variables de mantener artículos disponibles en los almacenes; tales como materia prima, productos terminados, merma de productos e inventario de seguridad (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013:310).

Los inventarios se clasifican en 4 categorías según la forma en que se creó las cuales son Inventario de ciclo, Inventario de seguridad e Inventario de Previsión (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013:311-312).

1.3.1. Inventario de ciclo

Es una fracción o porción del inventario total que varía directamente con el tamaño del lote; a través del cual se debe fijar el tamaño del lote. El tamaño del lote Q varía directamente conforme transcurre el tiempo entre las órdenes y cuanto más pasas el tiempo, mayor será el inventario de ciclo.

El inventario de ciclo promedio o también denominado Inventario medio se calcula como el promedio entre el inventario mínimo y máximo en un determinado intervalo, teniendo como máximo a Q y mínimo a 0. Por lo que Inventario de ciclo será igual a $Q/2$.

1.3.2. Inventario de seguridad

Es la cantidad de inventario excedente de los productos que una compañía mantiene para protegerse contra la variabilidad de la demanda, tiempos de entrega y cambios en el abastecimiento de los productos.

1.3.3. Inventario en Tránsito

Es el inventario que se crea cuando se emite una orden para un artículo y que aún no ha sido recibido en la compañía. Este tipo de inventario existe debido a que la compañía debe comprometerse en ser abastecido con suficiente inventario en un determinado tiempo.

1.4. Lote Económico

El tamaño de Lote Económico (EOQ) es el lote que minimiza los costos totales anuales de mantener y de ordenar el inventario. Para poder realizar el cálculo del EOQ se debe considerar lo siguiente:

- La demanda debe ser constante
- No hay restricciones de capacidad, como las de envío
- Los únicos costos más relevante para la compañía es el de mantener inventario y el costo de ordenar
- El tiempo de entrega debe ser constante.

El costo total de la compañía está representado por lo siguiente:

Costo total = Costo de mantener inventario + Costo ordenar + Costo de producto

Donde:

- Costo anual de ordenar= (número órdenes/año)*(costo ordenar o preparar)
- Costo anual de mantener inventario = (inventario ciclo promedio)*(costo unitario mantener)

En la Figura 3, el EOQ es se ve mejor representado en el punto más bajo de la curva generando un ahorro más significativo.

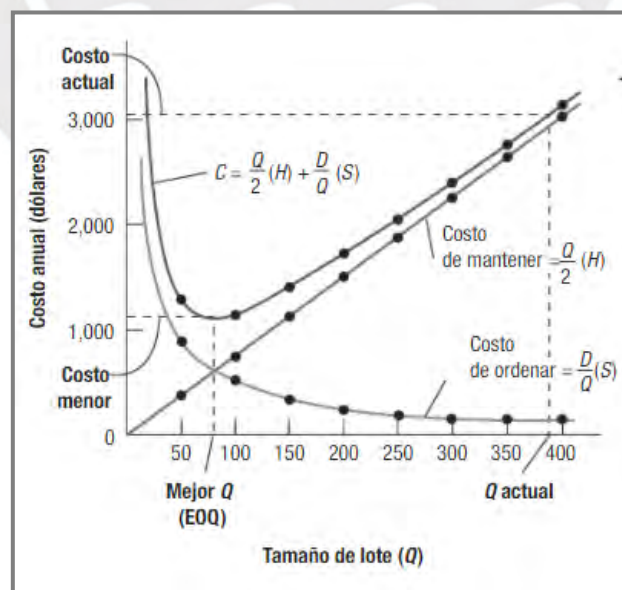


Figura 3. Función de Costo Total anual de Inventario de Ciclo

Fuente: (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2013:317)

El lote económico está representado por la fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

- D: Demanda
- S: Costo Ordenar
- H: Costo de inventario

1.5. Pronóstico

Un pronóstico es una predicción de eventos futuros utilizados con fines de planeación. Se empiezan a obtener pronósticos más precisos cuando existe un equilibrio entre la oferta y la demanda, conciliándose luego a lo largo de toda la cadena de suministro (Krajewski, 2013).

Los métodos de pronóstico pueden basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles o en métodos cualitativos, basados en el análisis de series de tiempo, que recurren al juicio y experiencia de los administradores (Chase, 2014:486).

Adicional a ello, para cualquier técnica de pronósticos es importante medir la exactitud de sus pronósticos ya que estos siempre contienen errores, el cual es resultado de factores impredecibles que ocasionan que el pronóstico se desvíe de la demanda real.

A continuación, se procederá a describir los principales métodos de pronósticos; así como, los métodos de error de pronóstico.

1.5.1. Métodos cualitativos

Es el método de pronóstico en el que se resumen las opiniones, experiencia y conocimiento de los administradores, como relaciones causa-efecto, indicadores del entorno e información organizacional que suelen afectar lo pronosticado (Krajewski, 2013: 470).

Entre los métodos cualitativos tenemos:

1.5.1.1. Estimación de la fuerza de ventas

Son pronósticos compilados de las estimaciones de la proyección de la demanda futura que hacen los miembros de la fuerza de ventas de la compañía.

1.5.1.2. Opinión ejecutiva

Es el método de pronóstico basado en la experiencia de los administradores que toman una decisión junto a su conocimiento técnico.

1.5.1.3. Investigación de mercado

Es el enfoque sistemático para determinar el interés del consumidor externo en un servicio o producto creando y probando una hipótesis mediante la recolección de datos de encuestas.

1.5.1.4. Método Delphi

Es el proceso para obtener el consenso de un grupo de expertos mientras se mantiene el anonimato.

1.5.2. Métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos pueden agruparse en dos categorías, los métodos causales y series de tiempo (Krajewski, 2013: 470 - 481)

Los métodos causales se usan cuando se dispone de datos históricos y se logra identificar la relación entre el factor que se va a pronosticar y otros factores externos e internos. Los métodos causales son buenos para predecir puntos de cambio en la demanda y para preparar pronósticos a largo plazo. Dentro de los métodos causales tenemos a la regresión lineal que es el método causal en el que una variable (variable dependiente) se relaciona con una o más variables independientes mediante una ecuación lineal.

Los métodos de series de tiempo consisten en el uso de métodos analíticos más complicados que los cualitativos, para lo cual se emplea la información histórica de las ventas para poder determinar las tendencias y las variaciones estacionales.

A continuación, se procederá a describir los métodos cuantitativos más importantes para poder realizar los pronósticos de ventas según Krajewski (2013):

1.5.2.1. Promedios móviles simples

El método de promedio móvil simple implica calcular la demanda promedio para los n periodos más recientes y utilizándolo como previsiones para periodos futuros.

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

Donde:

- D_t : demanda real en el periodo t
- n : Número total de periodos en el promedio
- F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t+1$

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

D_t = demanda real en el periodo t
 n = número total de periodos en el promedio
 F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t + 1$

1.5.2.2. Promedios móviles ponderados

Es el método de series de tiempo en el que cada demanda histórica en el promedio puede tener su propio peso, $1/n$, donde la suma de los pesos debe dar 1.

Por ejemplo, en un modelo de promedio móvil ponderado de tres periodos, al periodo más reciente se le asignaría un peso de 0.3, al segundo periodo más reciente se le asignaría un peso de 0.5 y al tercero más reciente un peso de 0.2. El promedio se obtiene multiplicando el peso de cada periodo por el valor de ese periodo y sumando los productos.

$$F_{t+1} = 0.3D_t + 0.5D_{t-1} + 0.2D_{t-2}$$

1.5.2.3. Suavización exponencial

Este método consiste en calcular el pronóstico del siguiente periodo tomando como base la demanda real y el pronóstico del periodo anterior. Además, incluye el uso de un factor de ponderación que va entre 0 y 1 para poder determinar el grado de importancia de cada uno de los factores del pronóstico.

El cálculo del pronóstico se realiza mediante la siguiente ecuación:

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

Donde,

- t = Periodo de tiempo presente
- α = Constante de ajuste exponencial
- A_t = Demanda en periodo t
- F_t = Pronóstico para el periodo t

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo siguiente a t Este método se caracteriza por ser bastante sencillo y de poder reaccionar rápidamente ante variaciones en la demanda, además tiene la ventaja de no requerir grandes cantidades de información histórica.

1.5.2.4. Método ajuste exponencial

Este método se basa en el de ajuste exponencial, pero a diferencia del anterior método permite un mejor pronóstico en aquellos casos en los que existen variaciones significativas en la demanda debido a tendencias y estacionalidades que en el método de ajuste exponencial llevarían a tener errores muy altos. Para poder evitar estos errores, incluye en su modelo las tendencias que existan.

El cálculo del pronóstico se realiza mediante el uso de las siguientes ecuaciones: $F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)(S_t + T_t)$ $T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta)T_t$ $F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$
Donde, F_{t+1} = Pronóstico con tendencia corregida para el periodo $t+1$ S_t = Pronóstico inicial para el periodo t T_t = Tendencia para el periodo t β = Constante de ajuste de tendencia t = Periodo de tiempo presente α = Constante de ajuste exponencial A_t = Demanda en periodo t

1.5.2.5. Método de Influencia estacional y Tendencia

En una gran cantidad de empresas, existen patrones que dependen de la estación y que a su vez siguen una tendencia a lo largo del tiempo, es decir que se dan tendencias estacionales. Para poder calcular los pronósticos en estos casos se utiliza el método de Influencia estacional y Tendencia que consta de cinco pasos.

- Desestacionalizar las ventas al calcular el promedio móvil simple para 4 periodos. Posterior a ello, se realiza un promedio simple para 2 periodos.
- Calcular los índices estacionales por periodo que es obtenido del cociente entre las ventas reales y el promedio móvil simple obtenido para 2 periodos.
- Calcular los índices estacionales en promedio, el cual es el promedio simple obtenido de los resultados del paso 2.
- Determinar la tendencia realizando una regresión lineal sobre las ventas desestacionalizadas, que está representando por los promedios móviles simple para 2 periodos.
- Calcular los pronósticos con el modelo de regresión, que representa la tendencia, y multiplicar por los índices estacionales promedio, que presenta la estacionalidad.

1.5.2.6. Regresión lineal

En la regresión lineal, se tiene una demanda dependiente que se relaciona con una variable independiente, mediante una ecuación lineal. La relación que se obtiene se representa mediante la siguiente ecuación: $Y = a + bX$ Donde, Y = variable dependiente X = variable independiente a = intersección de la recta con el eje Y b = pendiente de la recta.

1.5.3. Método de error de pronóstico

El error aleatorio es resultado de factores impredecibles que ocasionan que el pronóstico se desvíe de la demanda real. Asimismo, el término error se define como la diferencia entre el valor pronosticado y lo que ocurrió en la realidad. Los errores se clasifican en 2 tipos: sesgados y aleatorios. El primero ocurre cuando se comete un error constante tales como no incluir variables correctas, aplicar una recta de tendencia errónea o la existencia de una tendencia no detectada. El segundo ocurre cuando los errores no explican el modelo de pronóstico utilizados (Chase, 2014: 503-506).

A continuación, se describirán los principales parámetros de medición del error de pronóstico:

1.5.3.1. Error de pronóstico

Para un periodo dado t es sencillamente la diferencia encontrada de la diferencia entre el pronóstico y la demanda real; es decir,

$$E_t = D_t - F_t$$

Donde,

- E_t = error de pronóstico para el periodo t
- D_t = demanda real para el periodo t
- F_t = pronóstico para el periodo t

1.5.3.2. Suma acumulativa de errores de pronóstico (CFE)

También conocido como error de sesgo es el resultado de errores consistentes dado que el pronóstico es demasiado alto o bajo. Es la suma acumulada de errores de pronóstico mide el error de pronóstico total y está representado por $CFE = \sum E_t$.

El error de pronóstico promedio, algunas veces llamado sesgo medio, es sencillamente

$$E = CFE/n$$

1.5.3.3. Error cuadrático medio (MSE)

Mide la dispersión de los errores de pronóstico atribuidos a los efectos de tendencia, estacionalidad y aleatoriedad.

$$MSE = \sum E^2 / n$$

Desviación media absoluta (MAD): Al igual que el error MSE mide la dispersión de los errores. Este es el error promedio de los pronósticos mediante valores absolutos.

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

1.5.3.4. Desviación estándar (e)

La desviación estándar es la medida más grande y permite medir la dispersión de los errores.

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{\frac{\sum(Et - \bar{E})^2}{n-1}}$$

La desviación estándar se relaciona usualmente con la Desviación Media Absoluta de la siguiente manera:

1 desviación estándar = 1.25 MAD aproximadamente

1.5.3.5. Error porcentual medio absoluto (MAPE)

Relaciona el error de pronóstico con el nivel de demanda y es útil para tener una perspectiva adecuada del desempeño del pronóstico.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum(Et/Dt)(100)}{n}$$

1.5.3.6. Señal de rastreo

Es la medida que indica si el método de pronósticos predice con exactitud los cambios reales en la demanda, ya sea de manera ascendente o descendente. Está representado por la siguiente fórmula:

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{CFE}{MAD}$$

1.6. Planificación de los requerimientos de distribución (DRP)

La planificación correcta de los requerimientos de distribución cumple un rol importante en las empresas que buscan optimizar los inventarios a lo largo de la cadena de suministro. El sistema DRP permite saber la información actualizada sobre la cantidad y momento en que se deben distribuir los productos a los distintos puntos de venta de la compañía (Domínguez, 1995).

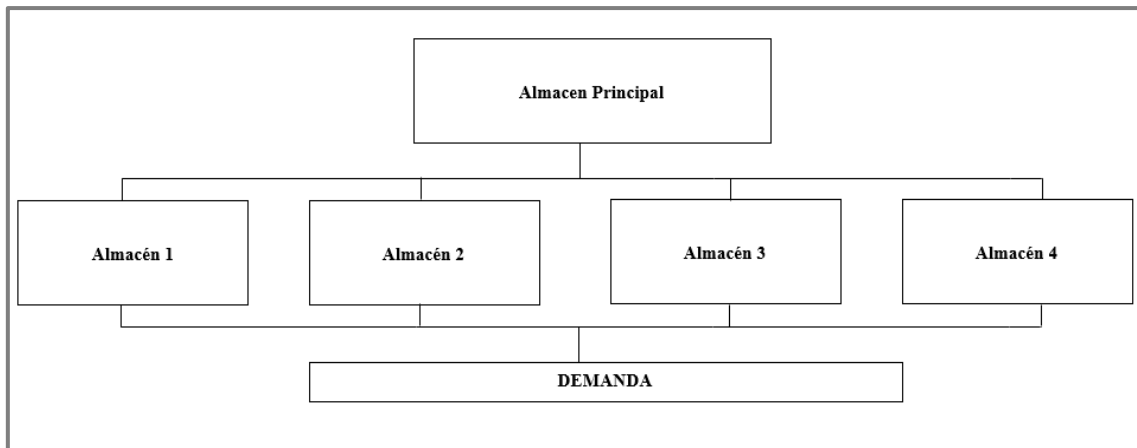


Figura 4. Distribución de Almacenes - Sistema DRP

Para el empleo de la técnica del DRP se requiere información de la Cadena de Suministro, Demanda Independiente y registro de inventarios en cada eslabón de la cadena de suministro.

Para poder elaborar nuestro análisis de planificación de los requerimientos de distribución se utilizarán los siguientes conceptos:

- Requerimientos Brutos (RB): Es el requerimiento de los productos en un determinado periodo de tiempo.
- Recepciones Programadas (RP): Es la cantidad de productos planificados que abastecerán a la compañía en un determinado periodo de tiempo.
- Necesidades Netas (NN): Es la cantidad de productos que requiere la compañía para cumplir con lo solicitado.
- Inventario Disponible (ID): Es la cantidad de productos en unidades físicas reales que cuenta la compañía en su almacén en un determinado periodo de tiempo.
- Recepciones planeadas (RP): Es la cantidad de productos que la empresa necesitará para poder abastecer las necesidades netas.
- Emisiones planeadas de Pedidos (EP): Es el total de productos que se envía a la compañía para satisfacer su requerimiento.

En la Tabla 1, se visualiza el Formato que se empleará para el empleo de la herramienta DRP.

Tabla 1. Formato DRP

CONCEPTO	Periodo					
	1	2	3	4	5	6
Requerimientos Brutos (RB)						
Recepciones Programadas (RP)						
Necesidades Netas (NN)						
Inventario Disponible Proyectado (IDP)						
Recepciones Planeadas (RP)						
Emisiones Planeadas de Pedidos (EP)						



CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

2.1. Descripción de la empresa

El presente trabajo se basa en una empresa peruana dedicada al envasado y comercialización de aceites y grasas lubricantes para el sector automotriz e industrial (minería, transporte, siderurgia, agricultura, obras públicas, entre otros) con presencia en el mercado desde 1992. La empresa cuenta con 74 tipos de productos que son agrupados en 6 familias de productos: aceites de motor, aceites industriales, aceites de transmisión y torque, grasas automotrices, grasas industriales y aceites AFC.

La compañía cuenta con 1 Centro de distribución principal, ubicado en el Callao, y 4 almacenes temporales (Lima, Trujillo, Cusco y Arequipa), de los cuales los almacenes ubicados en Trujillo, Cusco y Arequipa pertenecen a una empresa tercerizada, denominada Operador Logístico, el cual se encarga de gestionar la recepción de los productos desde el Centro de Distribución principal y luego realizar la distribución de estos a los clientes mayoristas y minoristas a nivel nacional.

La empresa distribuidora basa su servicio en ofrecer una mejor atención a sus clientes a través de la calidad de sus productos y tener una mejor gestión de sus canales de atención. Todo ello se logra a través de la planificación y el transporte, tercerizado por la empresa de servicio logístico, que cumplen un rol fundamental debido a que se satisface una demanda a nivel nacional por lo cual requieren disponibilidad de transporte.

En la Figura 5, se detalla el flujo de la cadena de suministro para la distribución de los productos terminados a los almacenes, y de estos a los clientes finales.

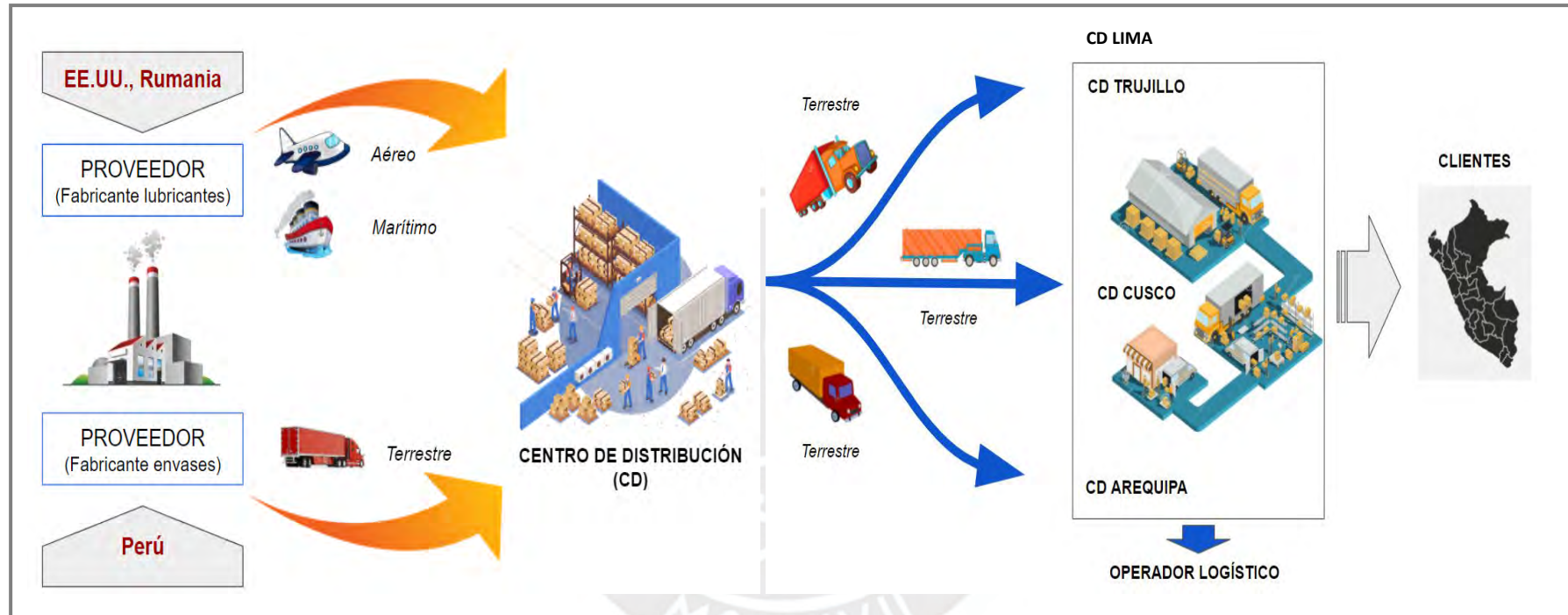


Figura 5. Redes y tipos de transporte

A continuación, se realizará la descripción de la visión, misión y valores de la empresa:

2.1.1. Visión

Ser una empresa líder de lubricantes, dinámica y reconocida a nivel nacional, principalmente en la región andina, orientada a las necesidades del mercado.

2.1.2. Misión

Consolidarse como una empresa que ofrece productos y servicios de calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, proporcionando a la vez rentabilidad a los accionistas. Lo cual se logra en un ambiente creativo y permeable al cambio, con personal honrado, comprometido y motivado que trabaje en el marco de los valores y principios éticos.

2.1.3. Valores

Respeto por las personas, integridad en el actuar, satisfacción del cliente, eficiencia con Simplicidad, actitud positiva y seguridad.

2.2. Descripción del proceso actual

En el presente tema se describirá el proceso de ventas y proceso de compras ante un pedido de algún cliente de la compañía distribuidora de aceites y grasas industriales.

2.2.1. Descripción del proceso de ventas

El proceso de ventas se realiza diariamente y este se puede apreciar en la Figura 6. La fuerza de ventas cuenta con una cartera de clientes por cada familia de productos que tiene la compañía. Los vendedores ofrecen los distintos productos a sus clientes a nivel nacional, principalmente en la región andina. Estos clientes realizan sus pedidos con anticipación cuando tienen un requerimiento por volúmenes grandes de productos.

Asimismo, se negocia entregas parciales hasta abastecer la totalidad de productos que requiere el cliente en caso no se cuente con suficiente stock de productos terminados.

En el flujo de proceso de ventas se puede observar que, al no contarse con disponibilidad de productos, el requerimiento es solicitado al Centro de Distribución principal, el cual será transportado por la empresa de servicio logístico y luego entregado al cliente a través del medio terrestre.

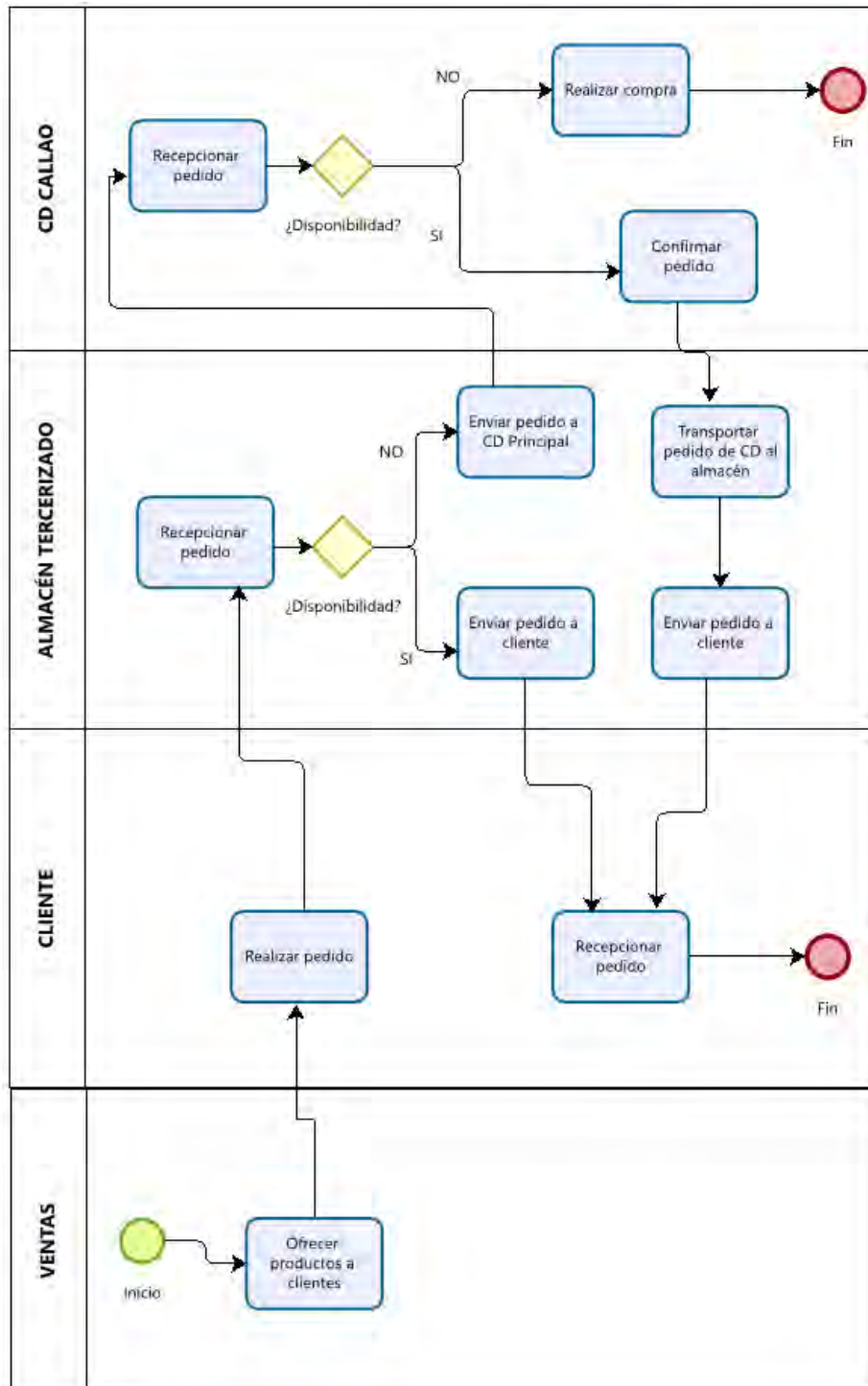


Figura 6. Proceso de ventas

La información de las ventas se redistribuye a las jefaturas de todas las áreas involucradas, de esta manera todas cuentan con un estimado de recursos de los que deberán disponer.

2.2.2. Proceso de compra

El proceso de compras se realiza al no contar con inventario de los productos requeridos por los clientes como se visualizó en la Figura 6, y a través del requerimiento del área de planeamiento. El área de planeamiento se encarga de realizar el pronóstico de las ventas y luego solicitar el requerimiento de la compra de la materia prima (aditivos, envases y embalajes) como se observa en la Figura 7.

El abastecimiento de los aditivos se realiza de la siguiente manera:

- Por el medio marítimo son transportados los aceites bases y aditivos desde EE.UU. y Reino Unido.
- El medio aéreo es un medio de transporte de emergencia.

El abastecimiento de los envases y embalajes se realiza de la siguiente manera:

- El proveedor de envases es local y se encuentra en Lima Metropolitana.
- Este proveedor importa los envases en gran volumen.
- El proveedor abastece a la empresa distribuidora por el medio terrestre hacia el Centro de Distribución Principal en el Callao.
- La compañía, luego de recibir los envases, envía los productos a producción para proceder con el envasado y posteriormente su comercialización del producto final a los Centros de Distribución.

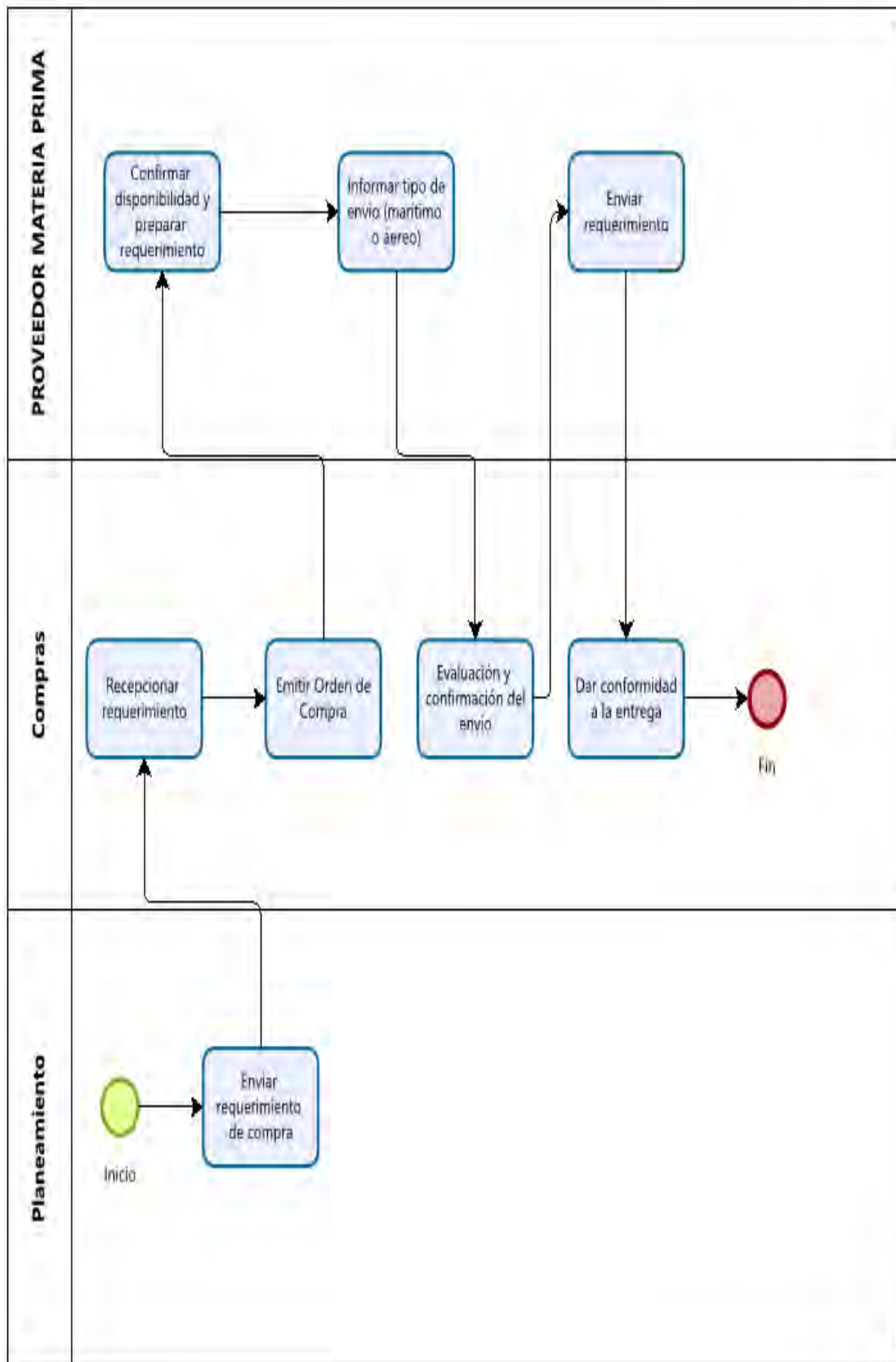


Figura 7. Proceso de Compras

2.3. Mapa de procesos para la toma de decisiones

El mapa de procesos es un diagrama de valor en la cual se puede visualizar la integración de los procesos de una compañía (EAE Business School, 2022).

En la Figura 8, se adjunta el mapa de procesos para la toma de decisiones.

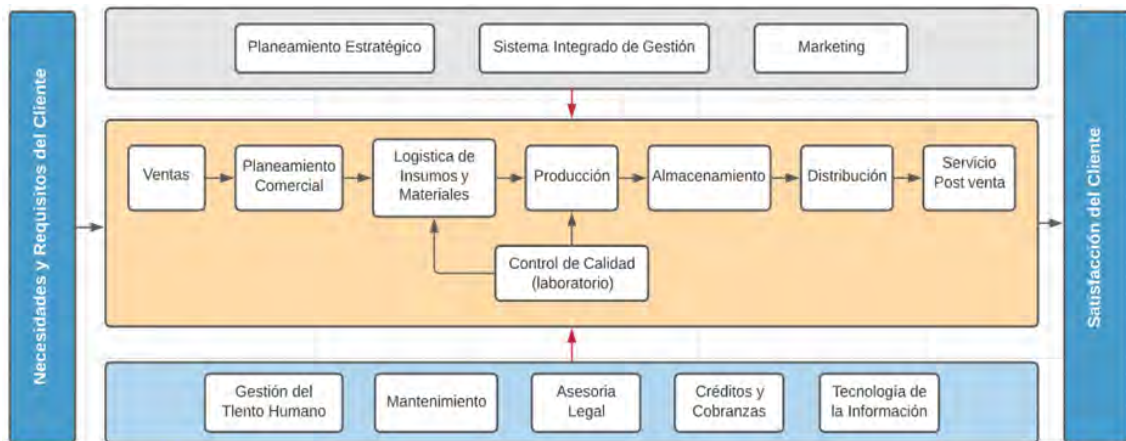


Figura 8. Mapa de procesos para la toma de decisiones

2.4. Contexto actual de la empresa

La planificación cumple un rol fundamental en la empresa distribuidora para satisfacer la demanda de los clientes a nivel nacional por lo que se debe evitar tener ventas pérdidas ocasionadas por las roturas de stock.

El área de Planeamiento pertenece a la empresa distribuidora de aceite y grasas industriales, y es la encargada de integrar y brindar información necesaria para la correcta planificación de la demanda de sus 4 almacenes (1 Centro de distribución principal y 3 almacenes tercerizados).

Como se visualizó en la Figura 4 y Figura 5 tiene las siguientes funciones:

- Solicita los requerimientos de abastecimiento de materia prima y de productos terminados al área de Compras.
- Realiza la elaboración de requerimiento para cumplir con la demanda de los clientes a nivel nacional y evitar que los almacenes a nivel nacional tengan roturas de stock.
- Elabora propuestas de mejora en el abastecimiento de los productos y evita pérdidas de ventas ante posibles variaciones en la demanda.

Actualmente, el área de Planeamiento comercial cuenta con 6 trabajadores (1 gerencia, 4 analistas, 1 practicante) como se muestra en la Figura 9. Estos 6 trabajadores se encuentran laborando desde el Centro de Distribución Principal para elaborar la planificación de la Demanda a nivel nacional. La gerencia se encarga de reunirse con las jefaturas de cada área (compras y ventas) y así consolidar la información para que los 4 analistas realicen la planificación de la demanda de cada almacén.

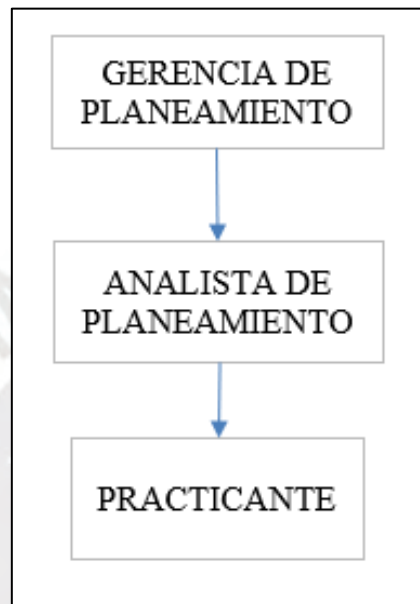


Figura 9. Organigrama planeamiento

Como se mencionó anteriormente, la empresa se dedica 100% al envasado y distribución de los productos, y una mala planificación generará pérdidas significativas a la empresa. En el presente trabajo se plantearán soluciones a los principales problemas que tiene la empresa de distribución como las ventas perdidas, representada en el año 2021 por \$ 204 068; costo de posesión de inventario, con un monto de \$ 210 054,38, y el alto costo de transporte, con un monto de \$ 128 917. Adicional a ello, se evaluarán las posibles causas de venta perdida; y se desarrollarán soluciones que generen un ahorro a la compañía.

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al iniciar el confinamiento en el año 2020, ocasionado por la pandemia global, la compañía se vio en la obligación de cerrar sus almacenes brindando solo servicios de urgencia a clientes industriales; sin embargo, por tratarse de una empresa del sector hidrocarburos se otorgaron los permisos para operar al 100% después de un mes de iniciado el confinamiento. Reiniciadas las operaciones a diferencia de lo esperado, la demanda de los clientes mantuvo su nivel incluso al confinamiento ocasionado por la pandemia COVID 19.

Sin embargo, como se puede visualizar en la Tabla 2 en los años 2020 y 2021 la compañía se vio afectada en las ventas a comparación de los años anteriores.

En el año 2021 la empresa registró un crecimiento de las ventas producto de una mejor planificación ante las dificultades que se presentaron en el año 2020; sin embargo, el no cubrir la demanda generó una disminución del servicio a los clientes. Asimismo, en el año 2021 se obtuvo una venta perdida \$ 204 068.

Tabla 2. Demanda de aceites y grasas 2017-2021

Año	Demanda (unidades baldes)
2017	161599
2018	198830
2019	192225
2020	144160
2021	150933

Además, en la Tabla 3 se visualiza que en el año 2021 la compañía tuvo una rotación de inventario alta de 8 veces al año; es decir, cada 45 días. Este nivel fue ocasionado debido a la mala distribución de productos en los almacenes ocasionando roturas de stock.

Tabla 3. Inventario de aceites y grasas 2021

Descripción	2021
Inventarios	\$ 1 400 362,50
Ventas	\$ 11 319 975,00
Rotación	45 días

Adicional a ello, el costo de posesión de inventario en el año 2021 tuvo un monto representativo de \$ 210 054,38 considerando una tasa de posesión de inventario de 15%.

A continuación, se desarrollarán los principales problemas y las causas que lo generan, y así desarrollar propuestas de mejora que reduzcan el impacto negativo.

3.1. Roturas de stock

En los últimos años la compañía ha tenido problemas de roturas de stock al no cubrir la demanda de los clientes, en consecuencia, se obtiene un nivel de servicio menor hacia los clientes. A continuación, se elaborará un Diagrama Causa-Efecto y Pareto para identificar la principal causa del problema de roturas de Stock.

3.1.1. Diagrama Causa – Efecto

Esta herramienta nos permitirá conocer las principales causas que generan el problema de roturas de stock, y así plantear soluciones que permitan disminuir o eliminar el problema. En la Figura 10, se visualiza el Diagrama Causa-Efecto.

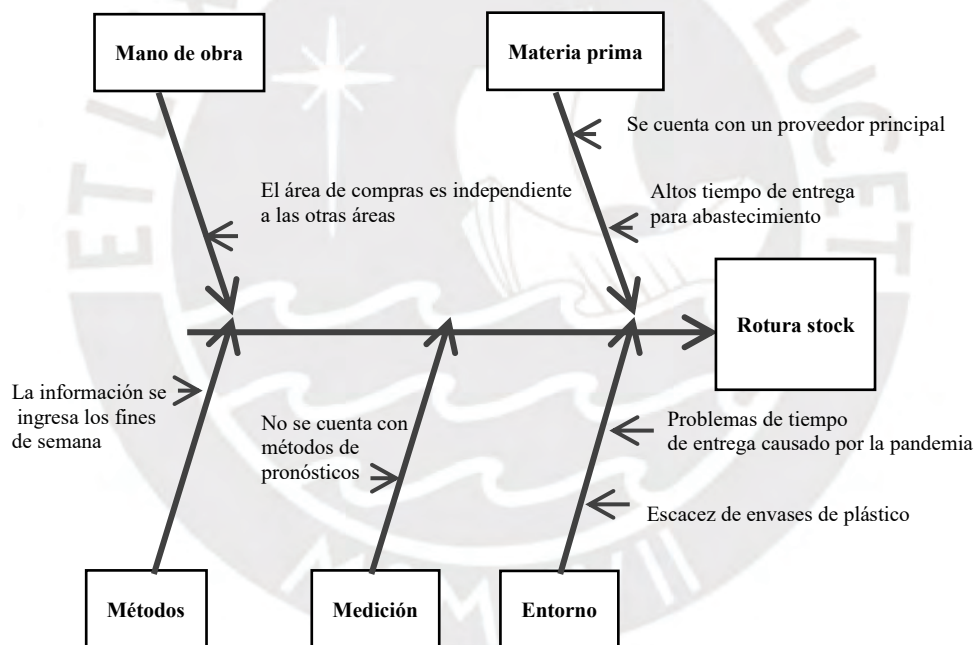


Figura 10. Diagrama causa efecto

3.1.2. Diagrama de Pareto

Esta herramienta nos permite identificar a través de un orden las principales prioridades para toma de decisiones de una organización y determinar los problemas que tienen un mayor impacto en la compañía. En la Tabla 4, podemos visualizar las principales causas que ocasionan las roturas de stock en la empresa distribuidora, generando venta perdida.

Tabla 4. Principales Causas - Roturas de Stock

Causa	Frecuencia anual	%Frecuencia	% Acumulado
No contar con Método Pronóstico	30	70%	70%
Error del área de compras	6	14%	84%
Demora del proveedor de baldes	4	9%	93%
Demora en abastecimiento insumo	3	7%	100%

En conclusión, se puede visualizar que el principal problema es no contar con un método de pronóstico. Es por ello que, en el siguiente capítulo, se abordará un plan de mejora relacionado a los pronósticos para así disminuir las roturas de stock y aumentar el nivel de servicio del cliente.

3.2. Altos niveles de inventario a lo largo de la cadena de suministro

La empresa cuenta con una mala distribución de inventarios a lo largo de la cadena de suministro ocasionando altos costos de inventario. A continuación, se elaborará un Diagrama Causa-Efecto y Pareto para identificar la principal causa del problema de los altos niveles de inventario que tiene la compañía.

3.2.1. Diagrama Causa – Efecto

Esta herramienta permitirá identificar las principales causas que generan altos niveles de inventario a lo largo de la Cadena de Suministro. En la Figura 11, se visualiza el Diagrama Causa -Efecto.

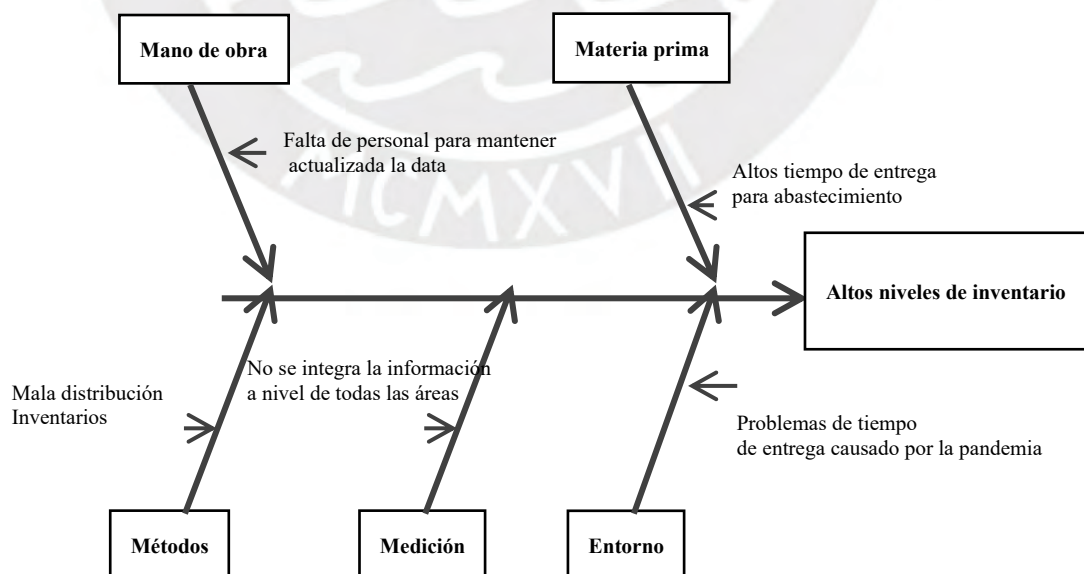


Figura 11. Diagrama causa efecto

3.2.2. Diagrama Pareto

Esta herramienta nos permite identificar a través de un orden las principales prioridades para toma de decisiones respecto a los problemas que tienen un mayor impacto en la compañía. En la Tabla 5 podemos visualizar las principales causas que ocasionan los altos niveles de inventario a lo largo de la cadena de suministro.

Tabla 5. Principales Causas - Altos Niveles de Inventario

Causa	Frecuencia anual	% Frecuencia	% Acumulado
Mala Distribución de Inventarios	24	56%	56%
Demora de entrega entre almacenes	12	28%	84%
Tiempo abastecimiento marítimo alto	5	12%	95%
Mala elaboración de inventarios por parte del personal	2	5%	100%

En conclusión, se puede visualizar que el principal problema es no contar con una adecuada distribución de inventarios a lo largo de la cadena de suministro. Es por ello que se abordará un plan de mejora a través de la técnica de Planificación de los Requerimientos de Distribución (DRP) para mejorar la distribución de inventarios en sus almacenes, siendo su desarrollo el propósito del acápite a continuación.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo se desarrollarán alternativas de solución para las principales causas de los problemas mencionados anteriormente. Para ello, se identificará los principales productos representativas de la compañía, a través de una clasificación ABC, y luego se desarrollará las mejoras de Pronóstico y la Planificación de los Requerimientos de Distribución (DRP) mencionadas en el capítulo anterior.

4.1. Elaboración de la clasificación ABC

Actualmente la compañía distribuidora de aceites y grasas lubricantes para el sector automotriz e industrial comercializa 74 productos diferentes que conforman 16 subfamilias de productos y estos son agrupados en 6 familias de productos como se puede visualizar en la Tabla 6. Las familias están conformadas por los aceites de motor, aceites industriales, aceites de transmisión y torque, grasas automotrices, grasas industriales y AFC Automotrices.

Tabla 6. Cantidad de productos por familia de productos

Nº	FAMILIA	SUBFAMILIA	#SK US	Representación por Familia Productos (%)	Nombre productos
1	ACEITES DE MOTOR	ACEITE MOTOR SERVICIO SEVERO	8	50.5	SUPER HD PREMIUM PLUS, TURBO XHD PREMIUM, OTROS
		ACEITE MOTOR VEHICULO PASAJERO	14	49.5	4T MOTORCYCLE MO SYNBLEND, MAGNUM GAS SAE, OTROS
2	ACEITES INDUSTRIALES	ACEITES DE COJINETES Y CIRCULACIÓN	1	0.2	BAMBURI OIL ISO 220 (CIL 55GL)
		ACEITES DE PROCESO	5	26.8	TAURO B22, TAURO 32, TAURO N22, TAURO N220, TAURO N40
		ACEITES ELÉCTRICOS	1	0.2	TRANSFORMER OIL INHIBITED
		ACEITES HERRAMIENTAS NEUMÁTICA	1	0.5	ROCKDRILL ISO 100
		ACEITES TEXTILES	2	2.9	WHITE NEEDLE 22, WHITE NEEDLE 32

		ACEITES TRANSFERENCIA DE CALOR	3	1.8	CYLINDER OIL ISO 460, HEAT TRANSFER OIL ISO 100, OTROS
		FLUIDOS HIDRAÚLICOS	6	55	HYDROFLUID AW ISO 32,AW ISO 37, HYDROFLUID SPECIAL AW ISO 46, OTROS
		FLUIDOS PARA TRABAJOS DE METAL	6	12.6	CUTTING OIL CF 22G, METAL PROTECTIVE OIL, TEMP PLATE A, OTROS
3	ACEITES DE TRANSMISION Y TORQUE	ACEITE PARA ENGRANAJES AUTOMOTRICES	2	62.9	GEAR LUBRICANT SAE, GL-1 SAE 90
		FLUIDOS DE TRANSMISIÓN	4	37.1	AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID, HYDRATRATOR HTF FKUID SAE,OTROS
4	GRASAS AUTOMOTRICES	GRASAS BÁSICAS	10	100	GOLDEN GREASE NLGI, BLUE GREASE, RED GREASE NLGI, OTROS
5	GRASAS INDUSTRIALES	GRASAS BÁSICAS	4	52.5	LITHIUM MP GREASE EP 1, GREASE EP 2,GREASE EP 3, LITHIUM MP GREASE S EP 2
		GRASAS DE ALTO RENDIMIENTO	2	47.5	HI-TEMP LITHIUM COMPLEX GREASE, MOLY GREASE EP 2
6	AFC AUTOMOTRICES	AFC BASADOS EN ETILENGLICOL	5	100	HD ELC ANTIFREEZE PREDILUTED, ULTRA GREEN COOLANT ANTIFREEZE, OTROS

Para poder realizar una buena gestión de sus productos en el almacén, es necesario que se elabore un análisis de la principal familia de productos a través de un diagrama de Pareto. De esta manera, se podrá identificar aquellos productos que son los más representativos para la empresa y que deberán de contar con un seguimiento más detallado porque en caso de haber faltantes o exista inventario de productos podría generar un impacto representativo para la compañía.

Asimismo, se identificarán aquellos productos que en caso de existir faltantes no representarían un impacto tan grande pero que son necesarios para brindar una mayor variedad de oferta a los clientes de la compañía.

En la Figura 12, se ha desarrollado el diagrama de Pareto por familia de productos y se puede visualizar que la principal familia es Aceites de motor con una representación de 54% de las ventas totales.

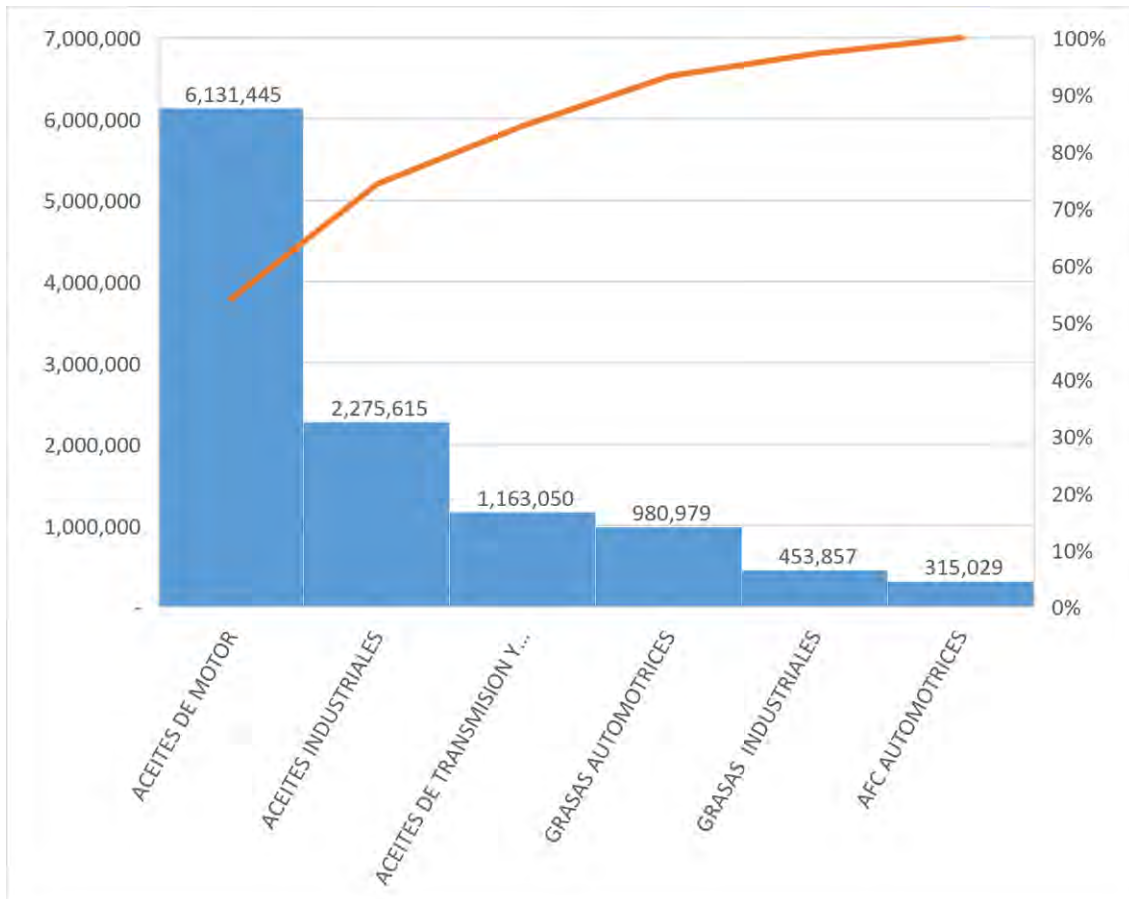


Figura 12. Diagrama de Pareto por familia de productos

A partir del análisis de Pareto de la demanda por familia de productos, representado en la Figura 12, se concluye que la familia más representativa es el Aceite de Motor, con un total de 22 SKU's, siendo aproximadamente el 54% del Total de Ventas para el año 2021. Es por ello, que se elaborará una clasificación ABC de los 22 productos para determinar los cuáles son los más representativos.

En la Tabla 7, se puede visualizar la demanda de cada producto y su participación respecto a la demanda total para el año 2021. Adicional a ello, se ha realizado la clasificación ABC obteniendo como resultado un total de 8, 8 y 6 productos para las categorías A, B y C respectivamente.

Tabla 7. Demanda por subfamilia de productos

N°	SKU	DEMANDA (USD)	PORCENTAJE	% Acumulado	ABC
1	TURBO XV SAE	1672691	27.28%	27.28%	A
2	MAGNUM MOTOR OIL SAE	966640	15.77%	43.05%	A
3	SUPER HD PREMIUM	710706	11.59%	54.64%	A
4	MAGNUM HK SAE	395932	6.46%	61.09%	A
5	MOTORCYCLE MO SAE	390467	6.37%	67.46%	A
6	MAGNUM GT SAE	383618	6.26%	73.72%	A
7	TURBO PLUS SAE	379012	6.18%	79.90%	A
8	SUPER 2T API TC	236958	3.86%	83.77%	A
9	MARINE PREMIUM TC	194249	3.17%	86.93%	B
10	SUPER XHD PREMIUM	182266	2.97%	89.91%	B
11	MARINE TC-W	181488	2.96%	92.87%	B
12	SYNABEX SAE	118087	1.93%	94.79%	B
13	SUPER PRO MAX SYNTHETIC	70339	1.15%	95.94%	B
14	SUPER 2T API	67792	1.11%	97.04%	B
15	TURBO VIS SAE	64524	1.05%	98.10%	B
16	TURBO DIESEL D	50564	0.82%	98.92%	B
17	TURBO SUPER SAE	34794	0.57%	99.49%	C
18	4T MOTORCYCLE SYNBLED	20288	0.33%	99.82%	C
19	MAGNUM GAS SAE	8281	0.14%	99.96%	C
20	SUPER HD PREMIUM PLUS SAE 15W	1535	0.03%	99.98%	C
21	MULTI-VEHICLE SYNTHETIC	985	0.02%	100.00%	C
22	SUPER 2T TC	230	0.00%	100.00%	C

A partir del análisis ABC de la principal de familia de productos, se concluye que los 8 SKU's más representativos representan un total de \$ 5 136 024, el cual es equivalente al 45,37% de las ventas totales. Es por ello, que se elaborará un plan de mejora para los principales productos (clasificación A) de la familia más representativa.

4.2. Pronósticos

Como se mencionó anteriormente, la principal familia de productos representativos son los aceites de motor con una participación mayor al 50% de las ventas. A partir de ello, se va a realizar la elaboración de pronósticos de la demanda de los principales productos (categoría A) que se identificaron en el capítulo anterior para evitar futuras ventas perdidas. De acuerdo a esto, se han llevado a cabo cuatro tipos de pronósticos: regresión lineal, promedio móvil, suavización exponencial y Método de Series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia.

En la Figura 13, podemos visualizar que la pandemia afectó la demanda de la principal familia de lubricantes ocasionado por la pandemia, el cual tuvo un impacto negativo en las ventas automotrices a nivel mundial, en aproximadamente 9% a partir del 2do trimestre del año 2020 (AAP, 2020). Es por ello, que se considerarán los datos mensuales desde el 2do trimestre del año 2020 en adelante para la elaboración de pronósticos. Asimismo, la demanda ha aumentado en los 2 últimos años (periodo 2020-2021) respecto al año 2019, el cual será representativo para elaborar un modelo de pronóstico que se adapte a la planificación de la demanda de la empresa.

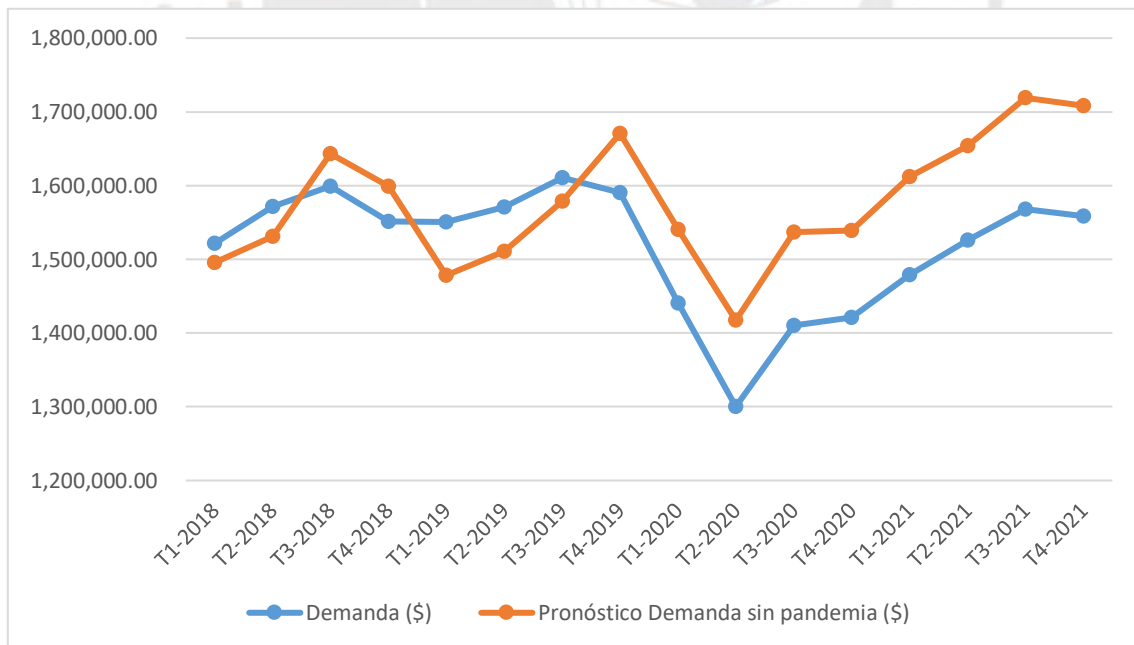


Figura 13. Gráfico de Demanda real vs Demanda Proyectada – Familia Aceites de Motor

En la Tabla 8 se visualiza el detalle de la demanda de los productos con categoría A para la elaboración de pronósticos.

Tabla 8. Demanda principales productos Aceites de motor 2020-2021 (\$)

Periodo 2020- 2021	DEMANDA MENSUAL (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
2	131311	72279	52007	27354	29462	28867	28744	19132
3	126576	76617	53750	31490	30216	28182	29435	18496
4	127946	79099	54036	28474	29451	29661	30224	19365
5	133735	77031	52413	31438	29528	27765	27610	18391
6	132959	77236	55702	31518	28368	27379	29410	19590
7	129113	73006	54681	30838	29764	29913	31010	18553
8	132590	71798	55117	31490	31130	28565	31837	18859
9	136831	81710	54525	29499	31050	29655	29156	19800
10	131801	82832	56154	29104	29980	29042	28695	19478
11	135208	73398	55730	32472	32037	28690	29986	19294
12	134263	74497	57325	31573	30923	28662	31706	18762
13	136149	82966	55938	30498	30157	30077	30321	19870
14	140868	82670	57593	30335	29882	29938	29934	18297
15	139520	82398	57888	32468	31586	28861	32661	18777
16	135285	72752	56754	33616	32820	30330	33007	20232
17	138399	82643	58498	30565	30873	29268	32711	18485
18	142451	81331	57675	30470	30434	31292	30359	18409
19	138469	75480	58826	32996	32383	30403	30075	18304
20	141178	75880	58141	33586	30215	31471	33073	18735
21	138843	74300	59733	33790	32173	30931	30203	19446

Adicional a ello, como se puede visualizar en la Tabla 9 se puede visualizar que en los últimos años ha existido una gran cantidad de venta perdida de los productos con categoría A debido a una mala proyección de la demanda al no contar con un método de pronóstico adecuado.

Tabla 9. Venta perdida 2020 – 2021

Año	Mes	Demanda	Quiebre stock	Venta perdida (\$)
2020	1	5094	2.56%	9762
	2	5189	1.25%	4864
	3	5263	3.70%	14606
	4	5310	1.80%	7169
	5	5305	3.56%	14146
	6	5362	4.10%	16489
	7	5292	2.10%	8334
	8	5352	2.65%	10637
	9	5496	3.05%	12573
2021	10	5428	4.10%	16691
	11	5424	3.68%	14950
	12	5436	4.60%	18755
	13	5546	5.50%	22879
	14	5594	4.05%	16990
	15	5655	6.23%	26404
	16	5531	3.35%	13896
	17	5619	2.15%	9061
	18	5632	3.75%	15841
	19	5559	5.75%	23974
	20	5630	3.20%	13513
	21	5592	2.65%	11115
Total				302647

A continuación, se desarrollarán los 3 tipos de pronósticos mencionados anteriormente el cual permitirá obtener un adecuado modelo de pronóstico para los productos más representativos. El detalle de los cálculos se encuentra en el Anexo 1.

4.2.1. Regresión Lineal

En primer lugar, se realizará el pronóstico en base a la regresión lineal. La función obtenida en base a la demanda real para los principales 8 SKU's se visualiza en la Tabla 10.

Tabla 10. Regresión lineal - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRODUCTO	ECUACION	A	B
1	TURBO XV SAE	$675.09 * X + 127318$	127318	675.09
2	MAGNUM MOTOR OIL SAE	$182.68 * X + 75210$	75210	182.68
3	SUPER HD PREMIUM	$329.34 * X + 52358$	52358	329.34
4	MAGNUM HK SAE	$180.68 * X + 29105$	29105	180.68
5	MOTORCYCLE MO SAE	$133.51 * X + 29042$	29042	133.51
6	MAGNUM GT SAE	$146.01 * X + 27742$	27742	146.01
7	TURBO PLUS SAE	$155.55 * X + 28687$	28687	155.55
8	SUPER 2T API TC	$7.7234 * X + 18876$	18876	7.7234

El valor del Coeficiente de correlación de Pearson (R) representa la solidez de la relación entre el número de meses (1 al 21); además, la pendiente (B) positiva nos indica que hay un crecimiento de la demanda. Si bien contamos con una tendencia positiva al igual que la demanda es importante luego evaluar los porcentajes de error para identificar el mejor pronóstico. Por otro lado, el coeficiente de determinación (R²) nos indica la variación del resultado y qué tan preciso es la data. En la Tabla 11, se visualiza el R y R² para los principales productos.

Tabla 11. Coeficiente correlación de Pearson - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRODUCTO	R ²	R
1	TURBO XV SAE	0.76	0.87
2	MAGNUM MOTOR OIL SAE	0.07	0.27
3	SUPER HD PREMIUM	0.88	0.94
4	MAGNUM HK SAE	0.42	0.65
5	MOTORCYCLE MO SAE	0.45	0.67
6	MAGNUM GT SAE	0.59	0.77
7	TURBO PLUS SAE	0.37	0.61
8	SUPER 2T API TC	0.01	0.08

En conclusión, el método de regresión lineal se aproxima más a los productos TURBO XV SAE, SUPER HD PREMIUM, MAGNUM GT SAE, MOTORCYCLE MO SAE y MAGNUM HK SAE. Como se puede observar en la Tabla 11 existe cierta relación de la demanda de los productos con el modelo de regresión lineal; sin embargo, la variabilidad en este modelo se debe al error ya que existen datos que se encuentran alejados de la recta que afectan directamente al coeficiente de correlación.

4.2.2. Promedio móvil

En segundo lugar, se ha evaluado el método de promedio móvil. Para esto se ha considerado dos lapsos de tiempo diferentes: dos meses y tres meses. Se evaluará inicialmente el promedio móvil en base a dos meses.

En las Tabla 12 y Tabla 13 se visualiza el pronóstico para los principales productos considerando un lapso de tiempo de 2 y 3 meses respectivamente.

Tabla 12. Pronóstico promedio móvil n=2 - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRONÓSTICO N=2 (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1								
2								
3	128719	71984	52556	28360	28878.5	28116	28477.5	18522
4	128943.5	74448	52878.5	29422	29839	28524.5	29089.5	18814
5	127261	77858	53893	29982	29833.5	28921.5	29829.5	18930.5
6	130840.5	78065	53224.5	29956	29489.5	28713	28917	18878
7	133347	77134	54057.5	31478	28948	27572	28510	18990.5
8	131036	75121	55191.5	31178	29066	28646	30210	19071.5
9	130851.5	72402	54899	31164	30447	29239	31423.5	18706
10	134710.5	76754	54821	30494.5	31090	29110	30496.5	19329.5
11	134316	82271	55339.5	29301.5	30515	29348.5	28925.5	19639
12	133504.5	78115	55942	30788	31008.5	28866	29340.5	19386
13	134735.5	73948	56527.5	32022.5	31480	28676	30846	19028
14	135206	78732	56631.5	31035.5	30540	29369.5	31013.5	19316
15	138508.5	82818	56765.5	30416.5	30019.5	30007.5	30127.5	19083.5
16	140194	82534	57740.5	31401.5	30734	29399.5	31297.5	18537
17	137402.5	77575	57321	33042	32203	29595.5	32834	19504.5
18	136842	77698	57626	32090.5	31846.5	29799	32859	19358.5
19	140425	81987	58086.5	30517.5	30653.5	30280	31535	18447
20	140460	78406	58250.5	31733	31408.5	30847.5	30217	18356.5
21	139823.5	75680	58483.5	33291	31299	30937	31574	18519.5

Tabla 13. Pronóstico promedio móvil n=3 - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRONÓSTICO N=3 (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1								
2								
3								
4	128005	73528	52954	29403	29324	28138	28797	18513
5	128611	75998	53264	29106	29710	28903	29468	18998
6	129419	77582	53400	30467	29732	28536	29090	18751
7	131547	77789	54050	30477	29116	28268	29081	19115
8	131936	75758	54265	31265	29220	28352	29343	18845
9	131554	74013	55167	31282	29754	28619	30752	19001
10	132845	75505	54774	30609	30648	29378	30668	19071
11	133741	78780	55265	30031	30720	29087	29896	19379
12	134613	79313	55470	30358	31022	29129	29279	19524
13	133757	76909	56403	31050	30980	28798	30129	19178
14	135207	76954	56331	31514	31039	29143	30671	19309
15	137093	80044	56952	30802	30321	29559	30654	18976
16	138846	82678	57140	31100	30542	29625	30972	18981
17	138558	79273	57412	32140	31429	29710	31867	19102
18	137735	79264	57713	32216	31760	29486	32793	19165
19	138712	78909	57642	31550	31376	30297	32026	19042
20	139773	79818	58333	31344	31230	30321	31048	18399
21	140699	77564	58214	32351	31011	31055	31169	18483

Se concluye de las figuras que, si bien lo pronosticado sigue la misma tendencia creciente de la demanda, existen muchos valores que no permiten tener un pronóstico tan exacto y puede provocar roturas de stock o inventario no productivo. Además, visualizamos que para el promedio móvil con n=3 existen muchos valores que están menos relacionados con la demanda al no capturar los picos de venta tan rápido. Si comparamos versus el promedio móvil de 2 meses tenemos un método menos exacto y probablemente con un porcentaje de error más alto.

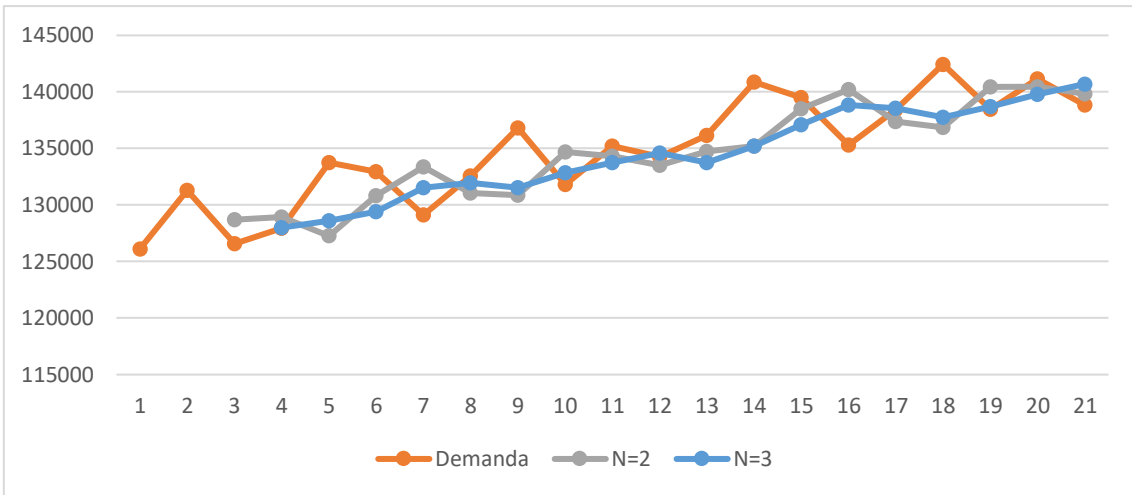


Figura 14. Promedio móvil n=2 y n=3 – TURBO XV SAE

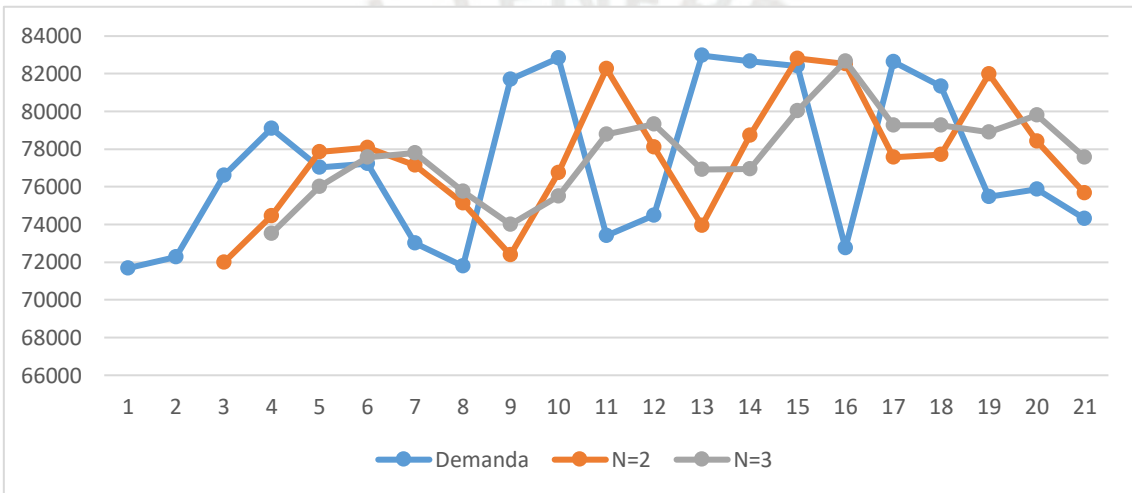


Figura 15. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM MOTOR OIL SAE

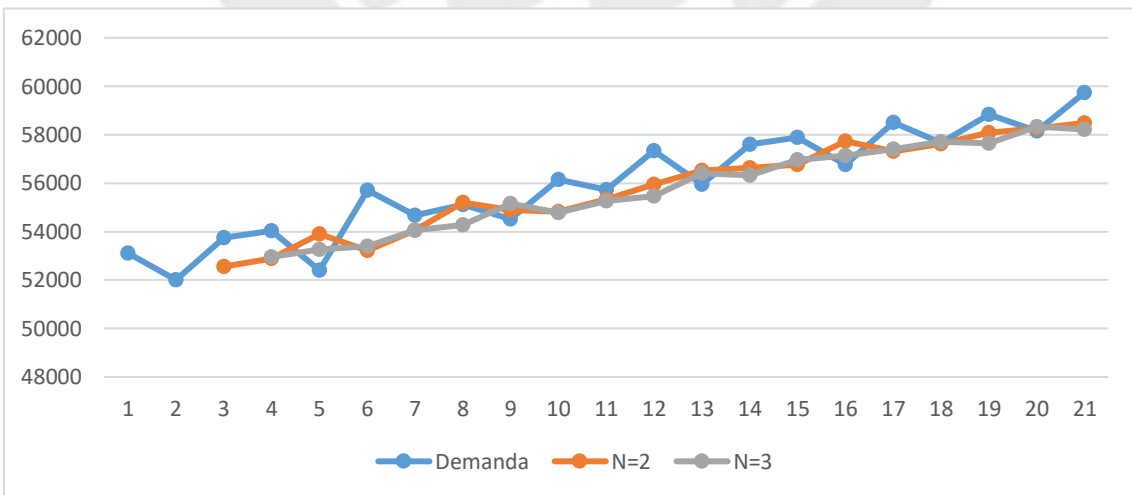


Figura 16. Promedio móvil n=2 y n=3 – SUPER HD PREMIUM

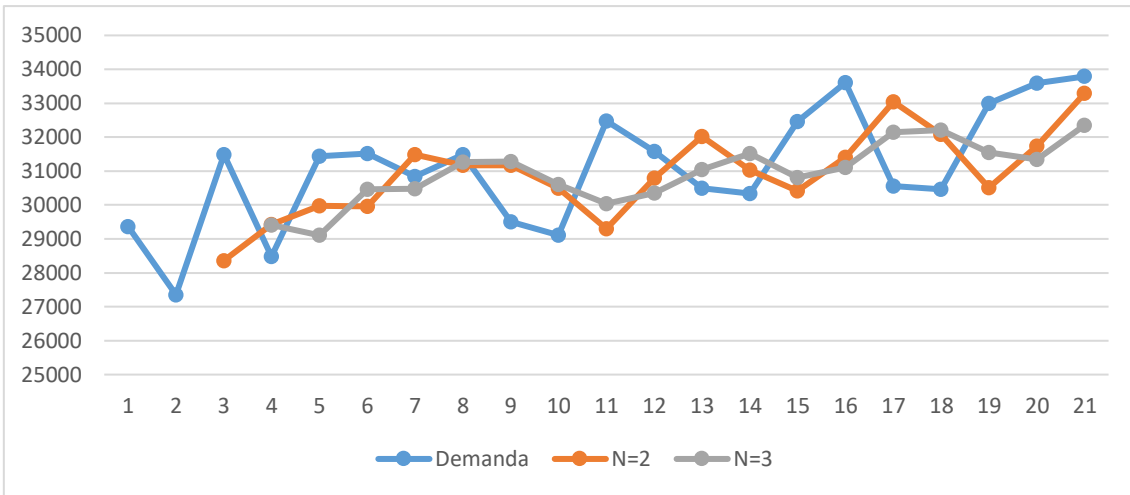


Figura 17. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM HK SAE

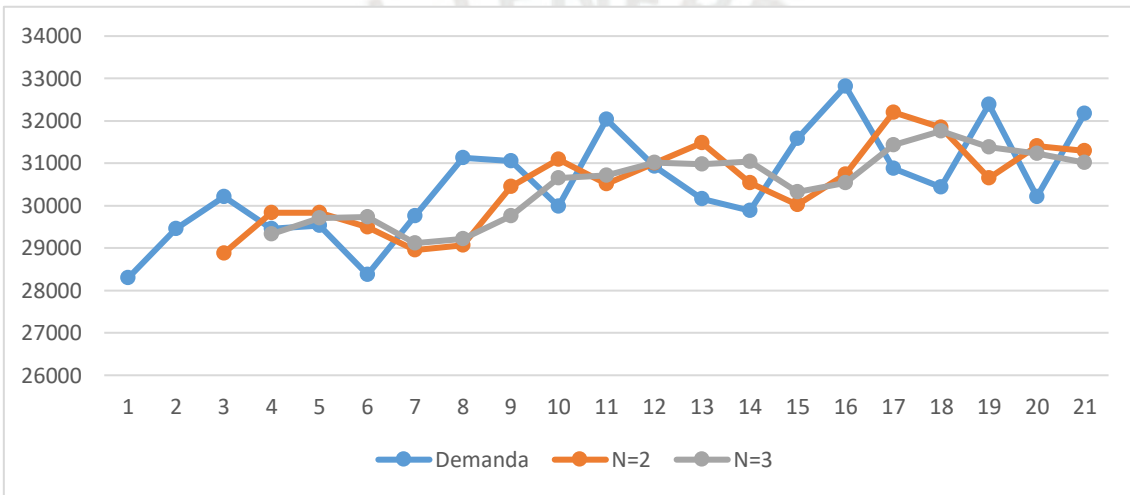


Figura 18. Promedio móvil n=2 y n=3 – MOTORCYCLE MO SAE

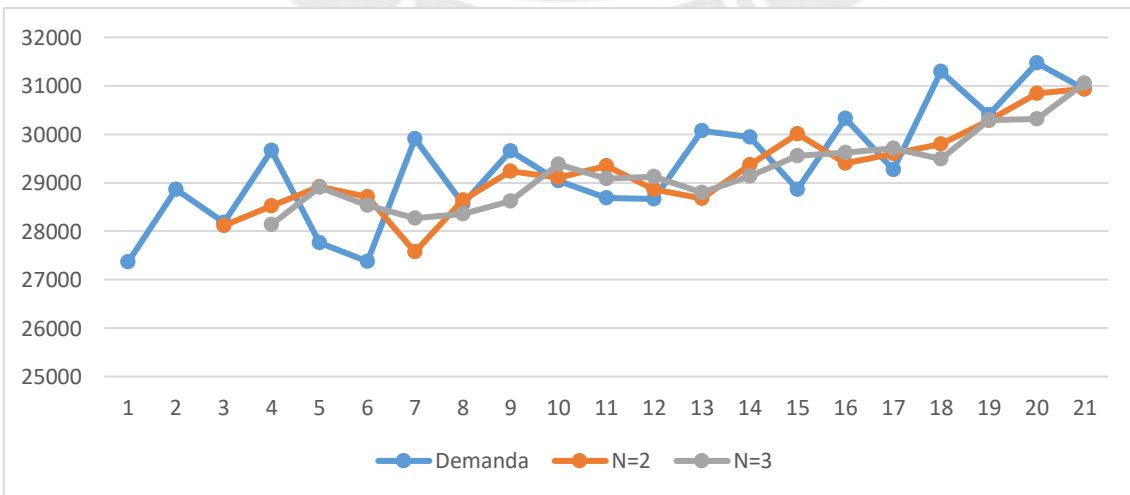


Figura 19. Promedio móvil n=2 y n=3 – MAGNUM GT SAE

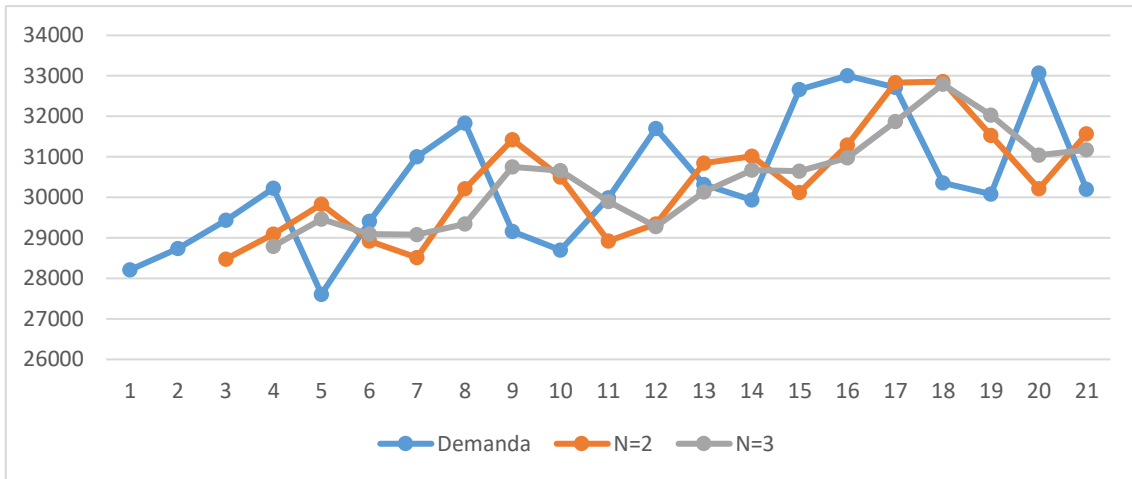


Figura 20. Promedio móvil n=2 y n=3 – TURBO PLUS SAE

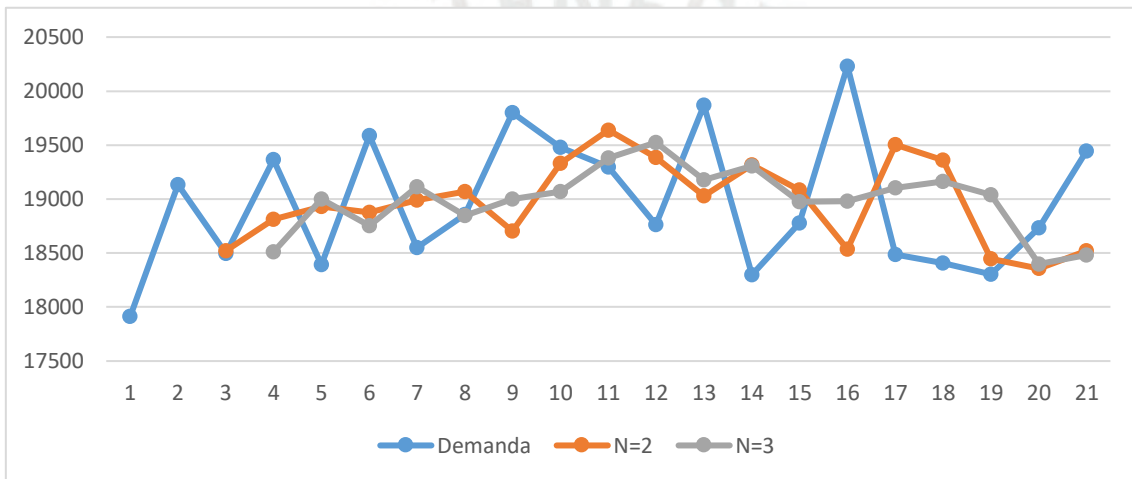


Figura 21. Promedio móvil n=2 y n=3 – SUPER 2T API TC

4.2.3. Suavización Exponencial

Como se mencionó en el capítulo 1, este método consiste en calcular el pronóstico del siguiente periodo tomando como base la demanda real y el pronóstico del periodo anterior. Para este método se ha usado los valores alfa representados en la Tabla 14.

Tabla 14. Valores Alfa Suavización Exponencial - Principales productos 2020-2021 (\$)

N°	Producto	Alfa
1	TURBO XV SAE	0.5
2	MAGNUM MOTOR OIL SAE	0.9
3	SUPER HD PREMIUM	0.55
4	MAGNUM HK SAE	0.7
5	MOTORCYCLE MO SAE	0.5
6	MAGNUM GT SAE	0.4
7	TURBO PLUS SAE	0.9
8	SUPER 2T API TC	0.85

En la Tabla 15 se detalla el pronóstico por cada producto representativo considerando los valores Alfa de la Tabla 14.

Tabla 15. Suavización Exponencial - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRONÓSTICO EXPONENCIAL (USD)							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
2	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
3	128719	72220	52501	27958	28879	27966	28691	18949
4	127648	76177	53188	30430	29547	28052	29361	18564
5	127797	78807	53654	29061	29499	28696	30138	19245
6	130766	77209	52972	30725	29514	28323	27863	18519
7	131862	77233	54473	31280	28941	27946	29255	19429
8	130488	73429	54588	30971	29352	28733	30835	18684
9	131539	71961	54879	31334	30241	28666	31737	18833
10	134185	80735	54684	30050	30646	29061	29414	19655
11	132993	82622	55493	29388	30313	29054	28767	19505
12	134100	74320	55623	31547	31175	28908	29864	19326
13	134182	74479	56559	31565	31049	28810	31522	18847
14	135165	82117	56218	30818	30603	29317	30441	19716
15	138017	82615	56974	30480	30242	29565	29985	18510
16	138768	82420	57477	31872	30914	29284	32393	18737
17	137027	73719	57079	33093	31867	29702	32946	20008
18	137713	81751	57860	31323	31370	29528	32734	18713
19	140082	81373	57758	30726	30902	30234	30597	18455
20	139275	76069	58345	32315	31643	30302	30127	18327
21	140227	75899	58233	33205	30929	30769	32778	18674

Comparando los pronósticos de la Tabla 15 se puede observar que el pronóstico para ciertos productos refleja una mejor proyección de la demanda y una menor distorsión de los datos proyectados en comparación a la demanda real.

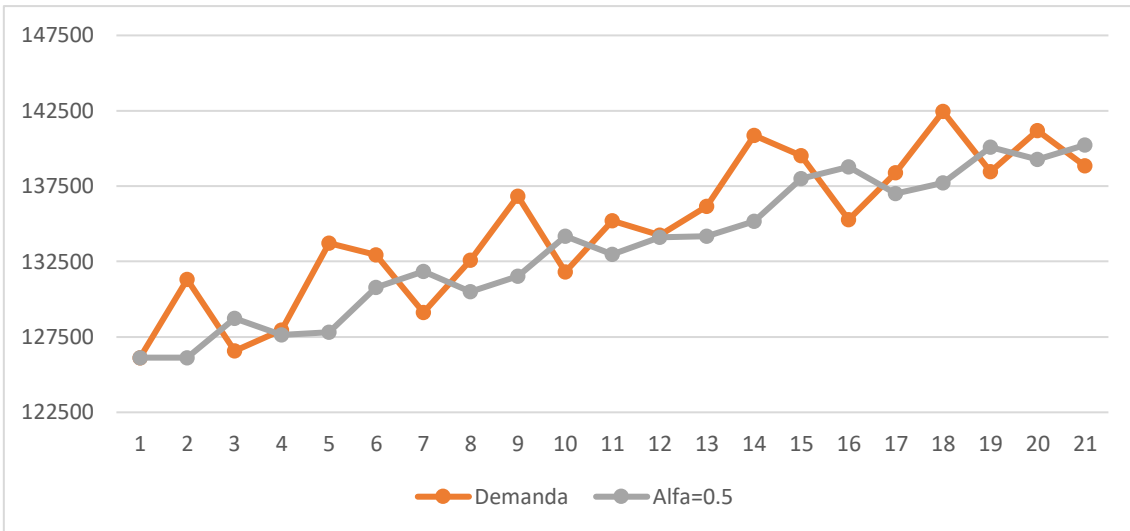


Figura 22. Suavización exponencial – TURBO XV SAE

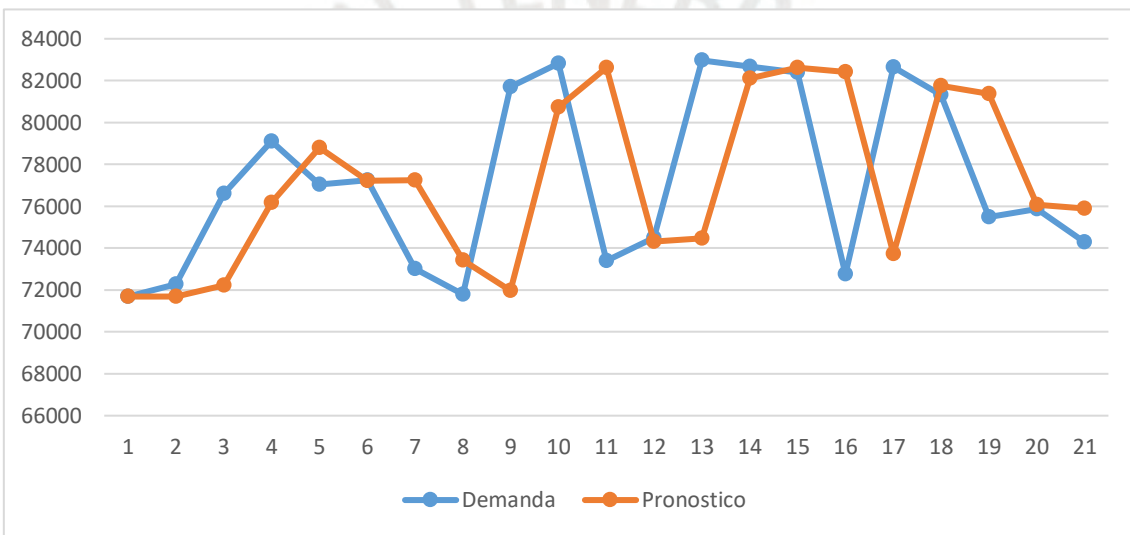


Figura 23. Suavización exponencial – MAGNUM MOTOR OIL SAE

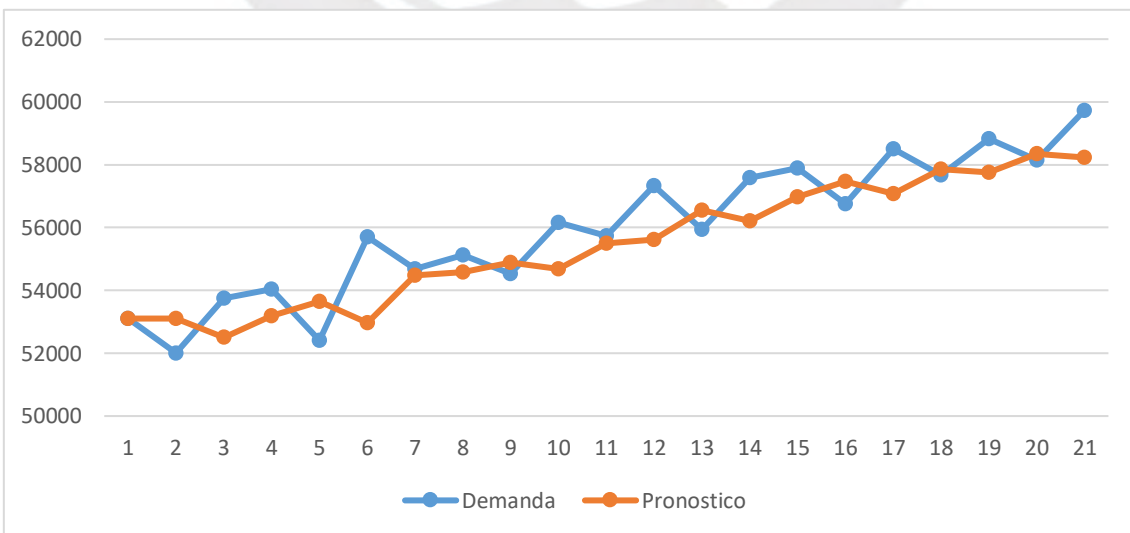


Figura 24. Suavización exponencial – SUPER HD PREMIUM

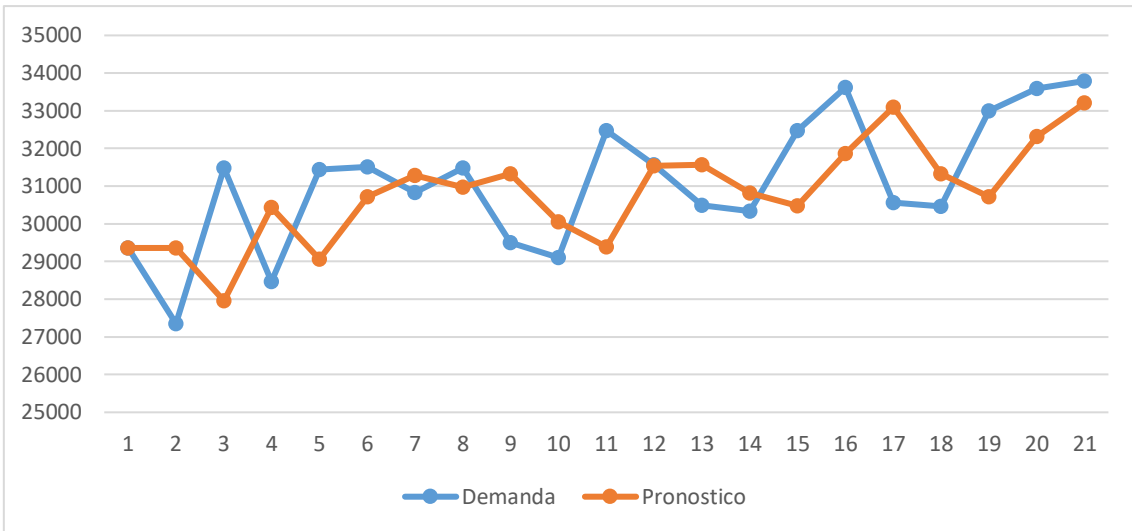


Figura 25. Suavización exponencial – MAGNUM HK SAE

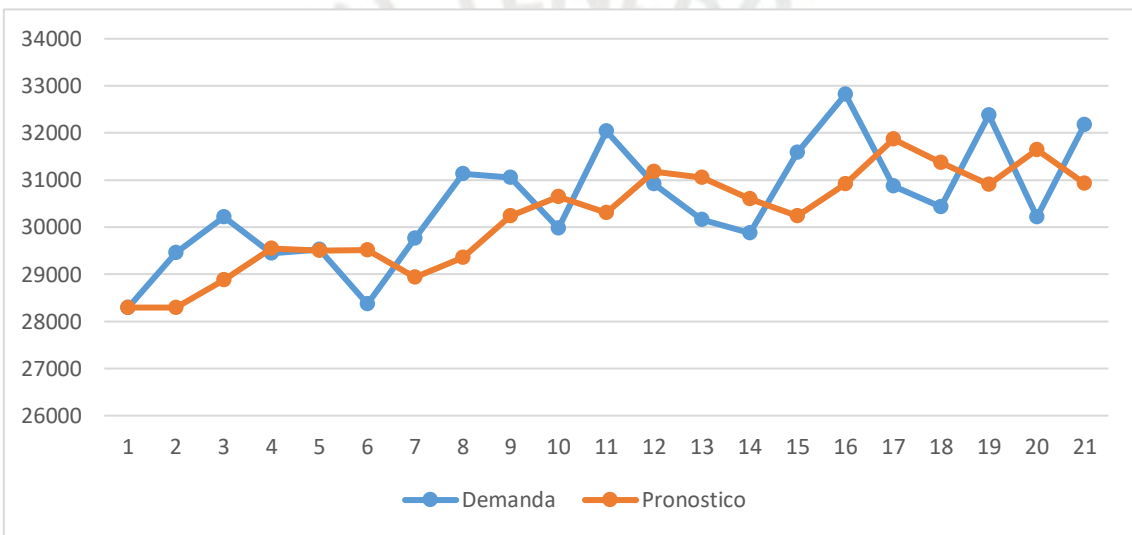


Figura 26. Suavización exponencial – MOTORCYCLE MO SAE

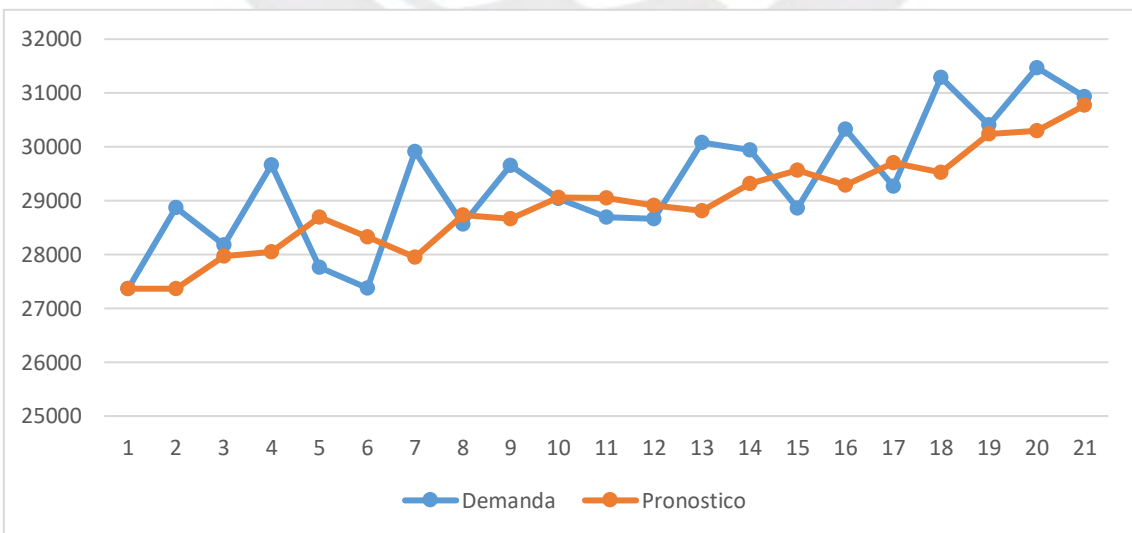


Figura 27. Suavización exponencial – MAGNUM GT SAE

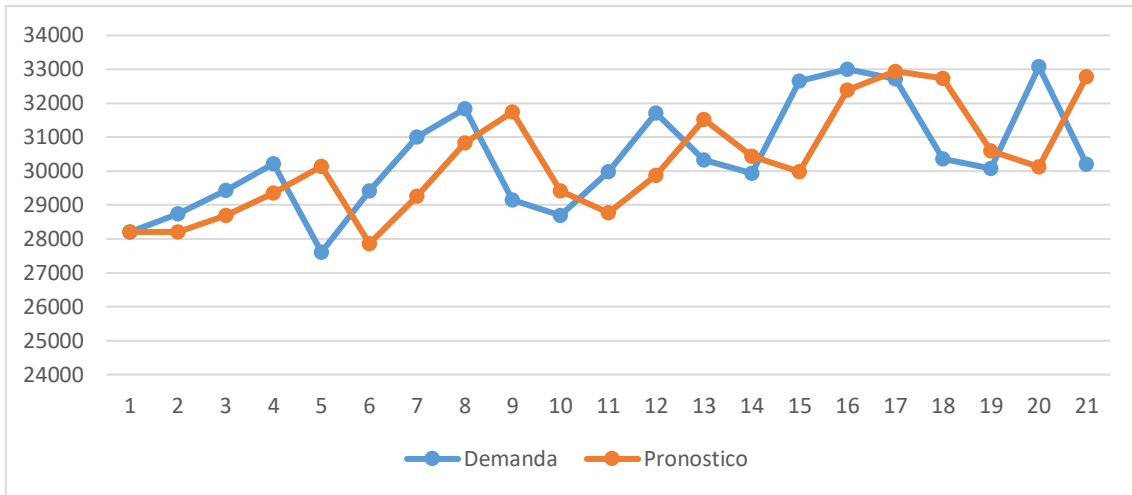


Figura 28. Suavización exponencial – TURBO PLUS SAE

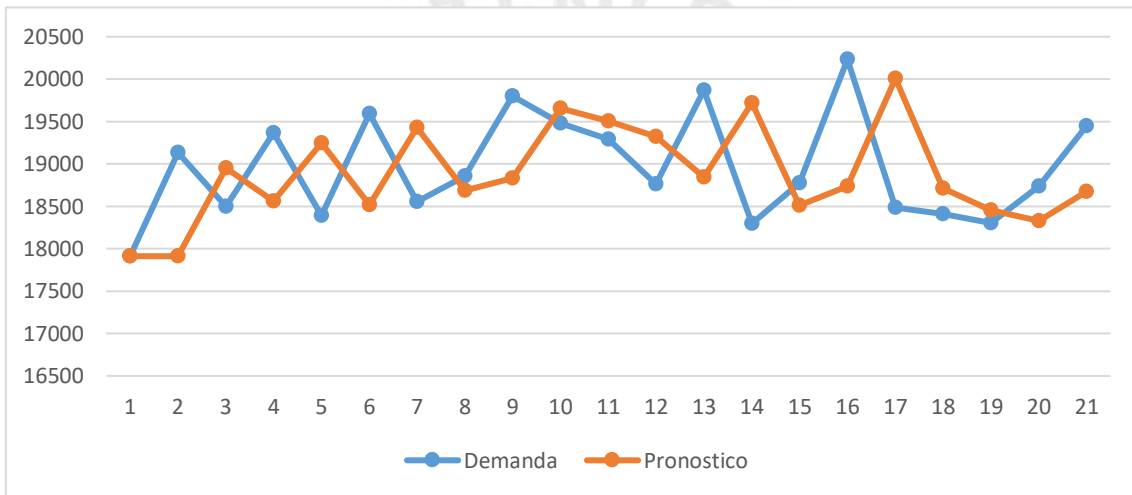


Figura 29. Suavización exponencial – SUPER 2T API TC

4.2.4. Suavización Exponencial doble

A continuación, se utilizará el método de Suavización Exponencial Doble ya que vemos que la demanda del producto cuenta con cierta tendencia creciente. Para ello se ha utilizado los valores de alfa y beta que se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16. Alfa y Beta para cada tipo de producto

Producto	Alfa	Beta
TURBO XV SAE	0.6	0.1
MAGNUM MOTOR OIL SAE	0.6	0.2
SUPER HD PREMIUM	0.3	0.1
MAGNUM HK SAE	0.6	0.4
MOTORCYCLE MO SAE	0.7	0.3
MAGNUM GT SAE	0.8	0.4
TURBO PLUS SAE	0.6	0.25
SUPER 2T API TC	0.7	0.4

En la Tabla 17 se detalla el pronóstico por cada producto representativo considerando los valores Alfa y Beta de la Tabla 16.

Tabla 17. Suavización Exponencial doble - Principales productos 2020-2021 (\$)

N	PRONÓSTICO SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
2	126139	71701	53117	29378	28307	27377	28223	17924
3	129565	72129	52763	27690	29370	29058	28626	19120
4	127914	75442	53393	30408	30394	28566	29323	18859
5	128078	78695	53855	29222	29968	30001	30210	19530
6	131957	78556	52980	31057	29802	28056	28607	18731
7	133102	78465	54766	31950	28639	27141	29166	19571
8	131014	75235	54863	31632	29503	29873	30626	18812
9	132359	72806	55179	31862	31060	28922	31888	18812
10	135710	78850	54911	30192	31469	29838	30374	19747
11	133798	82419	55855	29026	30530	29276	29240	19727
12	135162	77103	55971	31408	32005	28695	29673	19471
13	135087	75324	57056	31860	31440	28546	31183	18823
14	136252	80610	56591	31070	30465	30138	30827	19698
15	139826	82795	57458	30479	29858	30281	30318	18467
16	140429	83458	58007	32000	31231	28994	32102	18520
17	137820	76650	57471	33685	32841	30339	33159	20034
18	138680	80581	58365	31780	31547	29416	33337	18832
19	141681	81456	58187	30646	30618	31451	31551	18299
20	140300	77579	58845	32272	32074	30811	30444	18067
21	141425	76064	58655	33592	30603	31749	32195	18487

Comparando la demanda representada en las figuras y los pronósticos de la Tabla 10, se puede observar que el pronóstico para ciertos productos refleja una mejor proyección de la demanda comparado a la suavización exponencial simple; sin embargo, hay ciertos meses que la compañía no tendría suficiente stock para satisfacer la demanda.

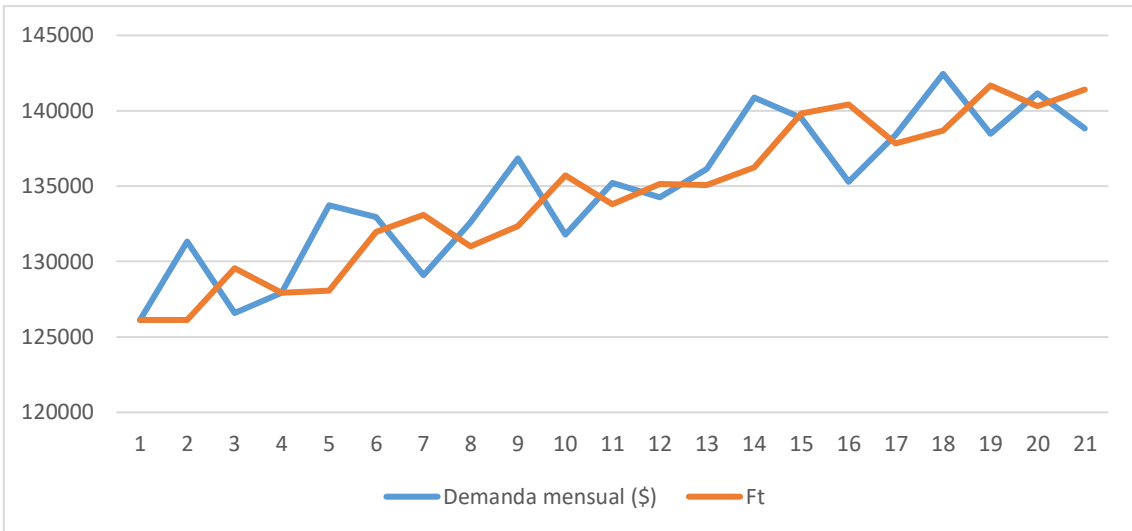


Figura 30. Suavización exponencial doble – TURBO XV SAE

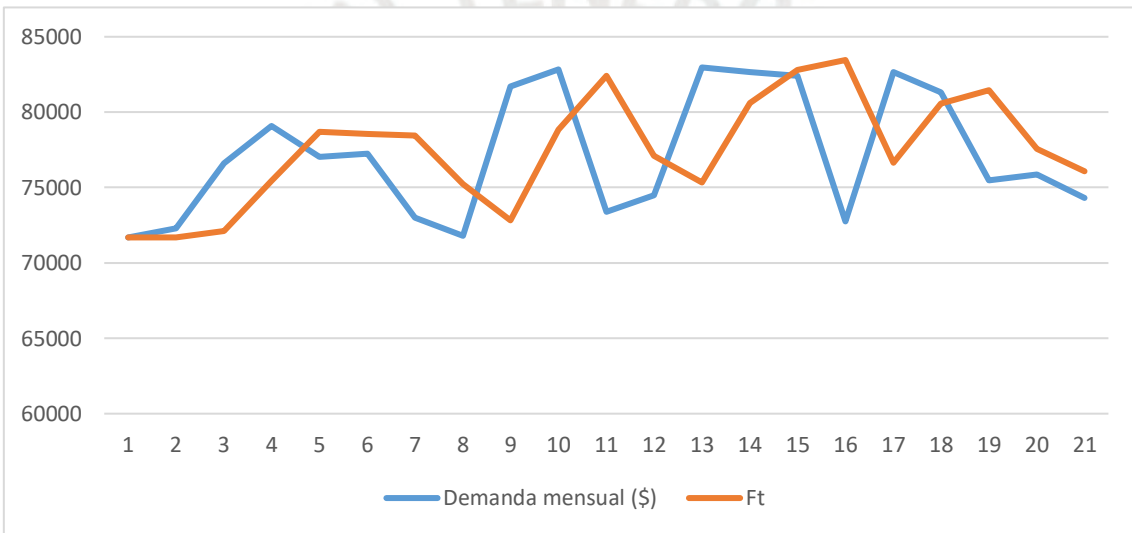


Figura 31. Suavización exponencial doble – MAGNUM MOTOR OIL SAE

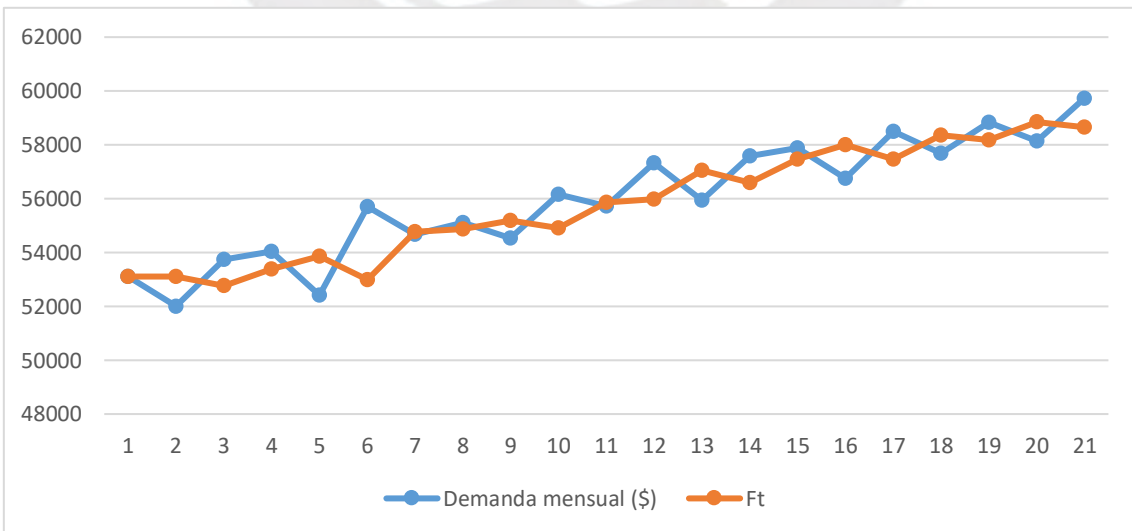


Figura 32. Suavización exponencial doble – SUPER HD PREMIUM

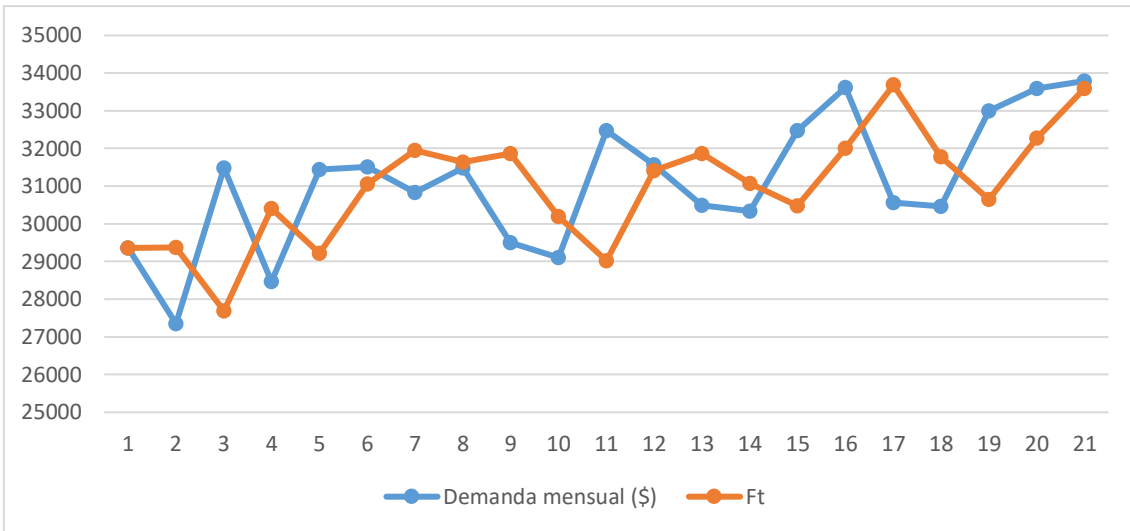


Figura 33. Suavización exponencial doble – MAGNUM HK SAE

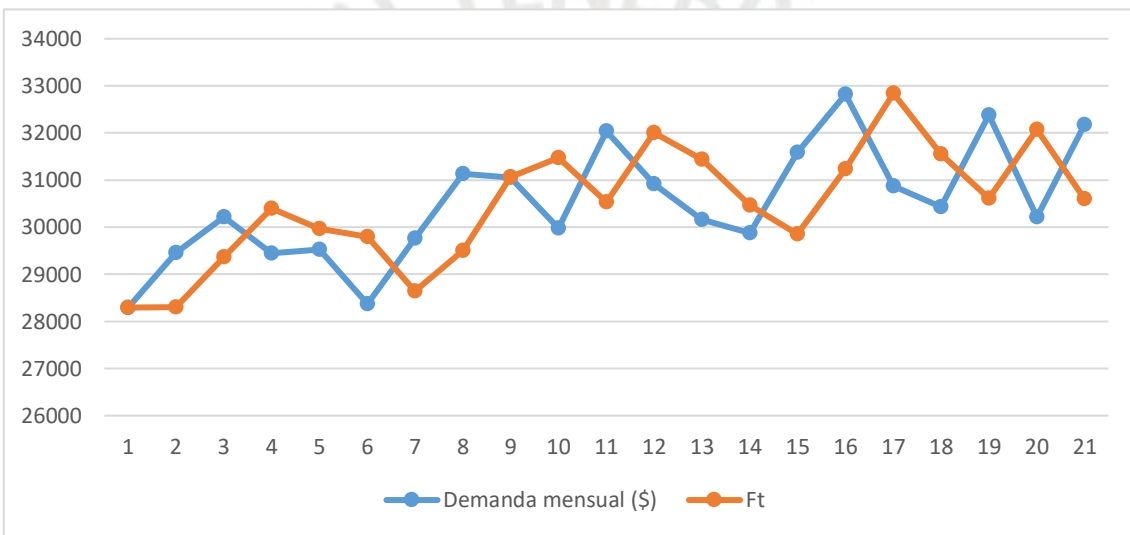


Figura 34. Suavización exponencial doble – MOTORCYCLE MO SAE

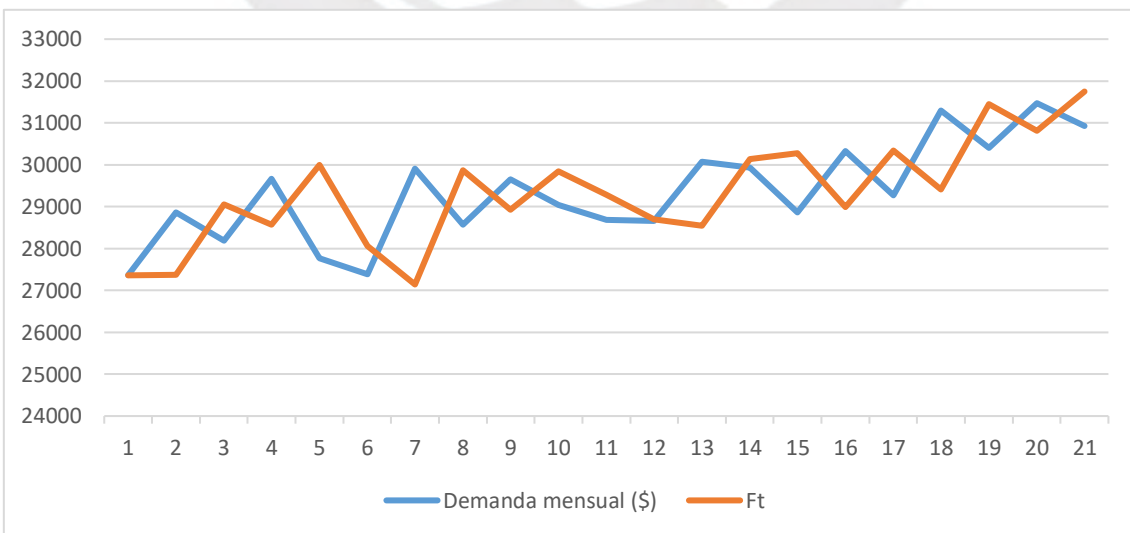


Figura 35. Suavización exponencial doble – MAGNUM GT SAE

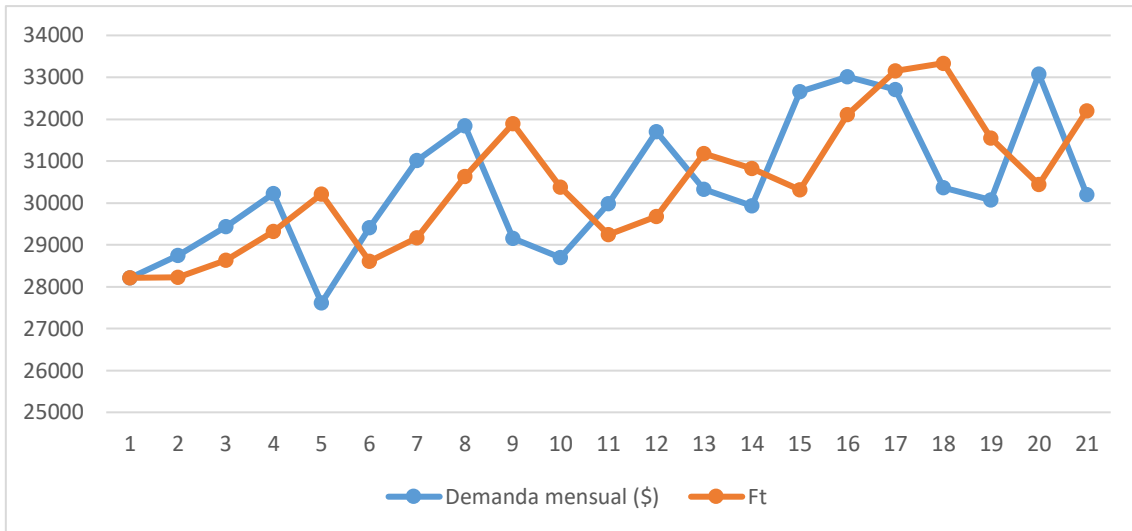


Figura 36. Suavización exponencial doble – TURBO PLUS SAE

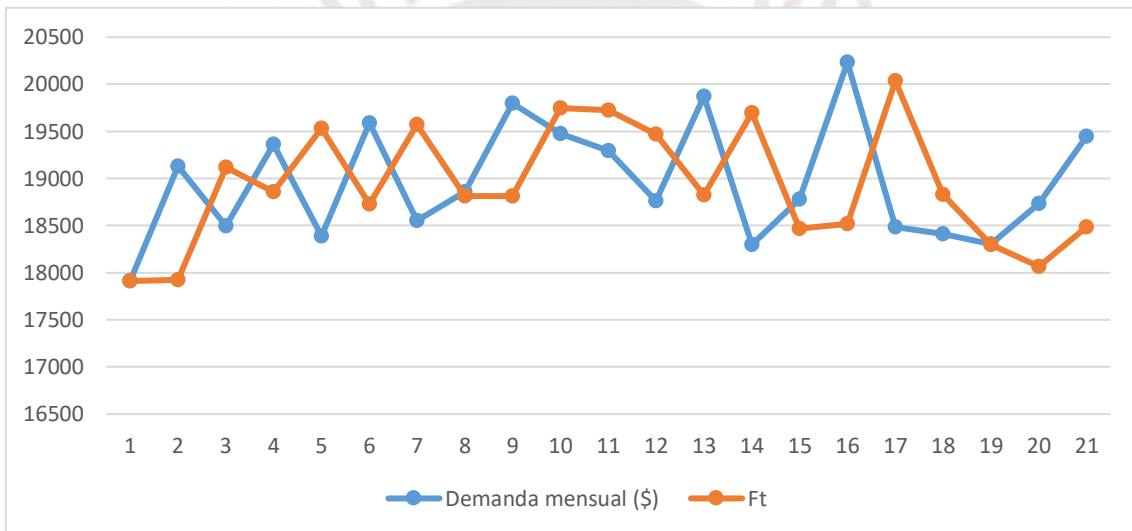


Figura 37. Suavización exponencial doble – SUPER 2T API TC

4.2.5. Método de Series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia

Se ha evaluado el método de series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia para los últimos 12 trimestres.

En las Tabla 18 se visualiza el pronóstico para los 4 trimestres siguientes de los principales productos.

Tabla 18. Series de Tiempo con Influencias Estacionales y de Tendencia

Tri.	PRONÓSTICO I. ESTACIONAL Y TENDENCIA (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	386305	220134	159783	90554	86854	84321	85990	55854
2	389877	219992	160540	89892	86972	85063	85693	55640
3	388081	220285	163265	90243	87355	84659	86240	56238
4	386298	220879	164982	89735	87040	84877	87154	55990
5	385973	221773	160854	90845	87853	85365	86902	56874
6	384014	220585	158862	88210	87973	84414	86390	55540
7	394640	233366	162151	91430	87347	84805	87244	57346
8	398534	226514	164323	91827	91944	88133	92003	57212
9	401272	230727	169209	93149	92940	86394	90387	57534
10	416537	248034	171419	93301	91625	88876	92916	56944
11	416135	236726	172927	94651	94127	90890	96077	57126
12	418490	225660	176700	100372	94771	92805	93351	56485
13	414770	240222	172267	95764	95768	89568	94530	58301
14	421104	249554	172172	94072	95069	90017	95479	57411
15	425703	251236	174960	96638	95734	90571	96327	58577
16	427509	247631	176915	96770	98180	92660	99629	58369

A continuación, se visualizará el pronóstico para los últimos 4 trimestres de cada producto.

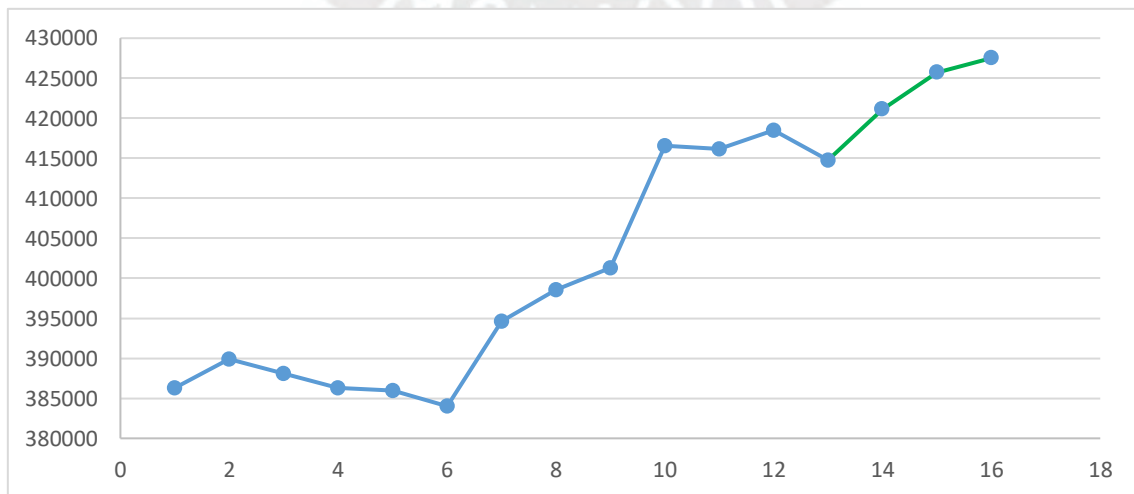


Figura 38. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO XV SAE

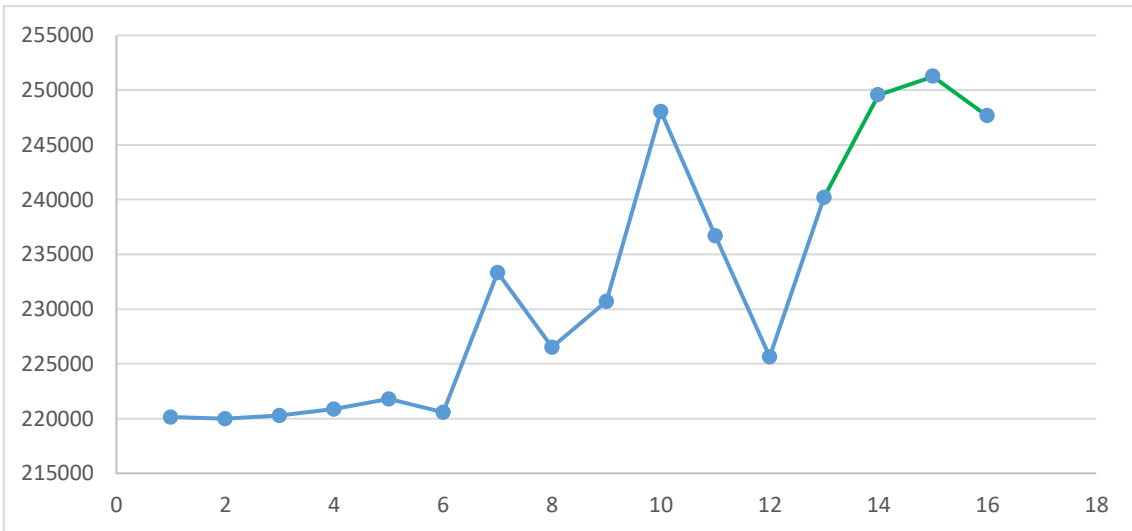


Figura 39. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM MOTOR OIL SAE

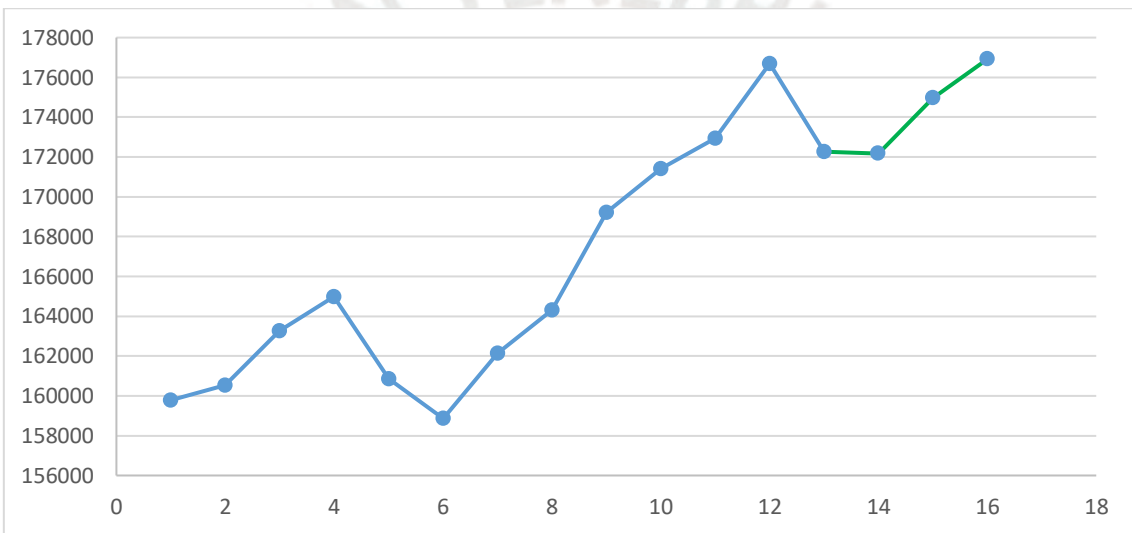


Figura 40. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER HD PREMIUM

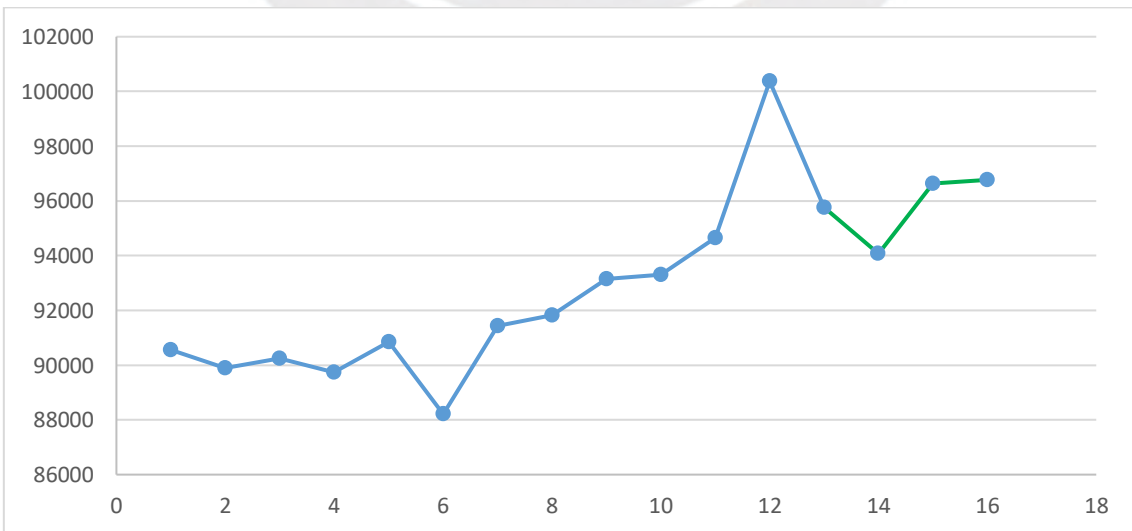


Figura 41. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM HK SAE

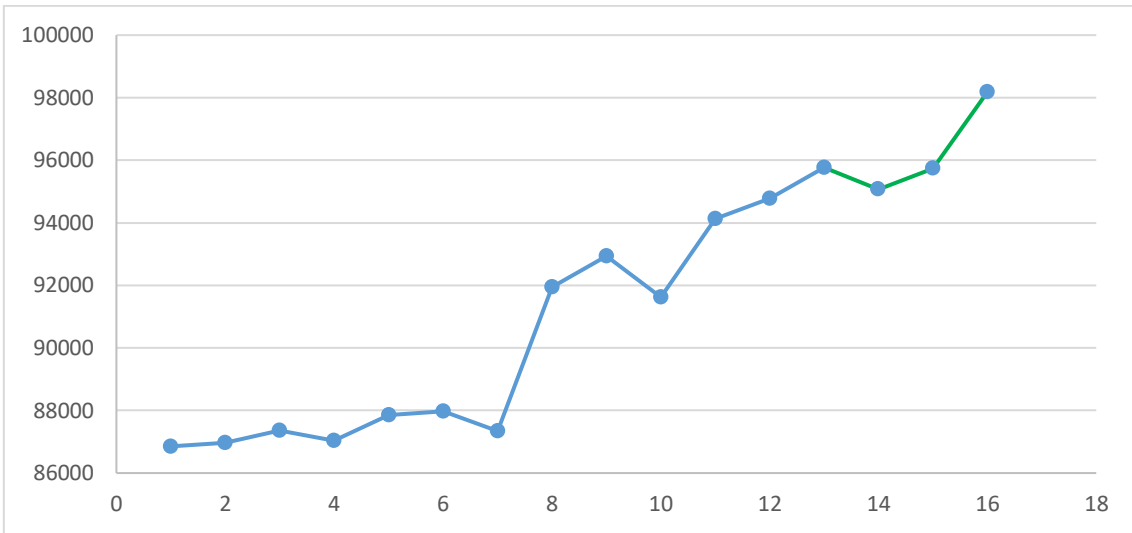


Figura 42. Influencias Estacionales y de Tendencia– MOTORCYCLE MO SAE

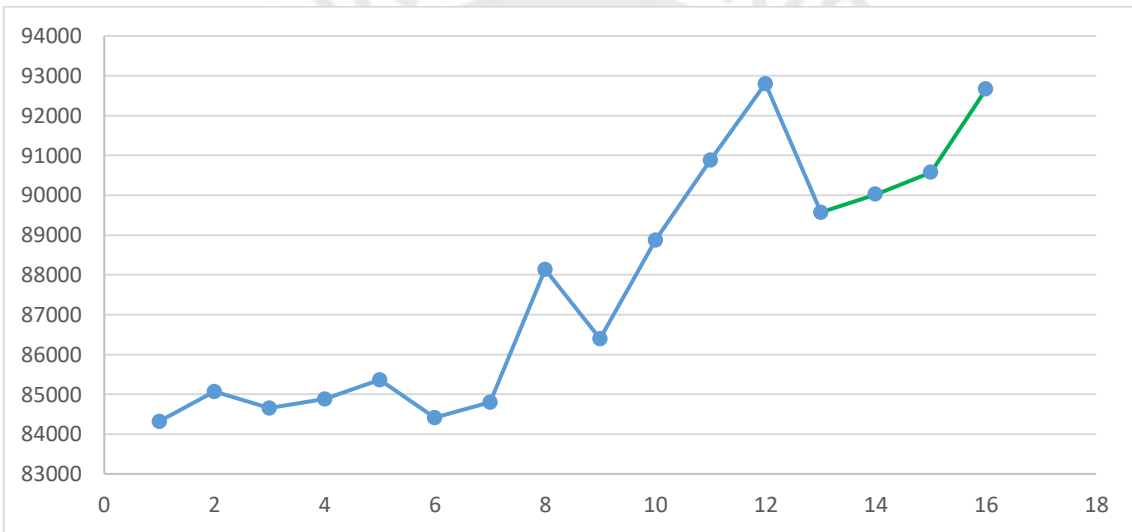


Figura 43. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM GT SAE

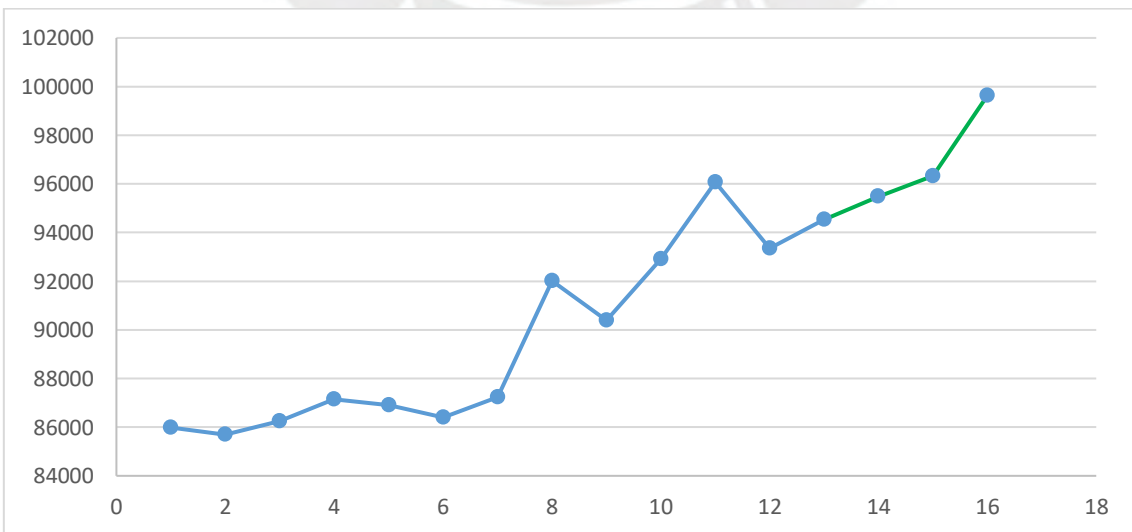


Figura 44. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO PLUS SAE

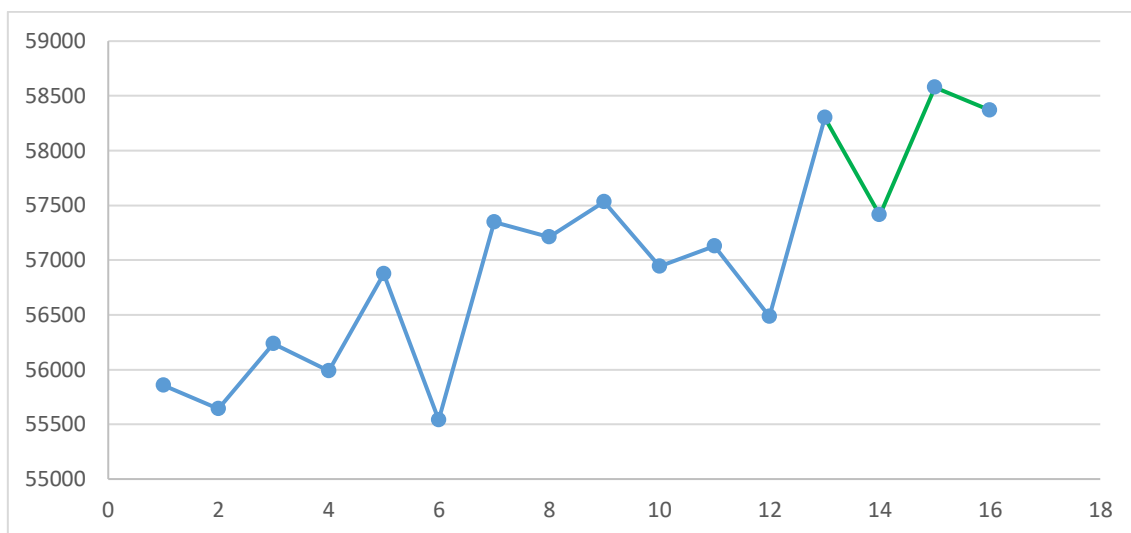


Figura 45. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER 2T API TC

Comparando la demanda representada en las figuras y los pronósticos, se puede observar que el pronóstico de Influencia Estacional y Tendencia para ciertos productos refleja una mejor proyección de la demanda con una tendencia positiva; sin embargo, se puede visualizar que no hay estacionalidad para la demanda de los productos a lo largo del tiempo.

4.2.6. Medición de los errores de pronósticos

Siempre después de llevar a cabo los pronósticos para la demanda es importante evaluar el error de cada método para identificar el más adecuado. Para ello, se calculará el error para cada tipo de pronóstico según lo explicado en el capítulo 1. El pronóstico con menor Porcentaje de Error Absoluto será elegido como modelo para cada producto representativo. En el Anexo 1 se detalla los cálculos de error para cada tipo de pronóstico.

A. Suma acumulativa de errores de pronóstico (CFE):

Mide el error de pronóstico total e indica si este resultado es demasiado alto o bajo. En la Tabla 19 se visualiza el error CFE para los principales productos.

Tabla 19. Error CFE - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	-1.79	2.92	-4.54	-2.08	4.19	6.69	8.95	6.89
Promedio móvil n=2	15057.50	4116.50	10244.00	8546.00	3671.00	4117.00	3890.00	725.50
Promedio móvil n=3	22959.00	1347.33	11979.33	7664.67	3821.67	5497.67	4275.33	816.00
Suavización exponencial	26815.73	3078.77	10823.63	6069.16	6511.76	8672.47	2499.49	1668.42
Suavización exponencial doble	7195.49	-5994.77	4196.27	2362.70	704.96	425.31	-916.90	744.38
Influencias Estacionales y de Tendencia	1507.70	-2611.50	-77.98	716.71	539.14	840.66	615.09	-154.56

B. Error de pronóstico (\bar{E}):

Es la diferencia encontrada de la diferencia entre el pronóstico y la demanda real.

En la Tabla 20 se visualiza el error para los principales productos.

Tabla 20. Error \bar{E} - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	-0.09	0.14	-0.22	-0.10	0.20	0.32	0.43	0.33
Promedio móvil n=2	717.02	196.02	487.81	406.95	174.81	196.05	185.24	34.55
Promedio móvil n=3	1093.29	64.16	570.44	364.98	181.98	261.79	203.59	38.86
Suavización exponencial	1276.94	146.61	515.41	289.01	310.08	412.97	119.02	79.45
Suavización exponencial doble	342.64	-285.47	199.82	112.51	33.57	20.25	-43.66	35.45
Estacionales y de Tendencia	376.93	-652.87	-19.50	179.18	134.78	210.17	153.77	-38.64

C. Error cuadrático medio (MSE):

El error cuadrático medio mide la dispersión de los errores de pronóstico atribuidos a los efectos de tendencia, estacionalidad y aleatoriedad.

En la Tabla 21 se visualiza el error MSE para los principales productos y diferentes tipos de pronósticos desarrollados.

Tabla 21. Error MSE - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XSAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	5213020.11	15391717.44	545165.93	1664587.78	788855.69	552592.72	1531533.08	364188.84
Promedio móvil n=2	10231181.68	27150801.92	1070624.14	2935758.24	1431816.86	845681.19	2885358.45	511593.77
Promedio móvil n=3	7639940.79	22039659.03	1050156.48	2189684.59	1148475.17	824879.02	2480541.76	435728.15
Suavización exponencial	9784893.22	24735046.24	1293179.38	3022356.04	1278109.95	953513.84	2715502.74	709743.09
Suavización exponencial doble	9831713.95	24708101.33	1124266.71	3572849.94	1733622.84	1600461.50	2807524.48	806996.53
Estacionales y de Tendencia	2226632.84	10959408.39	701668.93	801288.01	645975.74	425108.33	954605.07	180368.82

D. Desviación estándar (σ):

La desviación estándar va a permitir medir la dispersión de los errores para todos los productos. Este tipo de error es importante debido a que nos indicará que tan dispersos se encuentran los datos con respecto a la media.

En la Tabla 22 se visualiza el error de la desviación estándar para los principales productos y para los diferentes tipos de pronósticos empleados en el presente trabajo.

Tabla 22. Error σ - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	2339.59	4020.11	756.59	1322.05	910.11	761.72	1268.11	618.38
Promedio móvil n=2	3194.20	5335.54	935.04	1705.48	1212.98	920.66	1730.20	732.07
Promedio móvil n=3	2017.54	3858.76	815.59	1247.78	866.71	715.06	1300.19	547.21
Suavización exponencial	2587.07	3465.02	936.94	1443.51	989.12	775.85	1380.21	701.50
Suavización exponencial doble	3193.75	5085.07	1067.03	1933.44	1348.75	1296.17	1716.36	919.80
Influencias Estacionales y de Tendencia	2667.16	3747.56	966.98	1012.71	914.92	716.68	1314.13	588.37

E. Desviación media absoluta (MAD):

Este es el error promedio de los pronósticos mediante valores absolutos, la cual mide la dispersión de estos errores. En la Tabla 23 se visualiza el error MAD para los principales productos.

Tabla 23. Error MAD - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	1975.78	3656.76	632.07	1167.54	749.59	629.37	1105.75	534.19
Promedio móvil n=2	2443.64	4216.21	832.00	1451.33	1025.05	670.52	1456.38	569.98
Promedio móvil n=3	22959.00	1347.33	11979.33	7664.67	3821.67	5497.67	4275.33	816.00
Suavización exponencial	26815.73	3078.77	10823.63	6069.16	6511.76	8672.47	2499.49	1668.42
Suavización exponencial doble	2536.10	3909.54	883.88	1559.32	1196.06	1074.38	1447.86	755.88
Influencias Estacionales y de Tendencia	1131.90	3234.54	660.05	685.48	786.29	636.14	910.80	365.57

F. Error porcentual medio absoluto (MAPE):

Relaciona el error de pronóstico con el nivel de demanda y es útil para tener una perspectiva adecuada del desempeño del pronóstico. En la Tabla 24 se visualiza el error MAPE para los principales productos.

Tabla 24. Error MAPE - Principales productos 2020-2021 (\$)

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	1.5%	4.7%	1.1%	3.8%	2.4%	2.2%	3.6%	2.9%
Promedio móvil n=2	1.8%	5.4%	1.5%	4.6%	3.3%	2.3%	4.8%	3.0%
Promedio móvil n=3	1.5%	5.0%	1.4%	4.0%	2.8%	2.4%	4.2%	2.9%
Suavización exponencial	1.9%	4.5%	1.7%	4.6%	3.2%	2.6%	4.5%	3.7%
Suavización exponencial doble	1.9%	5.1%	1.6%	5.0%	3.9%	3.6%	4.8%	4.0%
Influencias Estacionales y de Tendencia	0.27%	1.31%	0.38%	0.72%	0.82%	0.70%	0.94%	0.63%

El método de pronóstico de Influencia Estacional y de Tendencia tiene un error MAPE menor a todos los pronósticos; sin embargo, los productos no representan una estacionalidad cíclica a lo largo del tiempo, asimismo, tienen un mayor error \bar{E} , MSE y σ que los demás métodos de pronóstico.

Finalmente, como se puede observar en los datos de los errores, el pronóstico de regresión lineal tiene los mejores resultados de errores; es decir, los más bajos para los productos TURBO XV SAE, SUPER HD PREMIUM, MAGNUM HK SAE, MOTORCYCLE MO SAE, MAGNUM GT SAE y TURBO PLUS SAE. El método de suavización exponencial tiene un mejor pronóstico para el producto MAGNUM MOTOR OIL SAE. Finalmente, el método de pronóstico de promedio móvil con n=3 representa un mejor modelo para el producto SUPER 2T API TC.

Para poder realizar el método de pronóstico para cada producto es necesario la actualización de la data en todo momento, ya que nos permitirá obtener un menor error y así obtener una correcta disminución de la venta perdida. Además, es necesario que el personal se encargue del seguimiento de actualización de información en todo momento ya que actualmente se planifica conforme a requerimiento al no contar con un stock de seguridad.

4.3. Planificación de los requerimientos de distribución (DRP)

La planificación correcta de los requerimientos de distribución cumple un rol importante en la compañía debido que permitirá reducir los niveles de inventario a lo largo de los almacenes de la cadena de suministro. El DRP permite saber la información actualizada sobre la cantidad y momento en que se deben distribuir los productos a los distintos puntos de venta de la compañía. A continuación, se realizará el análisis DRP con respecto a los 8 productos tipo A de la compañía que representa alrededor del 45.37% de las ventas totales, y así extrapolar el beneficio de la reducción de inventario como plan de mejora para toda la compañía. El detalle de los cálculos se encuentra en el Anexo 3.

En la Tabla 25, se visualiza el análisis DRP de los principales productos de la compañía.

Para el cálculo del EOQ se está considerando los siguientes datos:

Costo Ordenar (\$)	40
Costo posesión inventario mensual	1,17 %
Precio unitario x balde (\$)	75

Para el cálculo del abastecimiento se está considerando la capacidad de 1 camión de 7 toneladas, considerando los siguientes datos:

Balde	Diámetro	27	cm
	Altura	35	cm
Paleta	Largo	100	cm
	Ancho	80	cm
Camión(3tn)	Largo	317.2	cm
	Ancho	181.5	cm
	Altura	217.3	cm
Baldesxpaleta		54	baldes
Paletasxcamion		6	paletas
Baldesxcamion		324	baldes

Asimismo, para el cálculo de Stock de Seguridad se está considerando una demanda constante y tiempo de entrega variable con los siguientes datos:

Lead Time-Lima	3	semanas
Lead Time-Arequipa	2	semanas
Lead Time-Cusco	3	semanas
Lead Time-Trujillo	2	semanas
Nivel servicio (95%)	1.65	
Desviación de Lt -Lima	11	días
Desviación de Lt -Arequipa	7	días
Desviación de Lt -Cusco	9	días
Desviación de Lt -Trujillo	6	días
1 SEMANAS	7	DIAS
1 MES	4	SEMANAS

Adicional a ello, para los cálculos del sistema DRP se están considerando los siguientes datos:

CD	INVENTARIO INICIAL	Lead Time (mes)	Método Cálculo Lote
CALLAO	4000	0	Lote a Lote
AREQUIPA	900	0	Lote a Lote
CUSCO	350	0	Lote a Lote
TRUJILLO	860	0	Lote a Lote
PRINCIPAL	650	1	Lote a Lote

Tabla 25. Sistema DRP 2021 (\$)

CD	DEMANDA/MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LIMA	RB		3903	3870	3945	4092	4019	4227	3922	3895	4024	4120	3982	3914
	NN		-97	3773	3830	4034	3841	4180	3890	3573	3709	3941	3711	3737
	ID	4000	97	115	58	178	47	32	322	315	179	271	177	151
	EOQ			586	591	606	591	617	595	570	581	599	581	583
	EOQ*			648	648	648	648	648	648	648	648	648	648	648
	IM			2770	2807	2939	2814	3034	2846	2640	2728	2879	2730	2746
	RP			3888	3888	4212	3888	4212	4212	3888	3888	4212	3888	3888
	EP		0	3888	3888	4212	3888	4212	4212	3888	3888	4212	3888	3888
AREQUIPA	RB		848	840	857	889	873	918	852	846	874	895	865	850
	NN		-52	788	673	590	815	761	641	839	741	664	557	759
	ID	900	52	184	299	58	157	211	7	133	231	308	91	213
	EOQ			268	248	232	272	263	242	276	260	246	225	263
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
	IM			487	440	405	498	476	426	508	468	436	392	475
	RP			972	972	648	972	972	648	972	972	972	648	972
	EP		0	972	972	648	972	972	648	972	972	972	648	972
CUSCO	RB		305	302	308	319	314	330	306	304	314	322	311	306
	NN		-45	257	241	236	226	232	214	194	184	182	169	151
	ID	350	45	67	83	88	98	92	110	130	140	142	155	173
	EOQ			153	148	147	143	145	140	133	129	129	124	117
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
	IM			298	290	287	282	285	275	265	260	259	252	242
	RP			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
	EP		0	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
TRUJILLO	RB		819	812	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821
	NN		-41	771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821
	ID	860	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EOQ			265	275	280	277	284	274	273	277	281	276	273
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
	IM			435	455	466	460	476	453	451	461	468	458	452
	RP			771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821
	EP			771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821

Luego de realizar el sistema DRP en la Tabla 26 se obtienen los siguientes datos de valorización de inventarios para los principales productos.

Tabla 26. Inventario a lo largo de la cadena de Suministro

Inventario Medio - 8 productos	Cantidad	Costo(\$)
LIMA	2812	31635
AREQUIPA	456	5130
CUSCO	272	3060
TRUJILLO	458	5152.5
TOTAL		44 977.5

El nuevo monto total de valorización de inventario para los principales 8 productos es de \$ 44 977,50 obtenido al multiplicar la cantidad de baldes de inventario medio, precio del producto y la tasa de posesión de inventario 15% anual, el cual ha sido proporcionado por el área de finanzas de la compañía para el año 2021. Luego de ello, se extrapolará al 100% de productos, ya que los 8 productos representan el 45,37%, obteniéndose un costo de posesión de inventario de \$ 99 116,52 aproximadamente.

Adicional a ello, para llevar a cabo un adecuado empleo del sistema DRP se recomienda que una persona se encargue de la actualización constante de la Data en todos los almacenes con el fin de obtener una reducción del nivel de inventario a lo largo de toda la cadena de suministro, y así no se distorsione el requerimiento por cada planta de distribución.

Por último, el reducir los niveles de inventario también conlleva a una mejor planificación de las necesidades de cada Almacén de la compañía, por lo que se reduciría los costos de envío de productos a los almacenes.

4.4. Costo de transporte

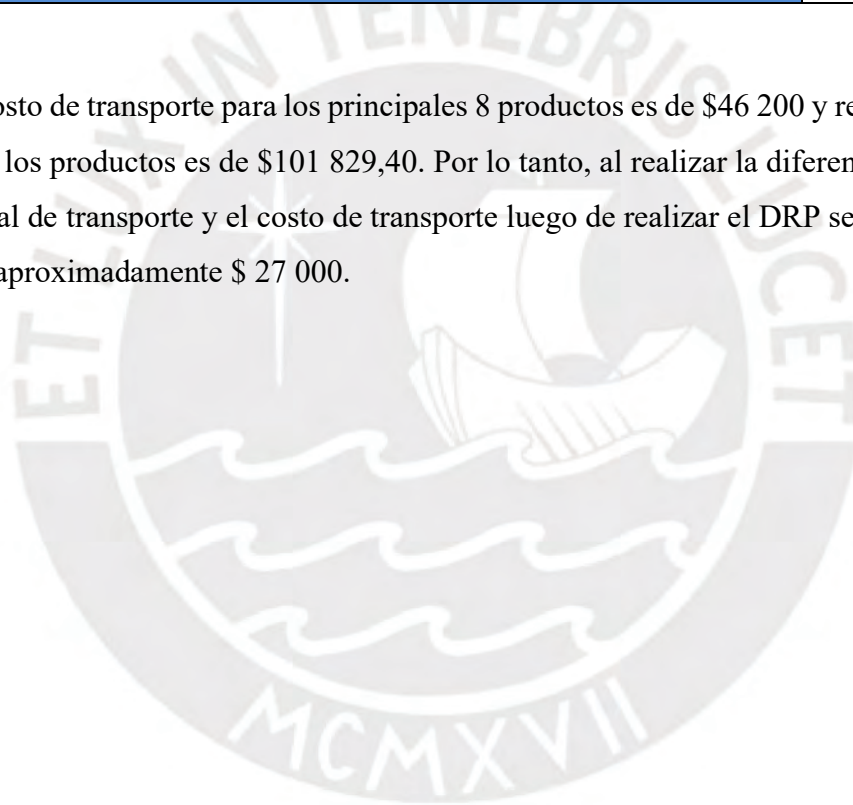
Al reducir los niveles de inventario también se reducirán los costos de transporte a lo largo de la cadena de suministro por lo que se generará un ahorro de transporte. En el año 2021, la compañía obtuvo un costo de transporte de \$ 128 917. En la Tabla 26 se visualiza el costo de transporte de los principales 8 productos, que representa el 45,37% de las ventas totales, por un monto de \$ 46 200 aproximadamente.

Para los cálculos de la Tabla 27 se está considerando que la capacidad de un camión es de 7 toneladas (7 000 Kg) y que el Costo x Kg para empresas corporativas es de 0.11 \$/. /Kg.

Tabla 27. Costo Transporte DRP

TRANSPORTE	#BALDES X Mes	#CAMIONES X Mes	#Camiones X Año	Costo (\$)
LIMA	648	2	24	18480
AREQUIPA	324	1	12	9240
CUSCO	324	1	12	9240
TRUJILLO	324	1	12	9240
Total				46200

El costo de transporte para los principales 8 productos es de \$46 200 y representado para todos los productos es de \$101 829,40. Por lo tanto, al realizar la diferencia entre el costo inicial de transporte y el costo de transporte luego de realizar el DRP se obtiene un ahorro de aproximadamente \$ 27 000.



CAPÍTULO 5: PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS ECONÓMICO

Como se mencionó en el capítulo anterior se han planteado posibles propuestas de mejora para obtener mejores resultados respecto a la planificación de la demanda. En el presente capítulo se realizará el análisis económico de cada propuesta de mejora (costo oportunidad), así como los principales gastos e inversión necesario. Se evaluará el impacto financiero de los primeros años para así identificar cuál sería el beneficio neto para la empresa implementar un método de pronóstico más preciso para elaborar un Plan Maestro de Producción (PMP) más exacto a través de un sistema de gestión empresarial (ERP).

5.1 Egresos

A continuación, se realizará el detalle de los Gastos e Inversiones realizados en el proyecto.

5.1.1. Inversión

El presente proyecto de mejora requiere una inversión inicial que se dará por única vez al inicio del proyecto.

5.1.1.1. Sistema ERP

El sistema ERP permite a la compañía integrar y automatizar los principales procesos y data de la empresa, integrado todo ello en una plataforma con el fin de tener una mejor organización en la compañía. Para el presente proyecto se empleará el ERP SAP Business One (SAP BO) el cual permitirá elaborar los pronósticos y el sistema DRP.

Este software es una de las mejores soluciones para la gestión de la compañía al integrar los distintos procesos de la compañía. Con respecto a la implementación del SAP BO, este tiene un costo de \$ 85 000 como única inversión en el periodo inicial, con un acceso a 20 usuarios en promedio, con acceso a los módulos de Planeamiento, Ventas, Inventario y Contabilidad (AVANTIS 2019). Este costo se aplicará en el primer año ya que el tiempo de implementación es de aproximadamente 12 semanas.

Asimismo, la licencia tiene un costo de \$ 2 700 y el costo de implementación es de \$ 15 000 por un periodo de 4 semanas. El detalle de la inversión respecto al ERP se visualiza en la Tabla 28.

Tabla 28. Inversión ERP SAP BO

Concepto	Inversión (\$)
SAP BO	80 000
LICENCIA	2 700
IMPLEMENTACIÓN	15 000

5.1.1.2. Capacitación Personal

El personal requerirá una capacitación para el uso del SAP BO el cual tiene un costo de \$ 7 500.

5.1.2. Gastos

El presente proyecto requiere gastos a lo largo de la implementación del proyecto, los cuales se desarrollarán en el presente acápite.

5.1.2.1. Incremento Sueldo

Como se mencionó anteriormente el área de Planeamiento no cuenta con personal capacitado debido a que no contaban un sistema de gestión de datos en toda la compañía; por lo cual, luego de la capacitación mencionada anteriormente incrementará su sueldo de los 4 analistas en aproximadamente \$ 1 500 por mes cada uno.

5.1.2.2. Incorporación Personal DRP

Como se mencionó anteriormente el Sistema DRP permite a la compañía tener una mejor distribución de inventarios a lo largo de la cadena de suministro por lo que es necesario contratar a un especialista que se encargue de gestionar y mantener actualizada los requerimientos y nivel de inventario en todos los almacenes de la compañía. Para ello tendrá un sueldo de \$ 3 500 mensuales.

En la Tabla 29 se visualiza el detalle de egresos para los 3 primeros años, considerando una inflación del 3% anual.

Tabla 29. Cuadro de egresos

Egresos (\$)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
ERP	85000			
Licencia	2700			
Implementación	15000			
Capacitación	7500			
Analista de Planeamiento		72000	74160	76385
Especialista DRP		42000	43260	44558
Total	110200	114000	117420	120943

5.2. Ingresos

La implementación del sistema ERP presenta beneficios para la empresa, entre ellos los siguientes:

- Se evitan las roturas de stock
- Menor inventario de productos terminados en los centros de distribución (DRP)
- Mejor planificación de los costos de transporte (se evita tener costos altos de transporte)

A continuación, se realizará la descripción de las mejoras.

5.2.1. Evitar roturas de stock

En el capítulo anterior de pronóstico se obtuvo que tiene una venta perdida en el año 2021 de \$204 068 para los principales 8 productos que representan el 45.37% de las ventas totales. Dicho esto, para calcular la venta perdida de la compañía se extrapolará en función de las ventas obteniendo una venta perdida de \$449 785.

Para calcular el beneficio obtenido de emplear un método de pronósticos para el año 2022 se ha tomado como referencia un proyecto elaborado en una compañía en México dedica a la comercialización de lubricantes el cual tuvo una mejora en el sistema de pronóstico de ventas en 12.20% (PISTAS EDUCATIVAS, 2020). Por lo tanto, en la Tabla 30 se visualiza el ahorro generado para la compañía en el año 2022 por un monto de \$53 974.

Tabla 30. Cuadro de ahorro venta perdida

Concepto	Valor (\$)
Venta perdida	449 785
Ahorro	12%
Ahorro	53 974

5.2.2. Reducción de inventarios DRP

En el capítulo anterior de reducción de inventario a través del sistema DRP se obtuvo un costo de inventario de \$ 44 969,16 en los principales 8 productos de la compañía que representa el 45.37% de las ventas totales. Dicho esto, para calcular el ahorro en toda la compañía se extrapolará el costo de inventario con respecto al total de productos obteniendo un costo total de \$ 99 116.52. Por lo tanto, el ahorro de reducción de inventario se obtiene al calcular la diferencia entre el costo de inventario actual de la compañía, con un costo de \$ 210 054.38 y el costo de inventario al aplicar el sistema DRP, obteniéndose un beneficio económico de \$110 937.86 aproximadamente para el año 2022 como se puede visualizar en la Tabla 31.

Tabla 31. Cuadro de reducción de inventario

Concepto	Valor (\$)
Costo Inventario (DRP)	99,116.52
Costo Inventario Inicial	210 054.38
Ahorro	110 937.86

5.2.3. Reducción de costos de transporte

Una de las ventas al implementar un sistema DRP es la mejor planificación que se obtendrá de los productos a lo largo de la cadena de suministro evitando sobrecostos en el transporte de abastecimiento a los distintos almacenes. Como se mencionó en el capítulo anterior en el año 2021 se obtuvo un costo de transporte de \$ 128 829 y al realizar el DRP se obtuvo un costo de transporte de \$ 101 829, generando un ahorro de \$ 27 088 aproximadamente como se puede visualizar en la Tabla 32.

Tabla 32. Cuadro de reducción de costo de transporte

Concepto	Valor (\$)
Costo Transporte 2021	128 917
Costo Transporte DRP	101 829
Ahorro	27 088

En la Tabla 33, se describe el detalle de los principales ahorros generados por las medidas implementadas en los 3 primeros años considerando una inflación de 3% anual.

Tabla 33. Cuadro de ingresos

Ahorro (\$)	Año 1	Año 2	Año 3
Ruptura de stock	53974	55593	57261
Reducción de inventarios	110937	114265	117693
Reducción de costo transporte	27088	27901	28738
Total	191999	197759	203692

Dado los egresos y ahorros presentados anteriormente, en la tabla 34 se presenta el flujo de caja para un período de los 3 primeros años, además de presentar los indicadores de rendimiento obtenidos. Para ello, se ha considerado un costo de oportunidad del capital (COK) del 15%.

Tabla 34. Flujo de caja económico e indicadores

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	0	191999	197759	203692
Egresos	-105200	-114000	-117420	-120943
Total	-110200	77999	80339	82749

COK	15%
TIR	51,57%
VAN	\$ 72 781,92

Como se observa en la tabla anterior, los costos generados por la implementación de las propuestas son menores al ahorro obtenido con estas, y el periodo de recuperación se realiza en el segundo año. Además, se obtiene un VAN mayor a 0; así como una tasa interna de retorno (TIR) mayor al costo de oportunidad de capital (COK) lo cual hace rentable las propuestas presentadas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

6.1.1. La implementación del sistema ERP ayudó a la empresa a tener una mejor planificación como tener un mejor sistema de pronóstico de demanda el cual permite minimizar costos; así como, una disminución del 12% en las pérdidas frente a un cambio repentino de la demanda, evitando quiebres de stock y mejorando los tiempos de entrega y el nivel de servicio a los clientes.

6.1.2. Los pronósticos redujeron la venta perdida de la compañía en un 12%. El correcto cálculo y análisis de los errores permitirá elegir el método de pronósticos adecuado para cada producto de la compañía; asimismo, es necesario contar con los datos de la demanda actualizada de los productos para que los resultados sean óptimos.

6.1.3. El sistema DRP permitió ahorrar costos importantes en la empresa de distribución, al disminuir los niveles de inventario en sus centros de distribución en un 53%; así como, el ahorro de costos en el transporte en un 21%.

6.1.4. La inversión de recursos y materiales en la elaboración de sistemas de planificación que permitan la integración de la información otorga una ventaja competitiva a la compañía frente a sus competidores.

6.2. Recomendaciones

6.2.1 Realizar un plan de seguimiento continuo a las mejoras propuestas; así como a los pronósticos que se empleen para cada familia de productos, con el fin de medir el impacto que estas generan y compararlas con las expectativas de ahorro planeado.

6.2.2 Es recomendable usar periodos como mínimo de 3 años para que nos permita analizar estacionalidad, variabilidad y tendencia, lo cual nos permitirá tener un mejor análisis del tipo de modelo de pronóstico a seguir y a evaluar algún evento relacionado a la familia del producto.

6.2.3 Se recomienda que ante una demanda que presenta datos atípicos en su registro histórico, es conveniente desestacionalizar o retirar estos datos para así tener pronósticos ajustados con un menor margen de error mínimo, el cual nos permitirá lograr grandes beneficios a la empresa ya sea reduciendo costos de inventarios o evitar costos de oportunidad de productos no vendidos.

6.2.4. Se debe dar seguimiento al personal para que mantenga la data actualizada; así como, siempre exista una retroalimentación entre todos los centros de distribución para cumplir con la demanda de los clientes y un buen nivel de servicio.

6.2.5. Para tener una estimación de la mejora más precisa se recomienda realizar los sistemas de pronósticos y DRP a cada producto a lo largo de toda la cadena de suministro.



REFERENCIAS

AAP

2020 IMPACTO DEL COVID 19 EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ DEL PERÚ Y PROYECCIÓN DE VENTAS DE VEHÍCULOS LIVIANOS PARA LOS AÑOS 2020 Y 2021. Consulta: 28 de febrero del 2022.

<<https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/iea-2021/>>

AAP

2021 Informe Estadístico Automotor 2021. Consulta: 12 de febrero del 2022.

<<https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/iea-2021/>>

AVANTIS

2019 ¿Cuánto cuesta SAP Business One?. Consulta: 01 de abril del 2022.

<<https://blog.avantis.mx/cuanto-cuesta-sap-business-one>>

COYLE, John.

2018 “Panorama general de la Administración de la cadena de suministro”. *Administración de la cadena de suministro: una perspectiva logística*. Mexico: Cengage Learning, pp. 3-26.

<<http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stage.aspx?il=&pg=&ed=>>

COYLE, John.

2018 “Función de la logística en las cadenas de suministro”. *Administración de la cadena de suministro: una perspectiva logística*. Mexico: Cengage Learning, pp. 51-88.

<<http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stage.aspx?il=&pg=&ed=>>

CHASE, Richard

2014 “Administración de operaciones y cadena de suministro”. *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. Mexico: Mc Graw Hill Education, pp. 2-19.

<<http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stage.aspx?il=&pg=&ed=>>

CHASE, Richard

2014 “Administración y pronóstico de la demanda”. *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. Mexico: Mc Graw Hill Education, pp. 482-527.

<<http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/stage.aspx?il=&pg=&ed=>>

DOMINGUEZ, José A.

1995 *Dirección de operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: McGraw-Hill, 1995

http://caliope.pucp.edu.pe/uhtbin/cgisirsi/x/0/x/5?searchdata1=106389+%7bckey%7d&user_id=webserver

EAE BUSINESS SCHOOL

2022 *Mapa de Procesos: definición, tipos, ISO y desarrollo*. Consulta: 13 de febrero del 2022.

<<https://retos-operaciones-logistica.eae.es/tipos-definicion-y-desarrollo-de-un-mapa-de-procesos/>>

EL PERUANO

2021 *Sectores minero y agroexportador impulsarán la economía el 2022*. Consulta: 12 de febrero del 2022.

<<https://elperuano.pe/noticia/137299-sectores-minero-y-agroexportador-impulsaran-la-economia-el-2022>>

GESTION

2018 “Mercado de lubricantes venderá US\$400 millones este año.” Consulta: 10 de enero del 2022.

<<https://gestion.pe/economia/empresas/mercado-lubricantes-vendera-us-400-millones-ano-233543-noticia/>>

INEI

2021 *Producto Bruto Interno Trimestral Noviembre 2021*. Consulta 10 de enero del 2022.

<<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/04-informe-tecnico-pbi-iii-trim-2021.pdf>>

REVISTAENERGIA.PE

2018 “Mercado de lubricantes en el Perú movería más de US\$400 millones durante el 2018.” Consulta: 10 de enero del 2022.

<<https://revistaenergia.pe/empresas/mercado-de-lubricantes-en-peru-moveria-mas-us-400-millones-durante-el-2018/>>

Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., Ritzman, L. P.

2013 “Procesos y Cadena de Suministro”. *Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson, pp. 463-506. Consulta: 10 de enero del 2022.

<<http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/?il=3670>>

PISTAS EDUCATIVAS

2020 *Implementación de un sistema de pronóstico y su aplicación a la demanda de los productos lubricantes fabricados por una empresa*. Consulta: 10 de marzo de 2022.

<<http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2410/1892>>



ANEXOS

ANEXO 1: Cálculo de cada método de pronóstico

A continuación, se detalle el cálculo de cada método de pronóstico.

1A. Regresión lineal:

En la tabla 1a se detalla todos los datos para elaborar la ecuación de la regresión lineal; así como, sus datos se emplearán para calcular el error de pronóstico.

Tabla 1a. Pronóstico de regresión lineal

Periodo 2020- 2021	DEMANDA MENSUAL (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
2	131311	72279	52007	27354	29462	28867	28744	19132
3	126576	76617	53750	31490	30216	28182	29435	18496
4	127946	79099	54036	28474	29451	29661	30224	19365
5	133735	77031	52413	31438	29528	27765	27610	18391
6	132959	77236	55702	31518	28368	27379	29410	19590
7	129113	73006	54681	30838	29764	29913	31010	18553
8	132590	71798	55117	31490	31130	28565	31837	18859
9	136831	81710	54525	29499	31050	29655	29156	19800
10	131801	82832	56154	29104	29980	29042	28695	19478
11	135208	73398	55730	32472	32037	28690	29986	19294
12	134263	74497	57325	31573	30923	28662	31706	18762
13	136149	82966	55938	30498	30157	30077	30321	19870
14	140868	82670	57593	30335	29882	29938	29934	18297
15	139520	82398	57888	32468	31586	28861	32661	18777
16	135285	72752	56754	33616	32820	30330	33007	20232
17	138399	82643	58498	30565	30873	29268	32711	18485
18	142451	81331	57675	30470	30434	31292	30359	18409
19	138469	75480	58826	32996	32383	30403	30075	18304
20	141178	75880	58141	33586	30215	31471	33073	18735
21	138843	74300	59733	33790	32173	30931	30203	19446

A.1. TURBO XV SAE

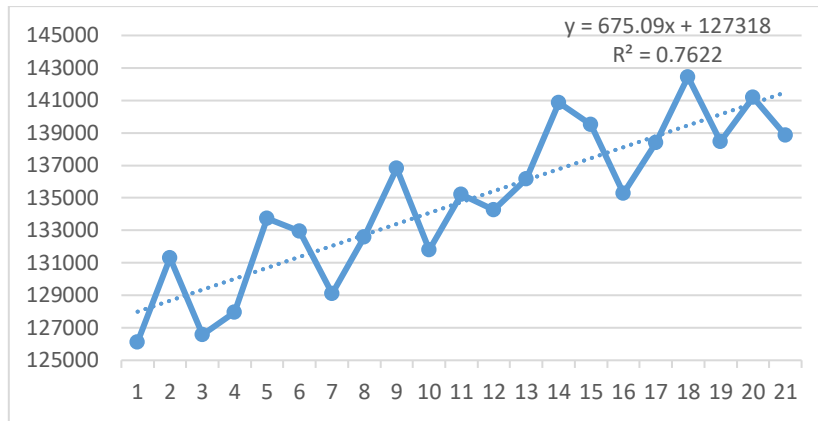


Figura 1a. Demanda mensual de Turbo XV SAE(\$)

A.2. MAGNUM MOTOR OIL SAE

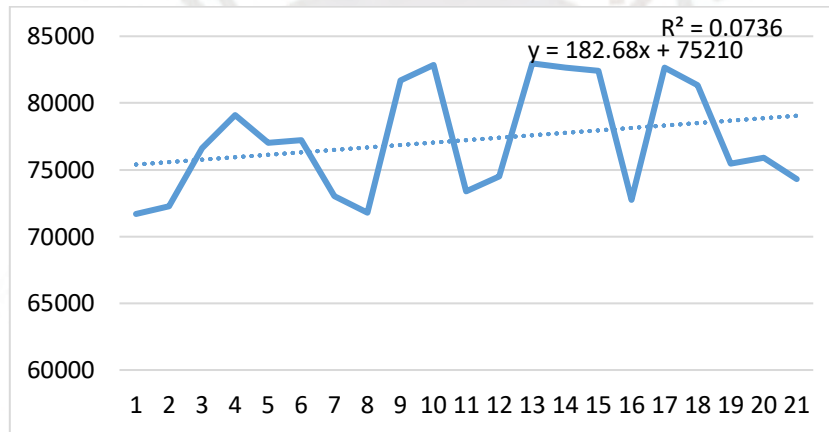


Figura 2a. Demanda mensual de MAGNUM MOTOR OIL SAE (\$)

A.3. SUPER HD PREMIUM

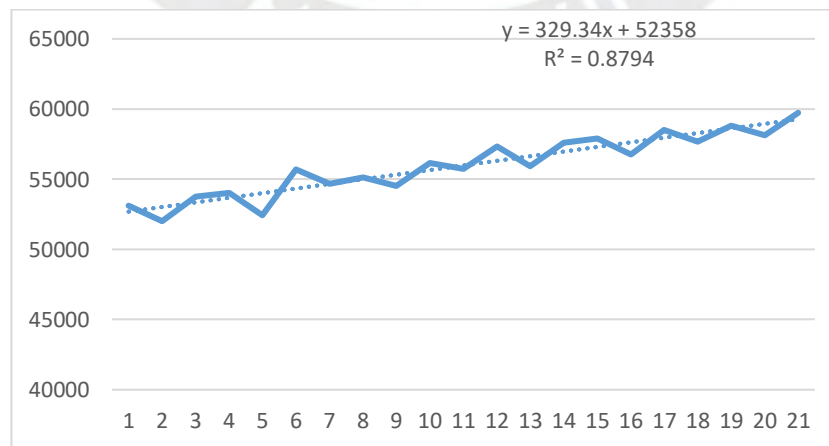


Figura 3a. Demanda mensual de SUPER HD PREMIUM (\$)

A.4. MAGNUM HK SAE

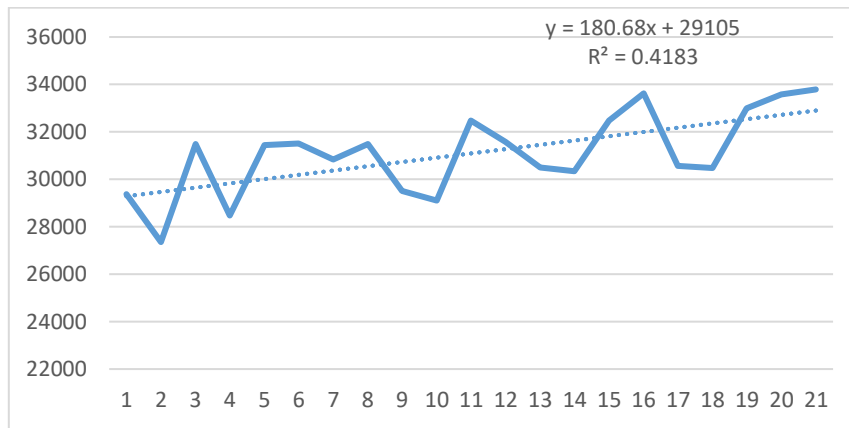


Figura 4a. Demanda mensual de MAGNUM HK SAE (\$)

A.5. MOTORCYCLE MO SAE

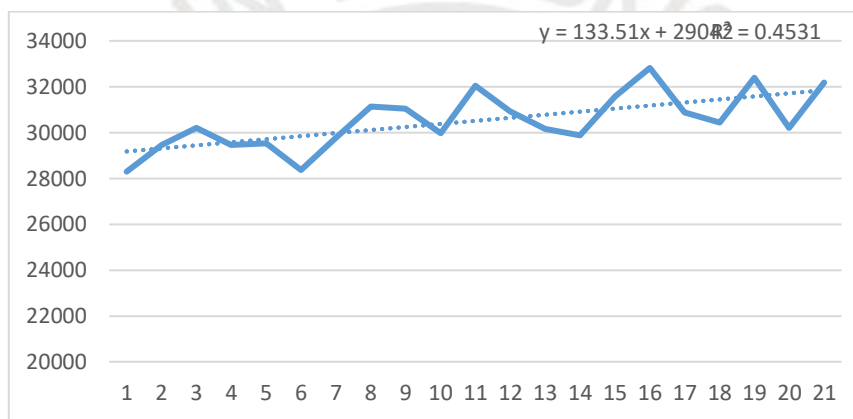


Figura 5a. Demanda mensual de MOTORCYCLE MO SAE (\$)

A.6. MAGNUM GT SAE

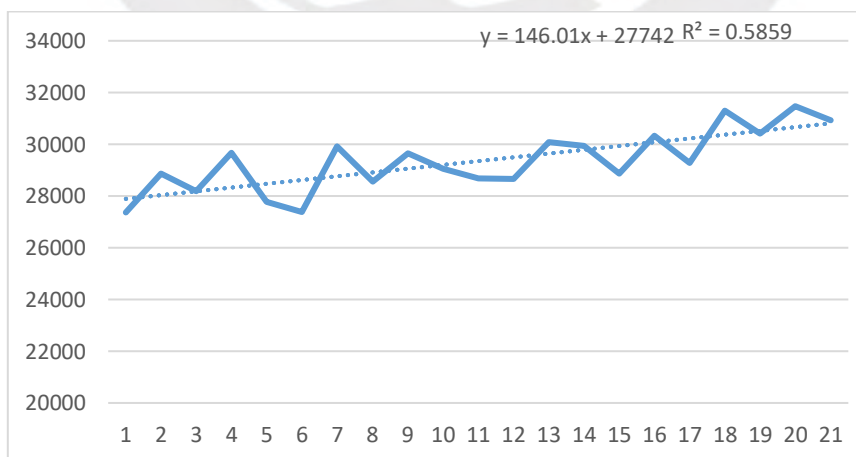


Figura 6a. Demanda mensual de MAGNUM GT SAE (\$)

A.7. TURBO PLUS SAE

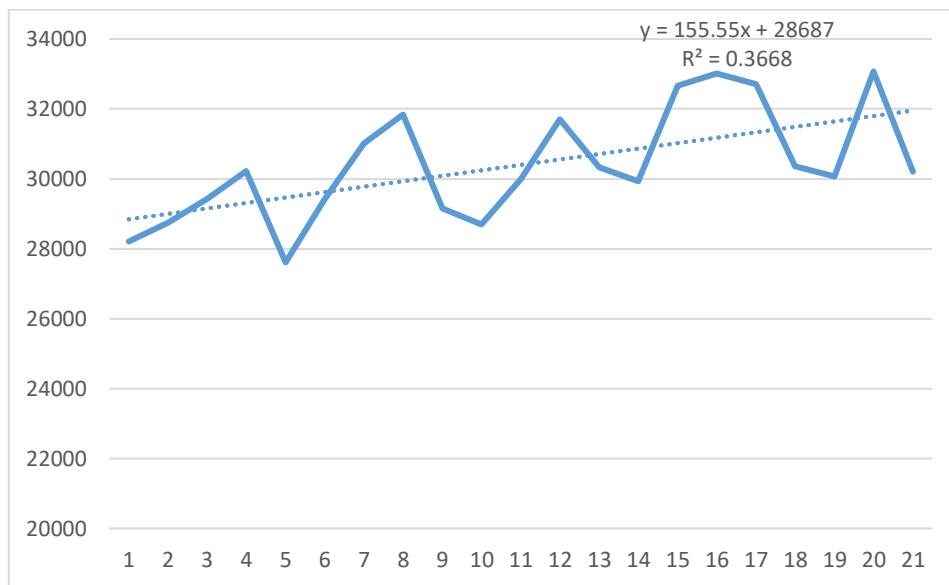


Figura 7a. Demanda mensual de TURBO PLUS SAE (\$)

A.8. SUPER 2T API TC

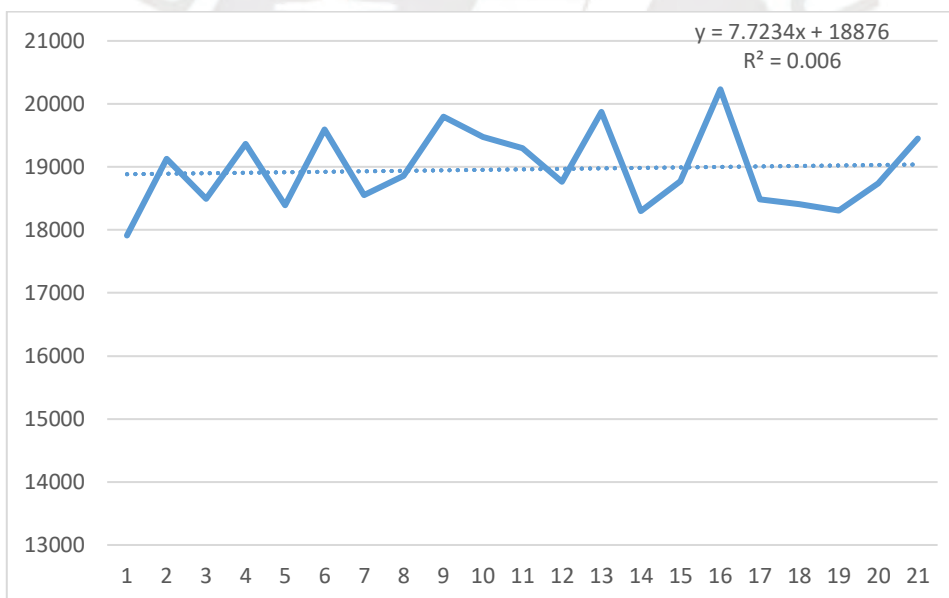


Figura 8a. Demanda mensual de SUPER 2T API TC (\$)

1B. Promedio móvil con n=2

A continuación, se detallarán los datos para calcular el pronóstico con un n=2 para cada producto representativo de la Tabla 1a.

Tabla 1b. Pronóstico promedio móvil n=2

N	PRONÓSTICO N=2 (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1								
2								
3	128719	71984	52556	28360	28878.5	28116	28477.5	18522
4	128943.5	74448	52878.5	29422	29839	28524.5	29089.5	18814
5	127261	77858	53893	29982	29833.5	28921.5	29829.5	18930.5
6	130840.5	78065	53224.5	29956	29489.5	28713	28917	18878
7	133347	77134	54057.5	31478	28948	27572	28510	18990.5
8	131036	75121	55191.5	31178	29066	28646	30210	19071.5
9	130851.5	72402	54899	31164	30447	29239	31423.5	18706
10	134710.5	76754	54821	30494.5	31090	29110	30496.5	19329.5
11	134316	82271	55339.5	29301.5	30515	29348.5	28925.5	19639
12	133504.5	78115	55942	30788	31008.5	28866	29340.5	19386
13	134735.5	73948	56527.5	32022.5	31480	28676	30846	19028
14	135206	78732	56631.5	31035.5	30540	29369.5	31013.5	19316
15	138508.5	82818	56765.5	30416.5	30019.5	30007.5	30127.5	19083.5
16	140194	82534	57740.5	31401.5	30734	29399.5	31297.5	18537
17	137402.5	77575	57321	33042	32203	29595.5	32834	19504.5
18	136842	77698	57626	32090.5	31846.5	29799	32859	19358.5
19	140425	81987	58086.5	30517.5	30653.5	30280	31535	18447
20	140460	78406	58250.5	31733	31408.5	30847.5	30217	18356.5
21	139823.5	75680	58483.5	33291	31299	30937	31574	18519.5

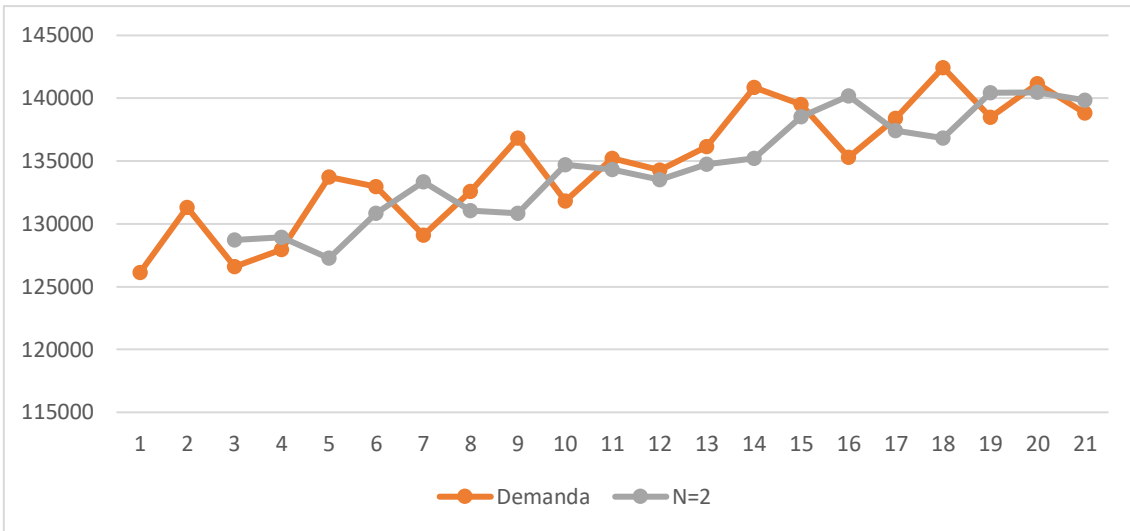


Figura 1b. Promedio móvil n=2 – TURBO XV SAE

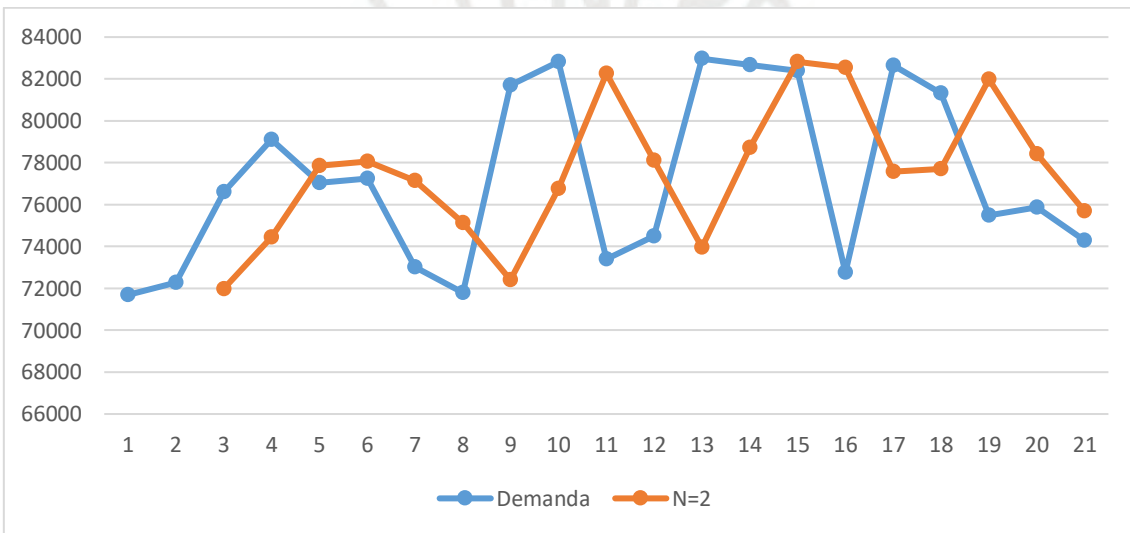


Figura 2b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM MOTOR OIL SAVE

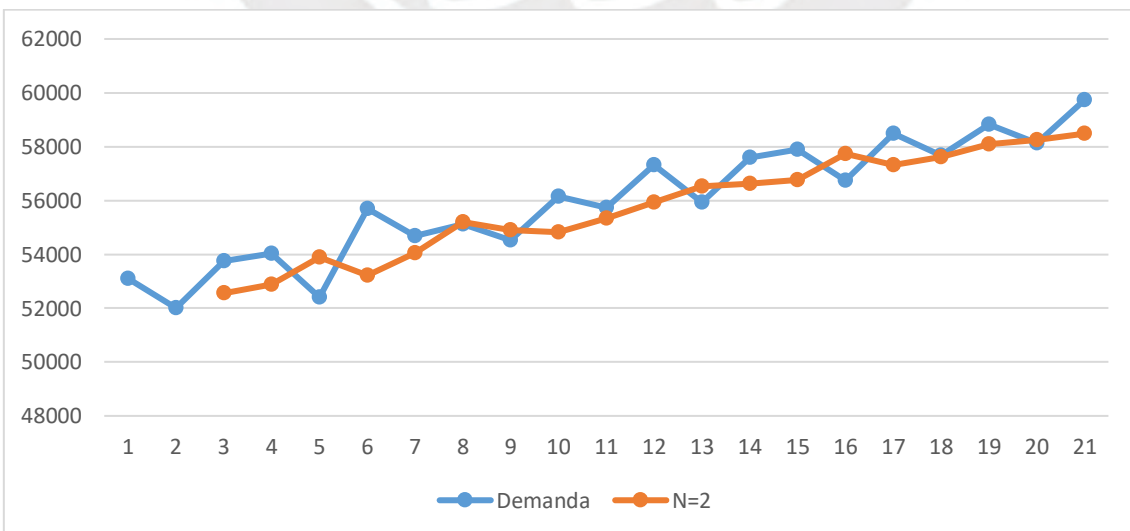


Figura 3b. Promedio móvil n=2 – SUPER HD PREMIUM

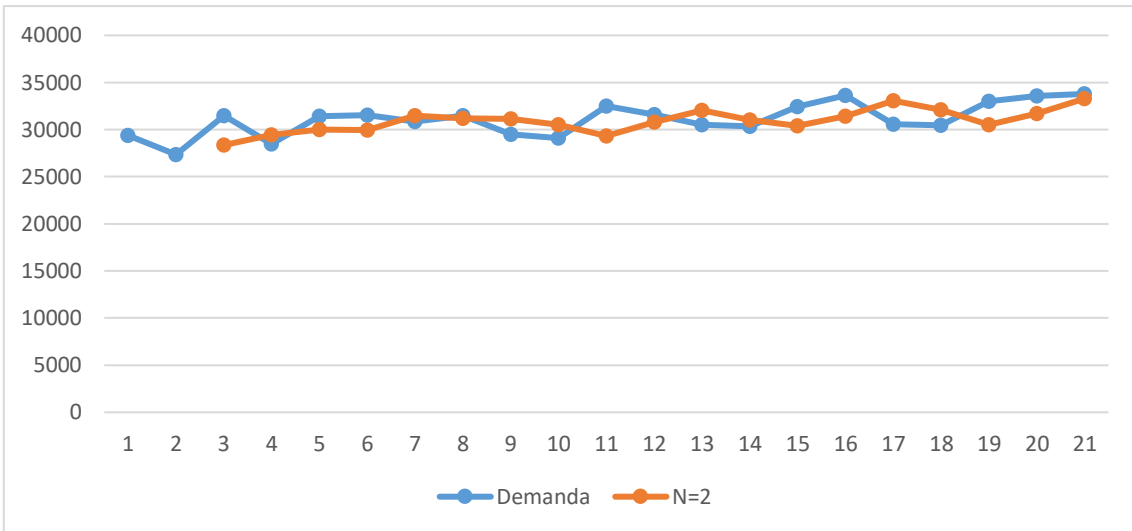


Figura 4b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM HK SAE

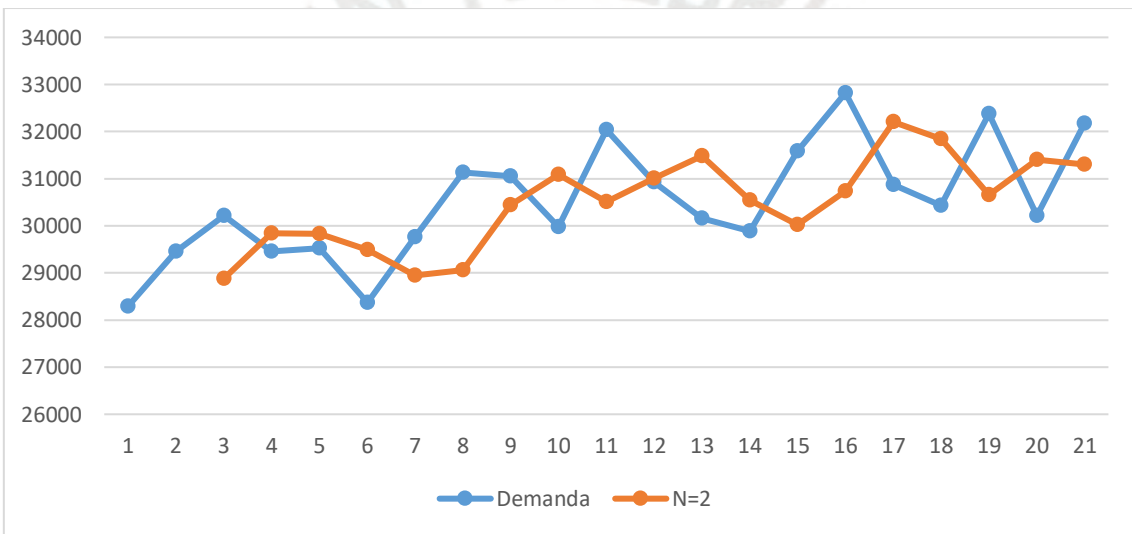


Figura 5b. Promedio móvil n=2 – MOTORCYCLE MO SAE

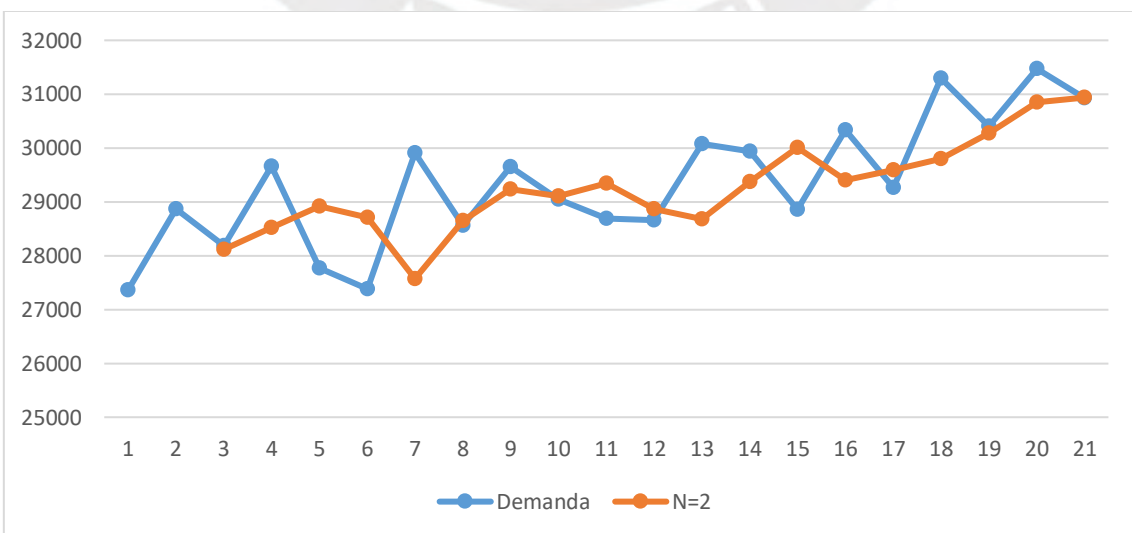


Figura 6b. Promedio móvil n=2 – MAGNUM GT SAE

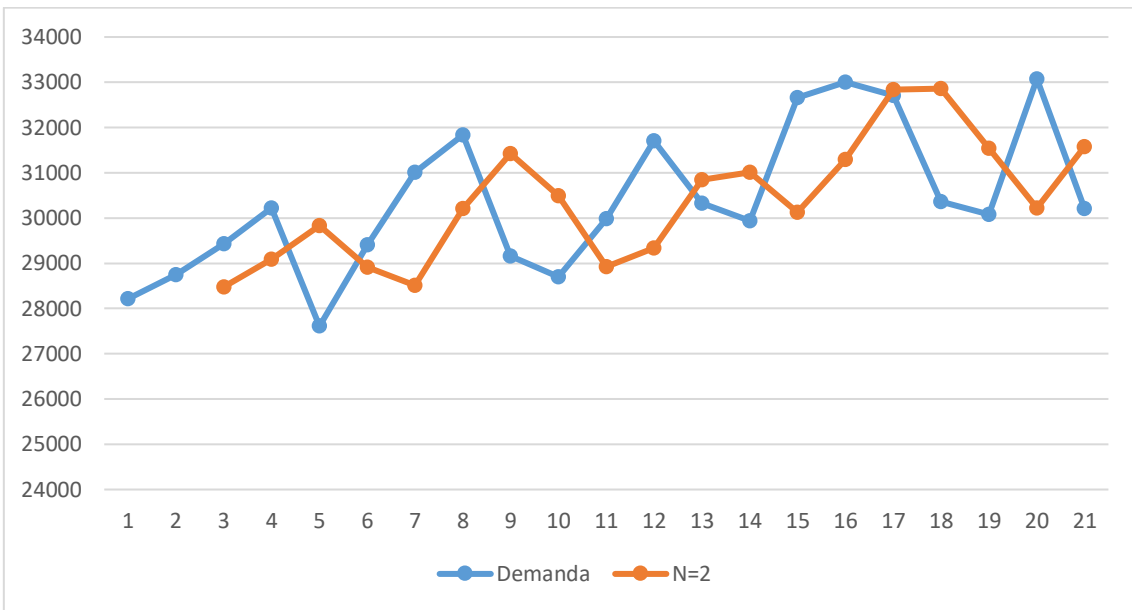


Figura 7b. Promedio móvil n=2 – TURBO PLUS SAE

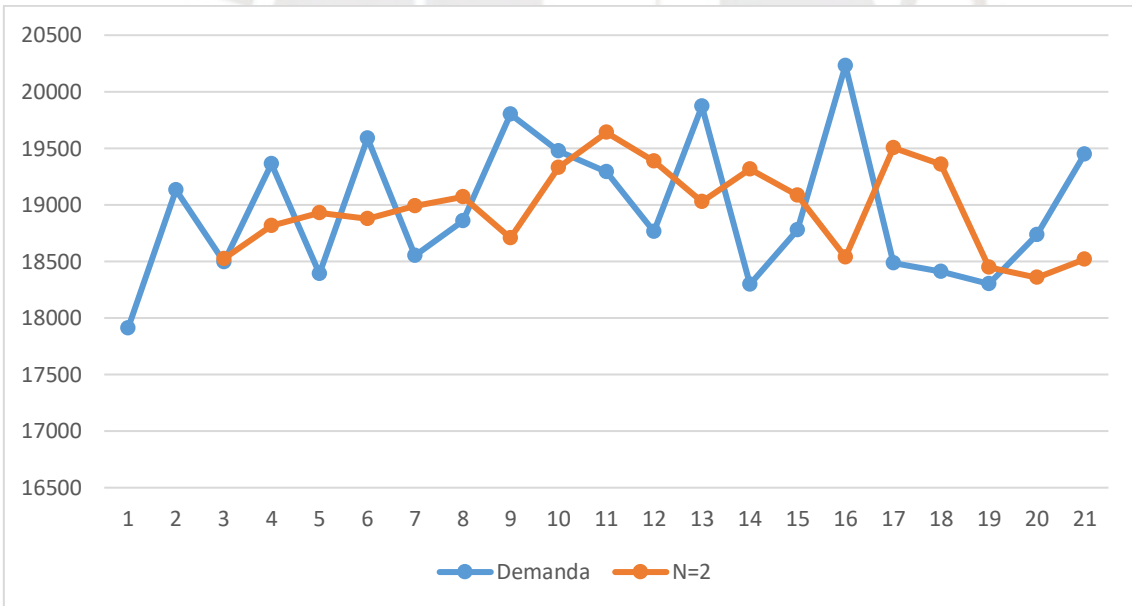


Figura 8b. Promedio móvil n=2 – SUPER 2T API TC

1C. Promedio móvil n=3

En la tabla 1c. se detallan los datos para calcular el pronóstico con un n=3.

Tabla 1c. Pronóstico promedio móvil n=3

N	PRONÓSTICO N=3 (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1								
2								
3								
4	128005	73528	52954	29403	29324	28138	28797	18513
5	128611	75998	53264	29106	29710	28903	29468	18998
6	129419	77582	53400	30467	29732	28536	29090	18751
7	131547	77789	54050	30477	29116	28268	29081	19115
8	131936	75758	54265	31265	29220	28352	29343	18845
9	131554	74013	55167	31282	29754	28619	30752	19001
10	132845	75505	54774	30609	30648	29378	30668	19071
11	133741	78780	55265	30031	30720	29087	29896	19379
12	134613	79313	55470	30358	31022	29129	29279	19524
13	133757	76909	56403	31050	30980	28798	30129	19178
14	135207	76954	56331	31514	31039	29143	30671	19309
15	137093	80044	56952	30802	30321	29559	30654	18976
16	138846	82678	57140	31100	30542	29625	30972	18981
17	138558	79273	57412	32140	31429	29710	31867	19102
18	137735	79264	57713	32216	31760	29486	32793	19165
19	138712	78909	57642	31550	31376	30297	32026	19042
20	139773	79818	58333	31344	31230	30321	31048	18399
21	140699	77564	58214	32351	31011	31055	31169	18483

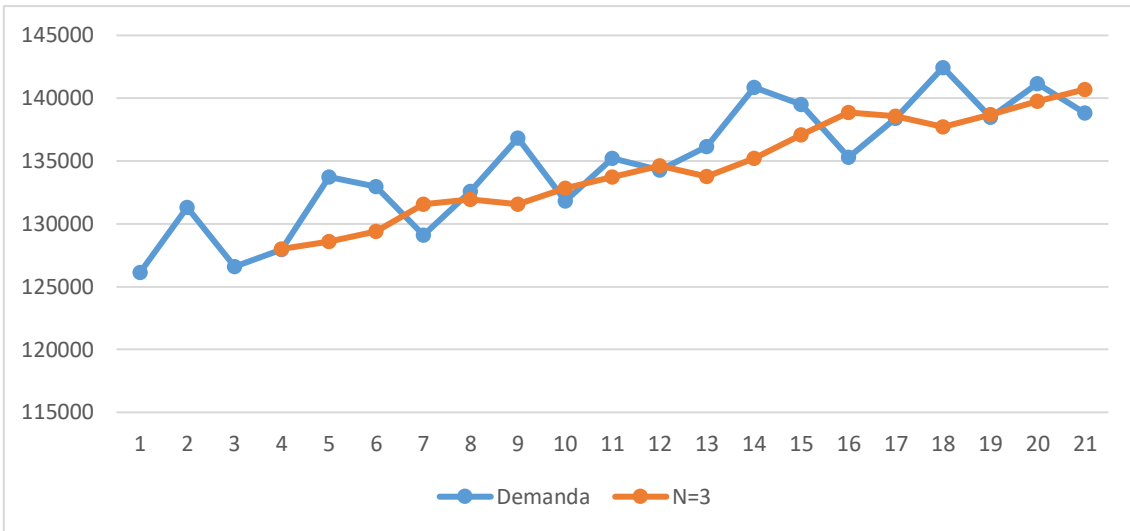


Figura 1c. Promedio móvil n=3 - TURBO XV SAE

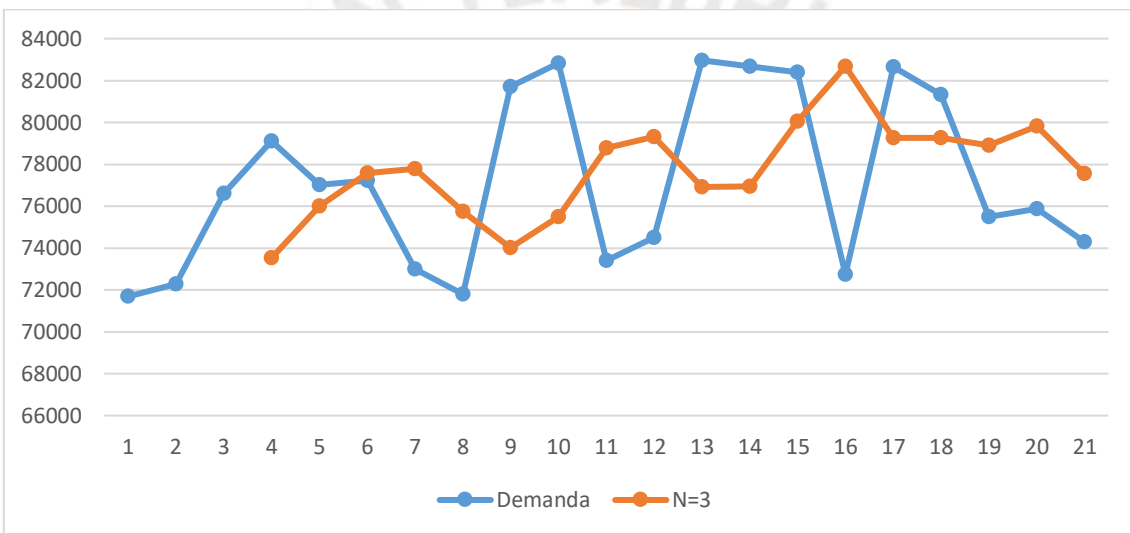


Figura 2c. Promedio móvil n=3 - MAGNUM MOTOR OIL SAVE

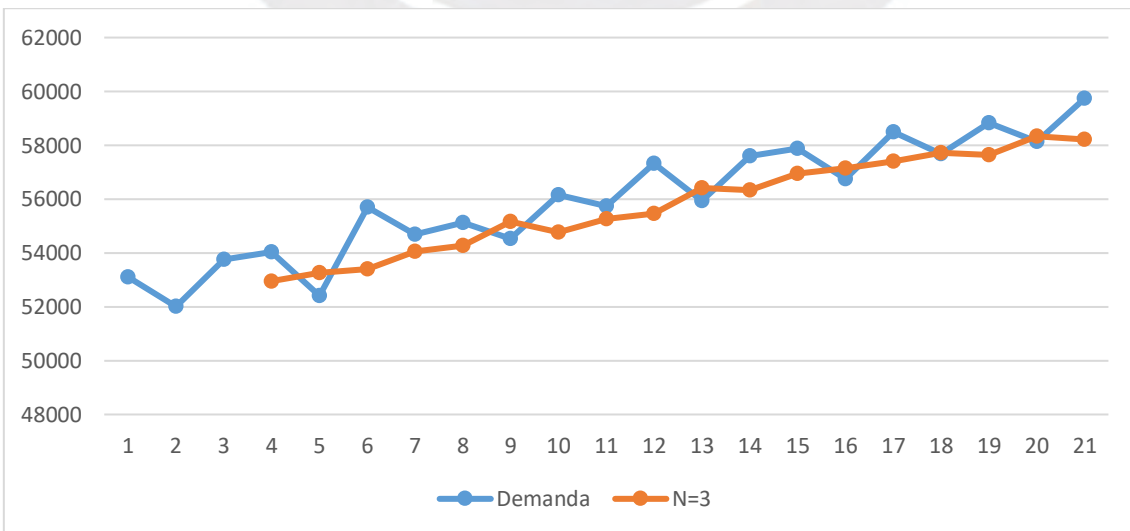


Figura 3c. Promedio móvil n=3 - SUPER HD PREMIUM

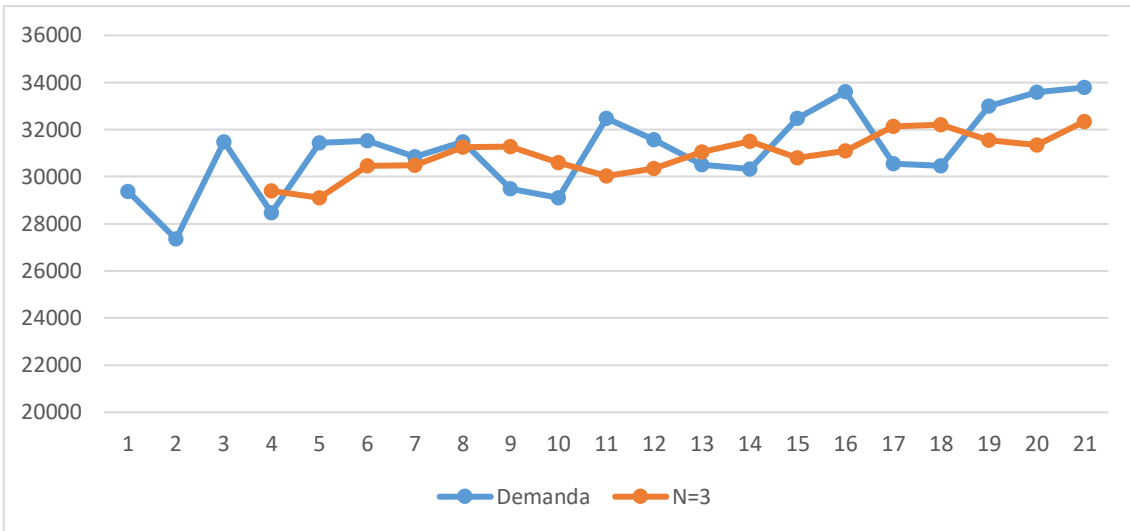


Figura 4c. Promedio móvil n=3 – MAGNUM HK SAE

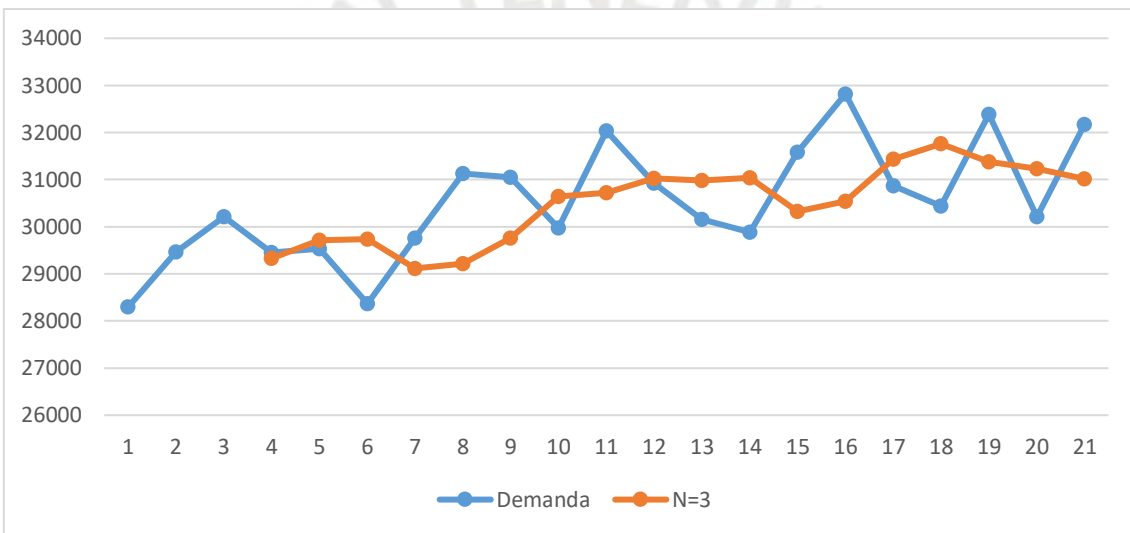


Figura 5c. Promedio móvil n=3 – MOTORCYCLE MO SAE

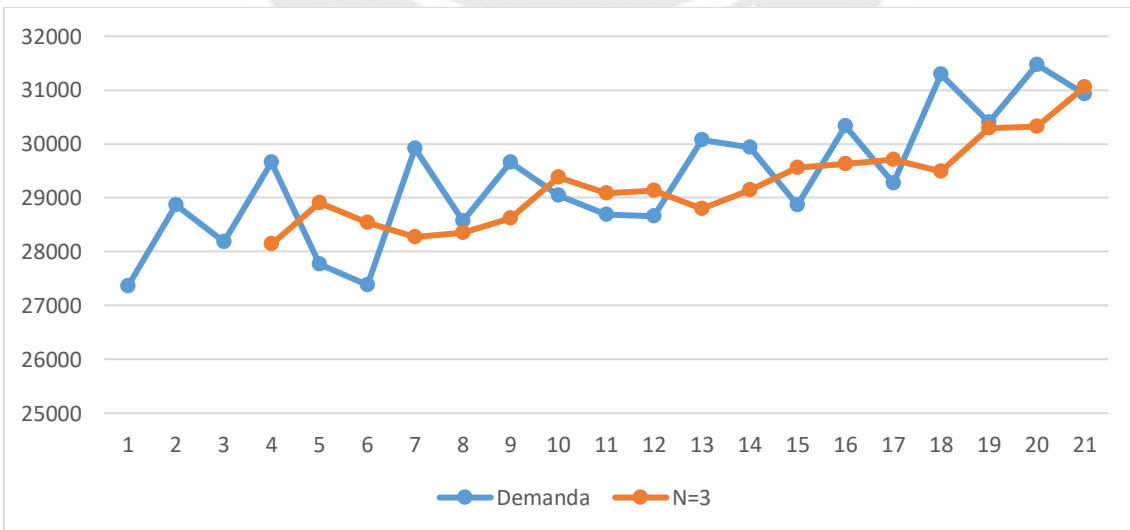


Figura 6c. Promedio móvil n=3 – MAGNUM GT SAE

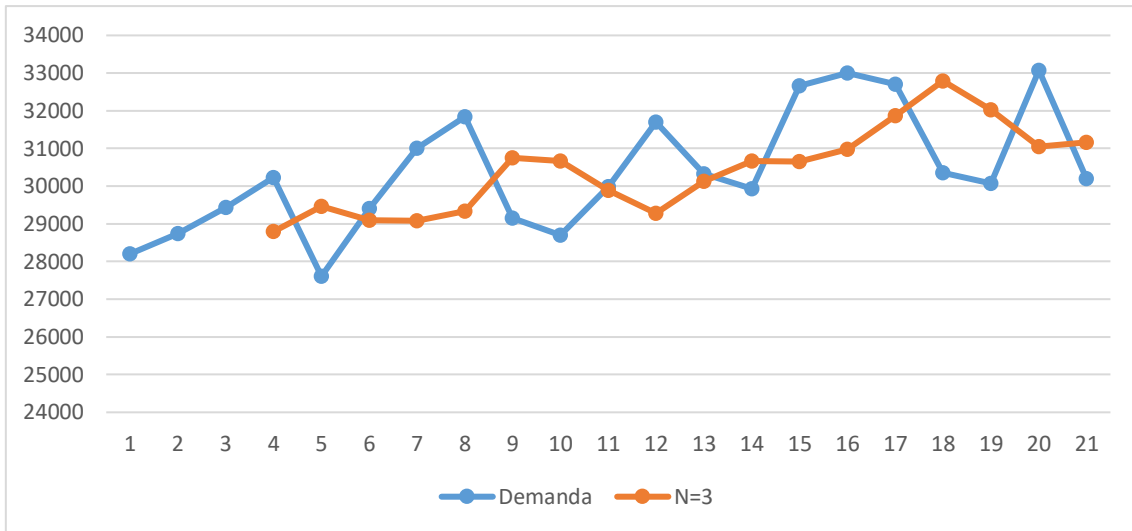


Figura 7c. Promedio móvil n=3 – TURBO PLUS SAE

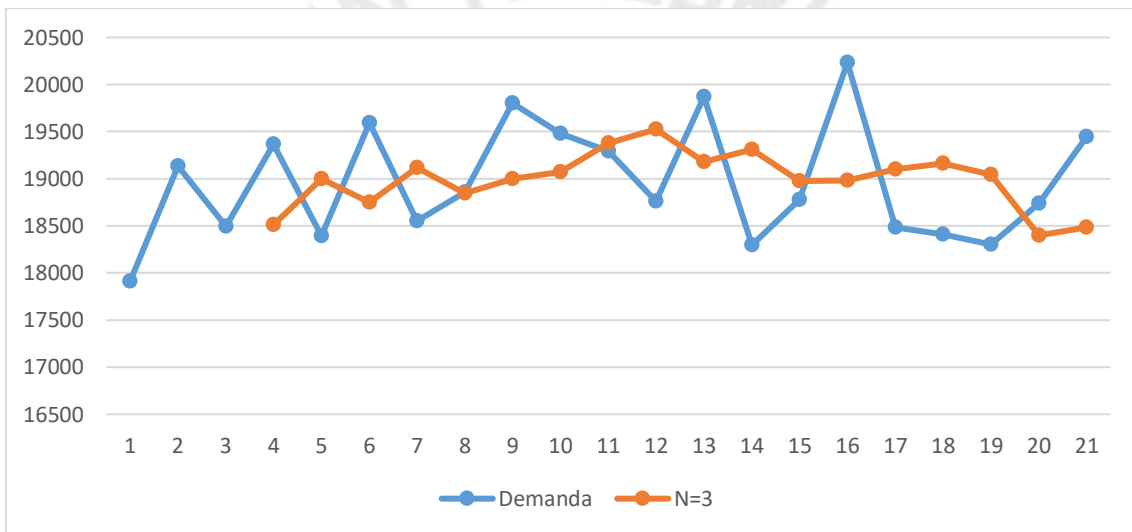


Figura 8c. Promedio móvil n=3 – SUPER 2T API TC

1D. Suavización exponencial

En la tabla 1d. se detalla el pronóstico exponencial con su alfa correspondiente.

Tabla 1d. Alfa para cada producto

Producto	Alfa
TURBO XV SAE	0.5
MAGNUM MOTOR OIL SAE	0.9
SUPER HD PREMIUM	0.55
MAGNUM HK SAE	0.7
MOTORCYCLE MO SAE	0.5
MAGNUM GT SAE	0.4
TURBO PLUS SAE	0.9
SUPER 2T API TC	0.85

En la tabla 2d se detalla el pronóstico empleando el alfa según la Tabla 1d.

Tabla 2d. Pronóstico suavización exponencial

N	PRONÓSTICO EXPONENCIAL (USD)							
	SKU							
	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTOR CYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
1	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
2	126127	71689	53105	29366	28295	27365	28211	17912
3	128719	72220	52501	27958	28879	27966	28691	18949
4	127648	76177	53188	30430	29547	28052	29361	18564
5	127797	78807	53654	29061	29499	28696	30138	19245
6	130766	77209	52972	30725	29514	28323	27863	18519
7	131862	77233	54473	31280	28941	27946	29255	19429
8	130488	73429	54588	30971	29352	28733	30835	18684
9	131539	71961	54879	31334	30241	28666	31737	18833
10	134185	80735	54684	30050	30646	29061	29414	19655
11	132993	82622	55493	29388	30313	29054	28767	19505
12	134100	74320	55623	31547	31175	28908	29864	19326
13	134182	74479	56559	31565	31049	28810	31522	18847
14	135165	82117	56218	30818	30603	29317	30441	19716
15	138017	82615	56974	30480	30242	29565	29985	18510
16	138768	82420	57477	31872	30914	29284	32393	18737
17	137027	73719	57079	33093	31867	29702	32946	20008
18	137713	81751	57860	31323	31370	29528	32734	18713
19	140082	81373	57758	30726	30902	30234	30597	18455
20	139275	76069	58345	32315	31643	30302	30127	18327
21	140227	75899	58233	33205	30929	30769	32778	18674

A continuación, se detallan los gráficos para cada tipo de producto.

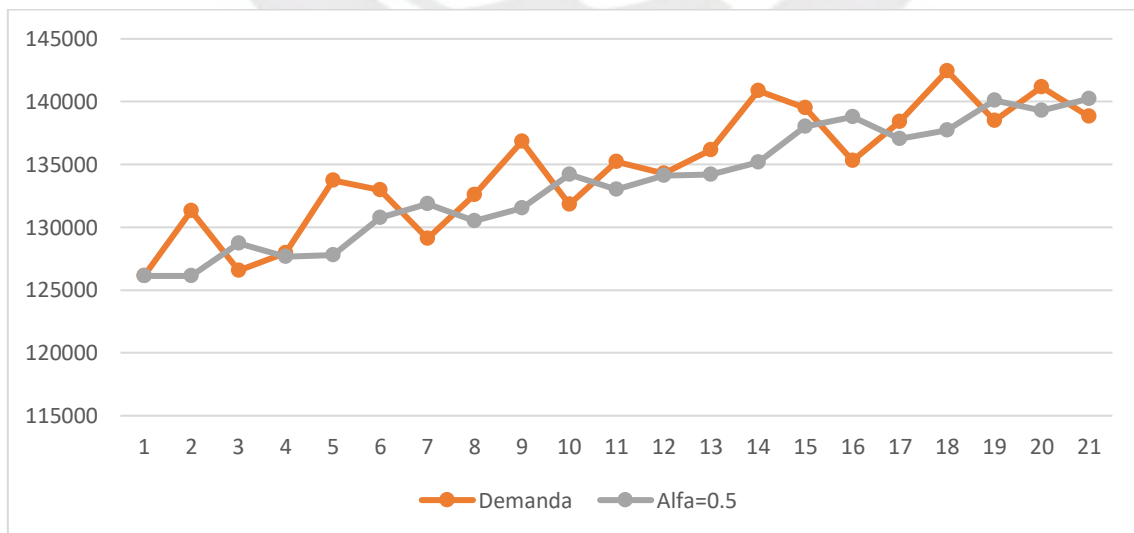


Figura 1d. Suavización Exponencial – TURBO XV SAE

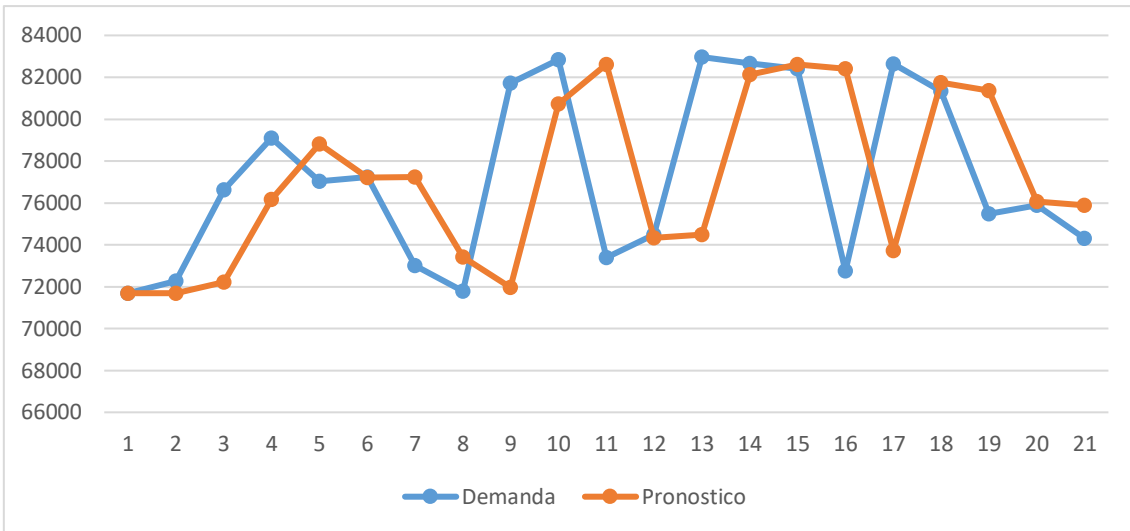


Figura 2d. Suavización Exponencial – MAGNUM MOTOR OIL SAVE

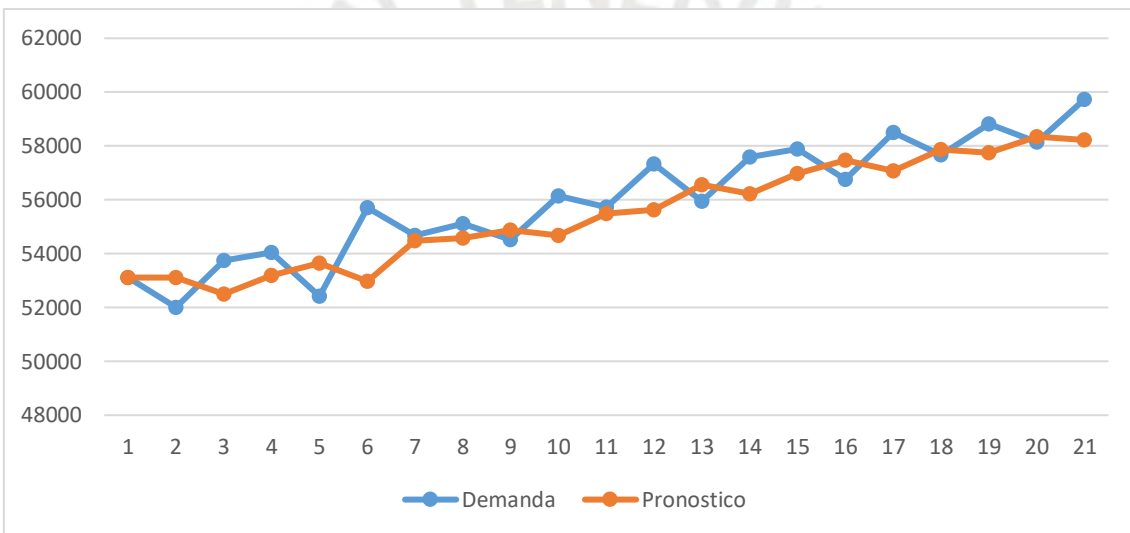


Figura 3d. Suavización Exponencial – SUPER HD PREMIUM

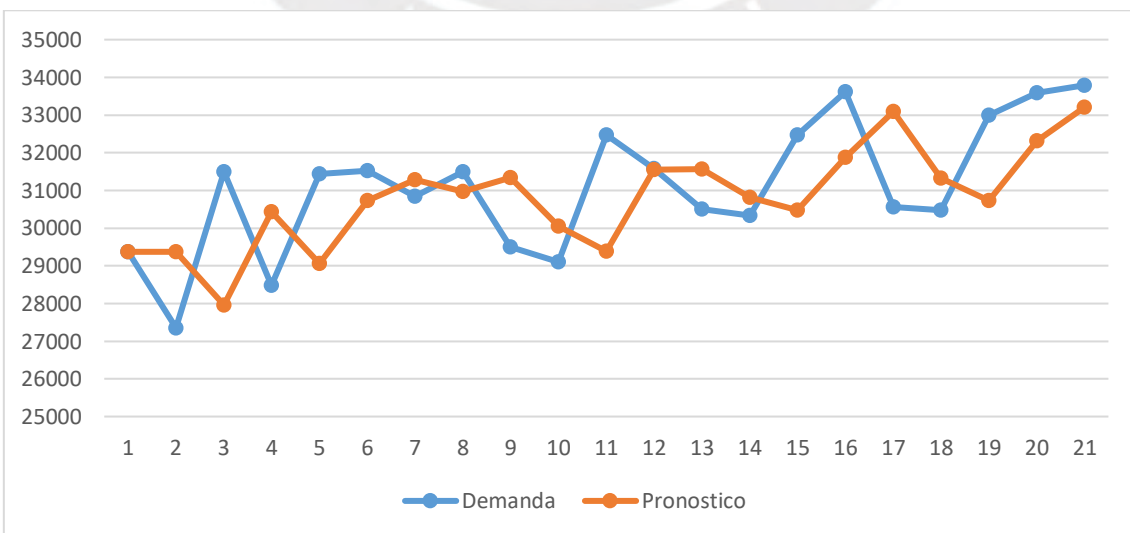


Figura 4d. Suavización exponencial – MAGNUM HK SAE

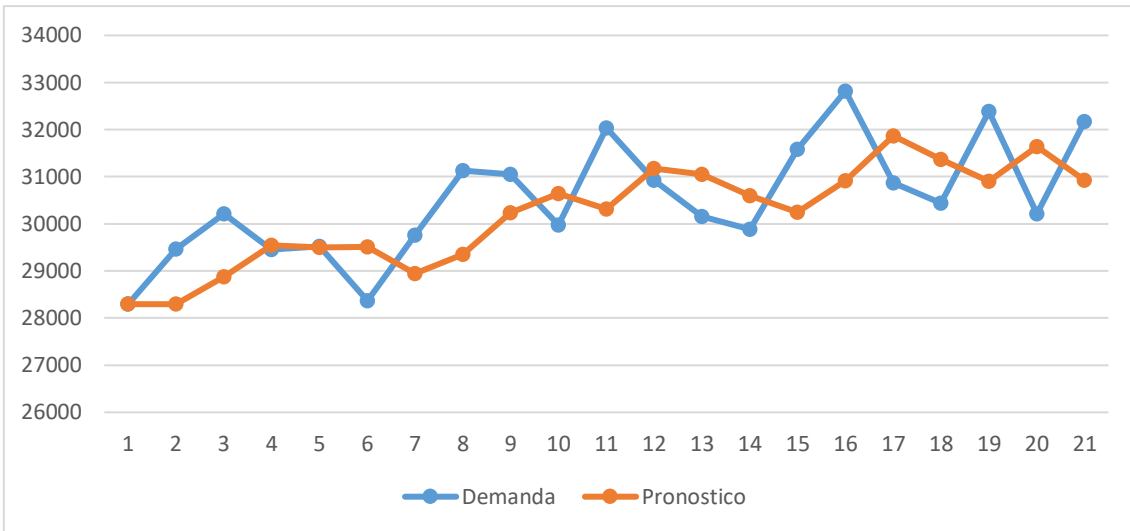


Figura 5d. Suavización exponencial – MOTORCYCLE MO SAE

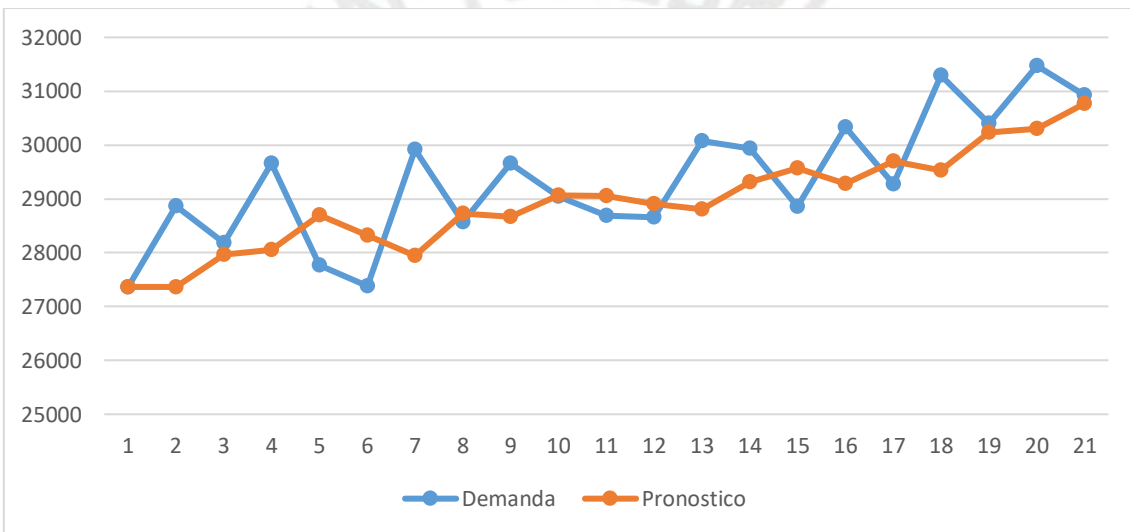


Figura 6d. Suavización exponencial – MAGNUM GT SAE

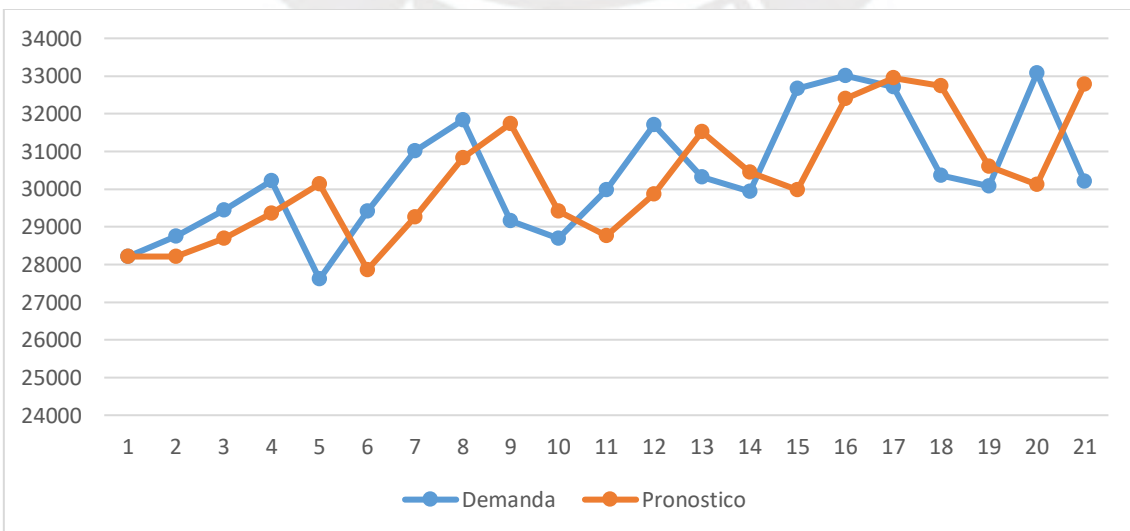


Figura 7d. Suavización exponencial – TURBO PLUS SAE

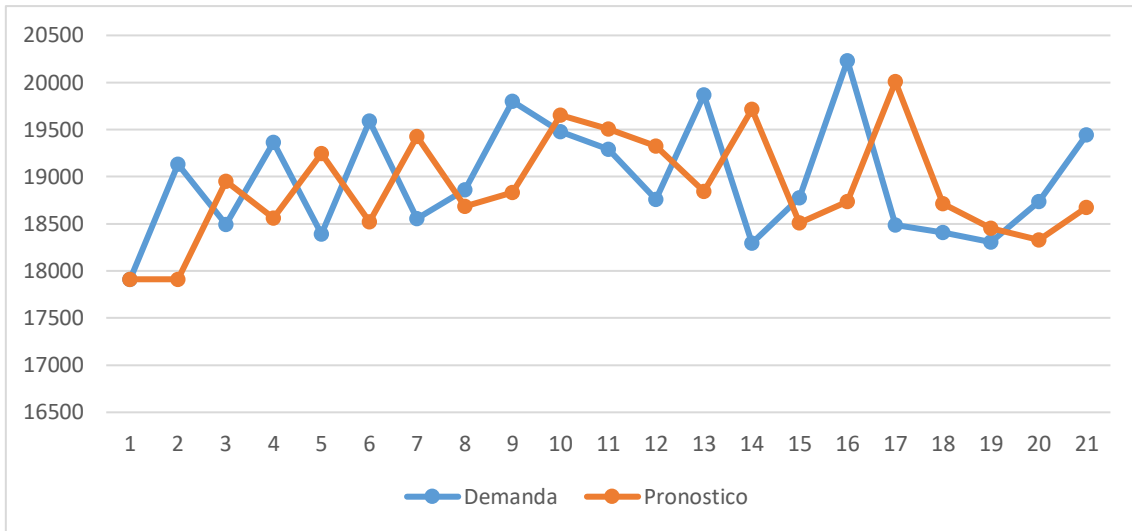


Figura 8d. Suavización exponencial – SUPER 2T API TC

1E. Suavización exponencial ajustada a la tendencia

En la tabla 1e. se detalla el alfa y beta por cada producto representativo.

Tabla 1e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia – Alfa y Beta

Producto	Alfa	Beta
TURBO XV SAE	0.6	0.1
MAGNUM MOTOR OIL SAE	0.6	0.2
SUPER HD PREMIUM	0.3	0.1
MAGNUM HK SAE	0.6	0.4
MOTORCYCLE MO SAE	0.7	0.3
MAGNUM GT SAE	0.8	0.4
TURBO PLUS SAE	0.6	0.25
SUPER 2T API TC	0.7	0.4

Tabla 2e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia

N	PRONÓSTICO SUAIVIZACIÓN EXPONENCIAL AJUSTADO A LA TENDENCIA (USD)											
	SKU											
	TURBO XV SAE			MAGNUM MOTOR OIL SAE			SUPER HD PREMIUM			MAGNUM HK SAE		
	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft
1	126127	12	126127	71689	12	71689	53105	12	53105	29366	12	29366
2	129242	322	126139	72048	81	71701	52784	-21	53117	28164	-474	29378
3	127771	143	129565	74822	620	72129	53355	38	52763	29970	438	27690
4	127933	145	127914	77636	1059	75442	53779	77	53393	29248	-26	30408
5	131472	484	128078	77697	859	78695	52990	-10	53855	30552	506	29222
6	132558	544	131957	77764	701	78556	54613	153	52980	31334	616	31057
7	130709	305	133102	75189	46	78465	54715	148	54766	31283	350	31950
8	131960	400	131014	73173	-367	75235	55016	163	54863	31547	315	31632
9	135042	668	132359	78148	702	72806	54787	124	55179	30444	-252	31862
10	133365	433	135710	81239	1180	78850	55657	199	54911	29539	-513	30192
11	134644	518	133798	77006	97	82419	55780	191	55855	31094	314	29026
12	134623	464	135162	75540	-216	77103	56784	272	55971	31507	354	31408
13	135724	528	135087	79909	701	75324	56385	205	57056	31043	27	31860
14	139022	805	136252	81846	948	80610	57192	266	56591	30629	-150	31070
15	139643	786	139826	82557	901	82795	57716	291	57458	31672	328	30479
16	137343	478	140429	77034	-384	83458	57255	216	58007	32970	715	32000
17	138168	512	137820	80246	335	76650	58087	278	57471	31813	-33	33685
18	140943	739	138680	81031	425	80581	57951	236	58365	30994	-348	31780
19	139754	546	141681	77871	-292	81456	58571	275	58187	32056	216	30646
20	140827	599	140300	76559	-496	77579	58423	232	58845	33061	532	32272
21	139876	444	141425	75006	-707	76064	59302	297	58655	33711	579	33592

Tabla 3e. Pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia

N	PRONÓSTICO SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL AJUSTADO A LA TENDENCIA (USD)											
	SKU											
	MOTORCYCLE MO SAE			MAGNUM GT SAE			TURBO PLUS SAE			SUPER 2T API TC		
	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft	At	Tt	Ft
1	28295	12	28295	27365	12	27365	28211	12	28211	17912	12	17912
2	29116	255	28307	28569	489	27377	28536	90	28223	18770	350	17924
3	29962	432	29370	28357	209	29058	29111	212	28626	18683	176	19120
4	29734	234	30394	29442	559	28566	29864	347	29323	19213	317	18859
5	29660	142	29968	28212	-156	30001	28650	-43	30210	18733	-2	19530
6	28798	-159	29802	27514	-373	28056	29089	77	28607	19332	239	18731
7	29426	77	28639	29359	514	27141	30272	354	29166	18858	-46	19571
8	30642	419	29503	28827	95	29873	31353	535	30626	18845	-33	18812
9	31053	416	31060	29508	330	28922	30249	126	31888	19504	244	18812
10	30427	104	31469	29201	75	29838	29367	-126	30374	19559	168	19747
11	31585	420	30530	28807	-112	29276	29688	-14	29240	19424	47	19727
12	31248	193	32005	28669	-123	28695	30893	290	29673	18975	-152	19471
13	30542	-77	31440	29771	367	28546	30666	161	31183	19556	142	18823
14	30057	-199	30465	29978	303	30138	30291	27	30827	18717	-251	19698
15	31068	164	29858	29145	-151	30281	31724	379	30318	18684	-164	18467
16	32343	497	31231	30063	276	28994	32645	514	32102	19718	316	18520
17	31463	84	32841	29482	-66	30339	32890	447	33159	18950	-118	20034
18	30768	-150	31547	30917	534	29416	31550	0	33337	18536	-236	18832
19	31854	221	30618	30613	199	31451	30665	-221	31551	18303	-235	18299
20	30773	-170	32074	31339	410	30811	32021	173	30444	18535	-48	18067
21	31702	160	30603	31095	148	31749	31000	-126	32195	19158	220	18487

A continuación, se detalla el gráfico por cada producto.

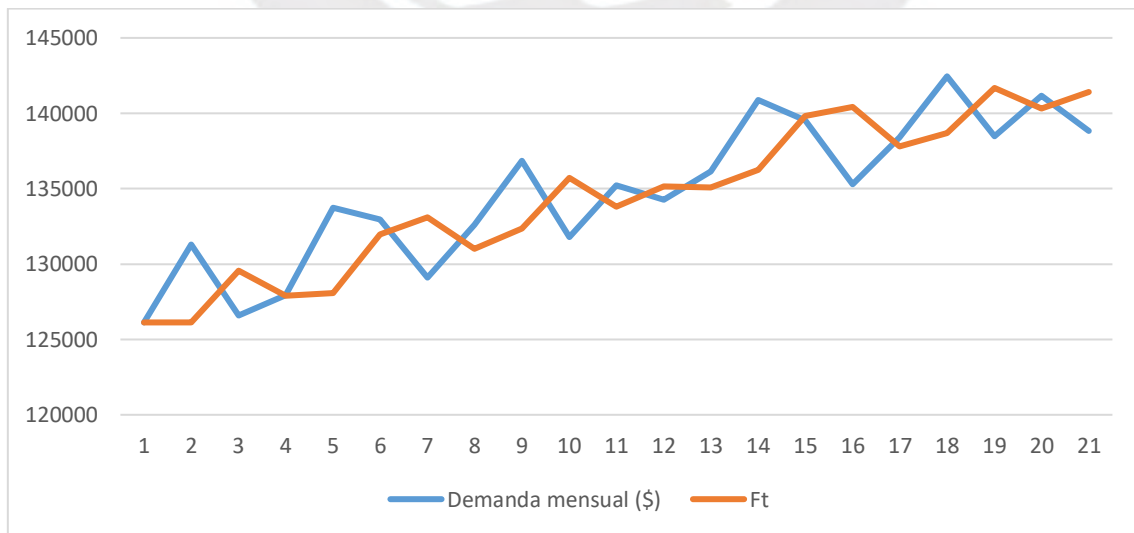


Figura 1e. Suavización Exponencial ajustado a la tendencia - TURBO XV SAE

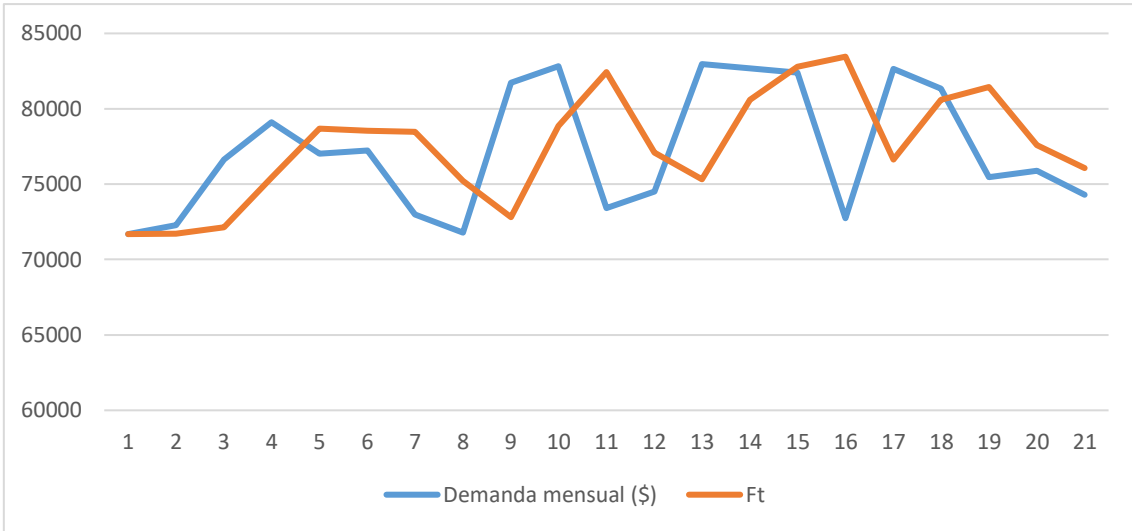


Figura 2e. Suavización Exponencial Ajustado a la Tendencia- MAGNUM MOTOR OIL SAVE

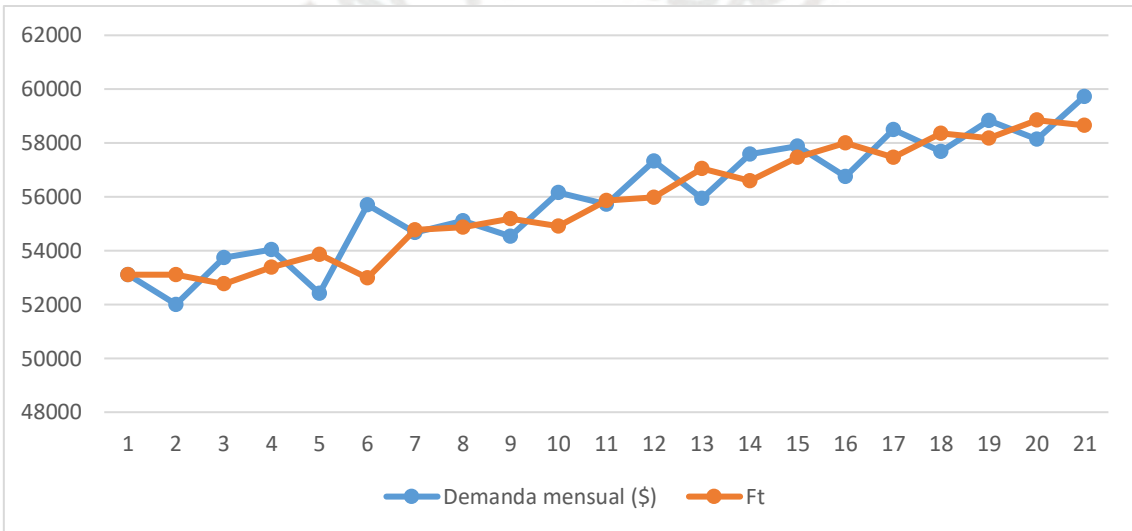


Figura 3e. Suavización Exponencial Ajustado a la Tendencia – SUPER HD PREMIUM

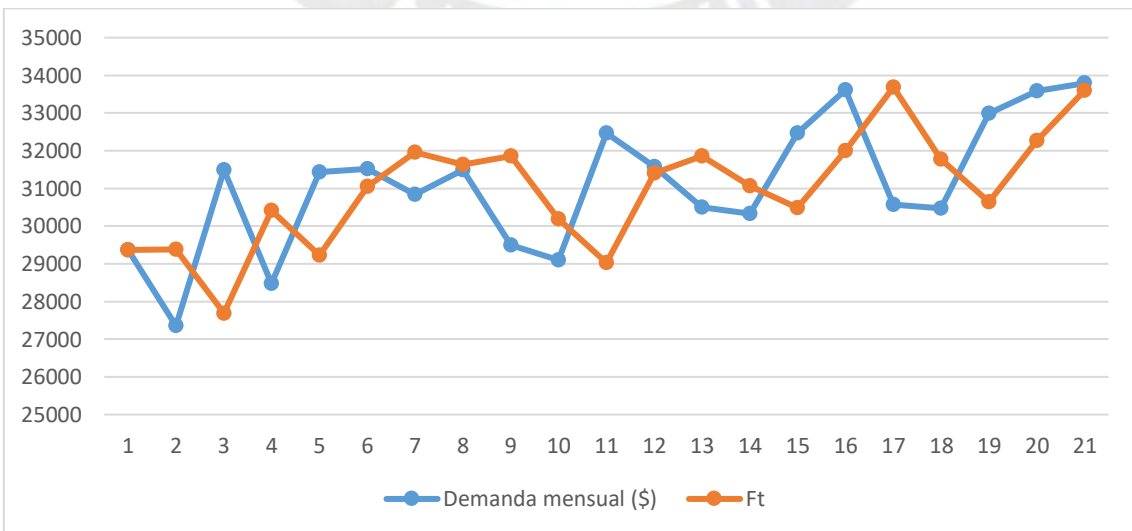


Figura 4e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia- MAGNUM HK SAE

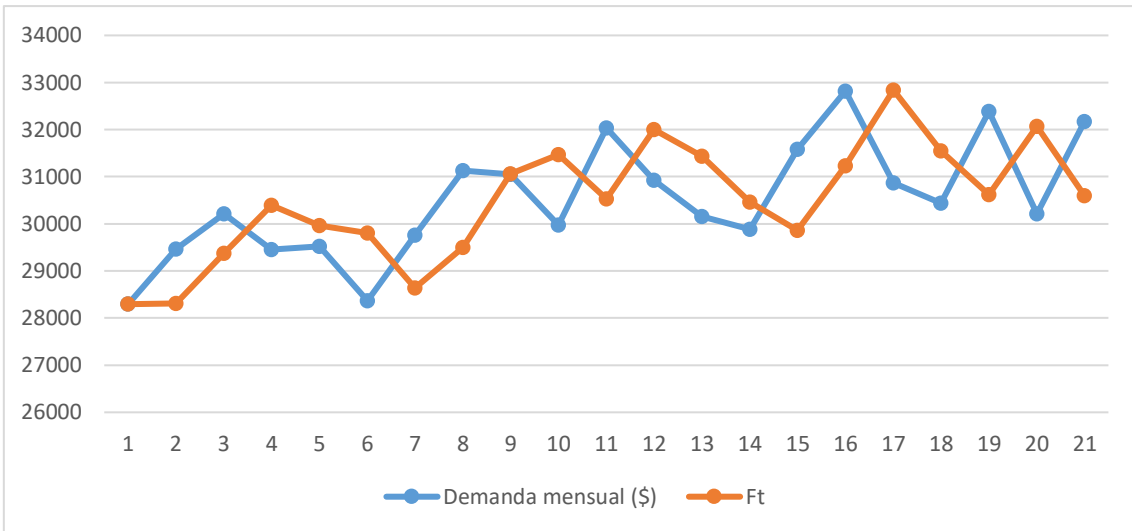


Figura 5e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia – MOTORCYCLE MO SAE

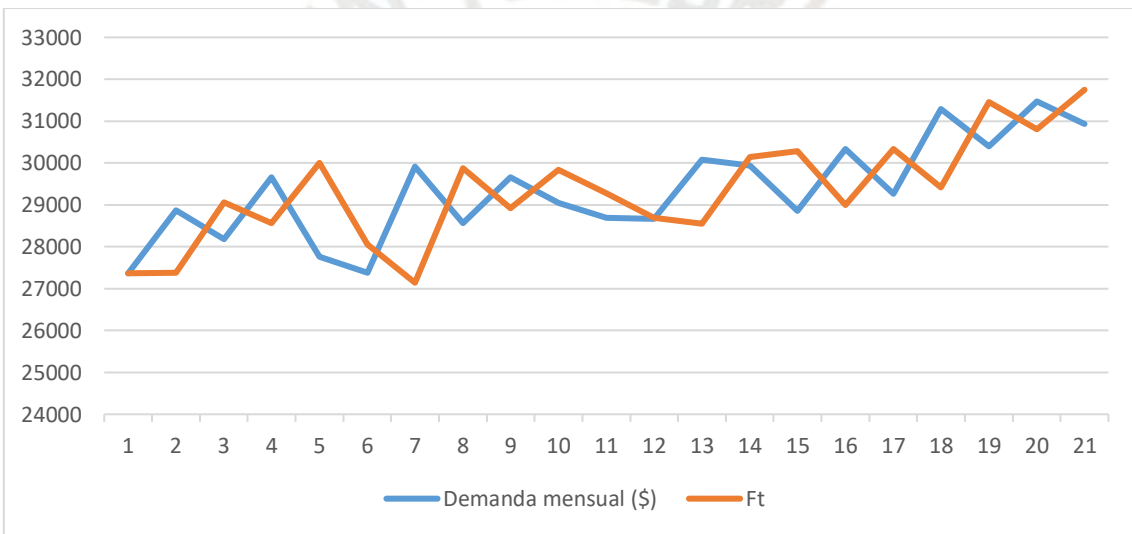


Figura 6e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia – MAGNUM GT SAE

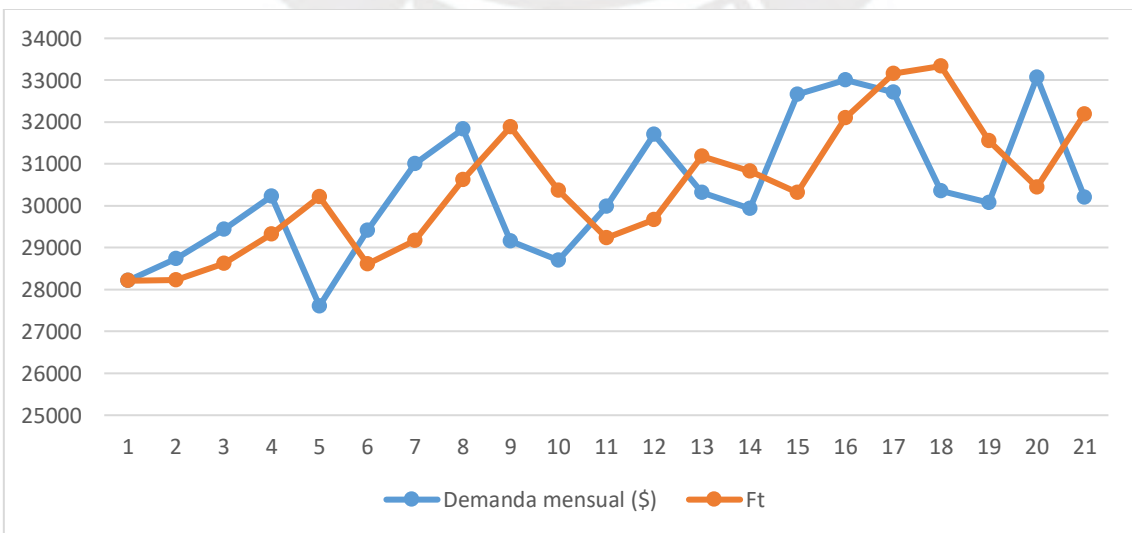


Figura 7e. Suavización exponencial Ajustado a la Tendencia– TURBO PLUS SAE

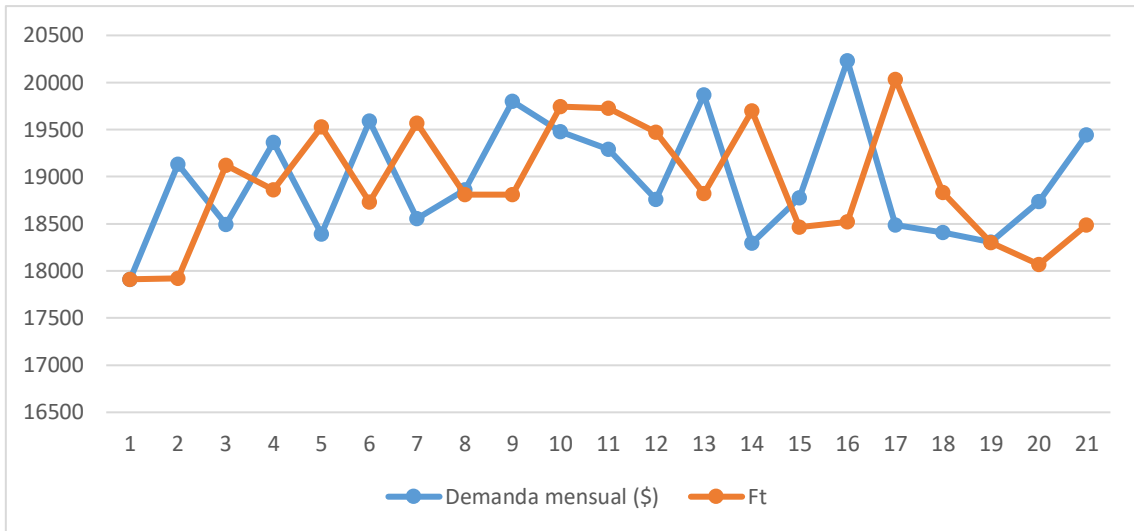
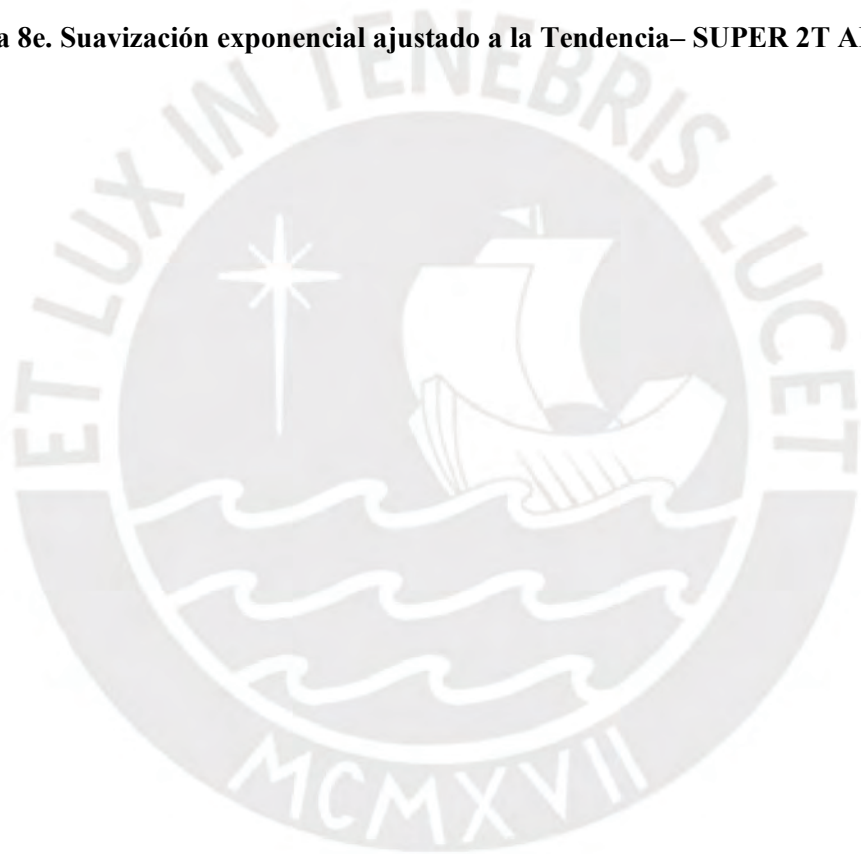


Figura 8e. Suavización exponencial ajustado a la Tendencia– SUPER 2T API TC



1F. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia

Tabla 1f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - TURBO

XV SAE

Me s	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Índices estacio- nales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PRO M. M4
1	386305			0.000	0.000				0.994	1.000	1.003	0.999
2	389877	387640		0.000		0.000						
3	388081	387557	387599	1.001			1.001					
4	386298	386092	386824	0.999				0.999				
5	385973	387731	386911	0.998	0.998							
6	384014	390790	389261	0.987		0.987						
7	394640	394615	392703	1.005			1.005					
8	398534	402746	398680	1.000				1.000				
9	401272	408120	405433	0.990	0.990							
10	416537	413109	410614	1.014		1.014						
11	416135			0.000			0.000					
12	418490			0.000				0.000				
13	414770		417418									
14	421104		420905									
15	425703		424392									
16	427509		427879									

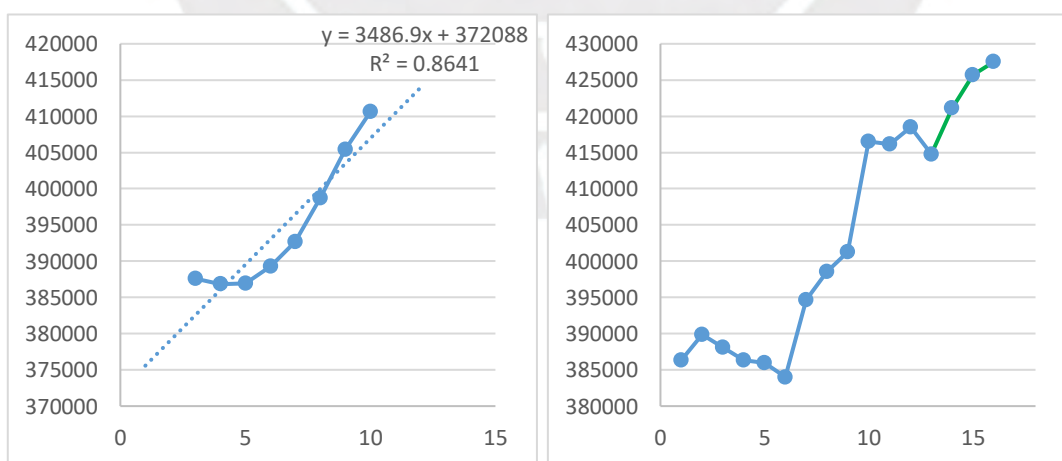


Figura 1f. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO XV SAE

Tabla 2f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM MOTOR OIL SAE

Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
220134			0.000	0.000				0.989	1.017	1.014	0.990
219992	220323		0.000		0.000						
220285	220732	220527	0.999			0.999					
220879	220881	220806	1.000				1.000				
221773	224151	222516	0.997	0.997							
220585	225560	224855	0.981		0.981						
233366	227798	226679	1.030			1.030					
226514	234660	231229	0.980				0.980				
230727	235500	235080	0.981	0.981							
248034	235287	235394	1.054		1.054						
236726			0.000			0.000					
225660			0.000				0.000				
240222		242876									
249554		245297									
251236		247718									
247631		250140									

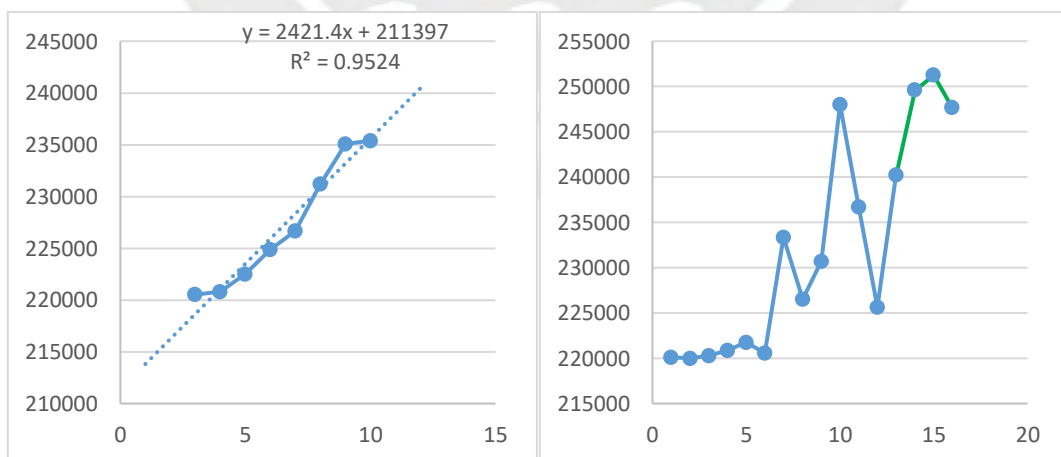


Figura 2f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 3f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
1	159783			0.000	0.000				1.000	0.993	1.002	1.006
2	160540	162143		0.000		0.000						
3	163265	162410	162276	1.006			1.006					
4	164982	161991	162201	1.017				1.017				
5	160854	161712	161852	0.994	0.994							
6	158862	161548	161630	0.983		0.983						
7	162151	163636	162592	0.997			0.997					
8	164323	166776	165206	0.995				0.995				
9	169209	169470	168123	1.006	1.006							
10	171419	172564	171017	1.002		1.002						
11	172927			0.000			0.000					
12	176700			0.000				0.000				
13	172267		172241									
14	172172		173453									
15	174960		174665									
16	176915		175877									

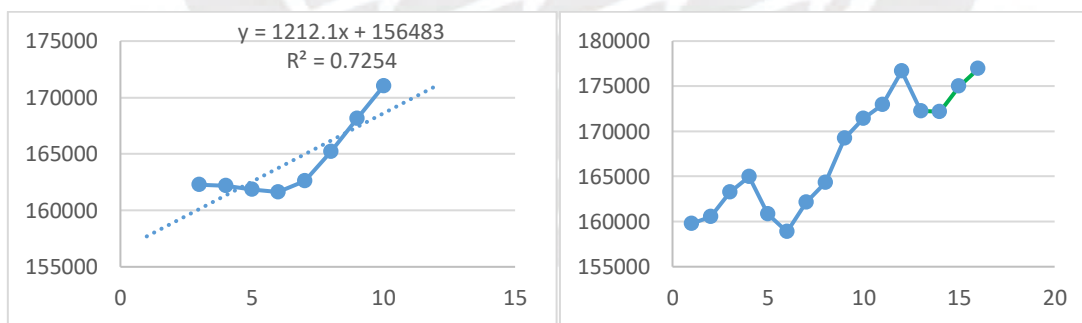


Figura 3f. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER HD PREMIUM

Tabla 4f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM

HK SAE

Demanda (\$)	PM(n=4)	PM(n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
90554			0.000	0.000				1.007	0.983	1.004	0.999
89892	90106		0.000		0.000						
90243	90179	90142	1.001			1.001					
89735	89758	89969	0.997				0.997				
90845	90055	89907	1.010	1.010							
88210	90578	90317	0.977		0.977						
91430	91154	90866	1.006			1.006					
91827	92427	91790	1.000				1.000				
93149	93232	92829	1.003	1.003							
93301	95368	94300	0.989		0.989						
94651			0.000			0.000					
100372			0.000				0.000				
95764		95104									
94072		95695									
96638		96285									
96770		96876									

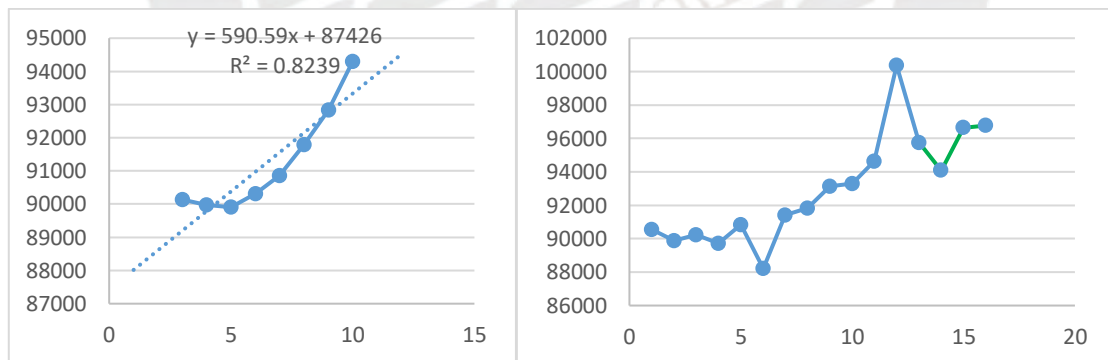


Figura 4f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM HK SAE

**Tabla 5f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia -
MOTORCYCLE MO SAE**

Mes	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
1	86854			0.000	0.000				1.008	0.991	0.989	1.006
2	86972	87055		0.000		0.000						
3	87355	87305	87180	1.002			1.002					
4	87040	87555	87430	0.996				0.996				
5	87853	87553	87554	1.003	1.003							
6	87973	88779	88166	0.998		0.998						
7	87347	90051	89415	0.977			0.977					
8	91944	90964	90508	1.016				1.016				
9	92940	92659	91812	1.012	1.012							
10	91625	93366	93012	0.985		0.985						
11	94127			0.000			0.000					
12	94771			0.000				0.000				
13	95768		95022									
14	95069		95889									
15	95734		96756									
16	98180		97623									

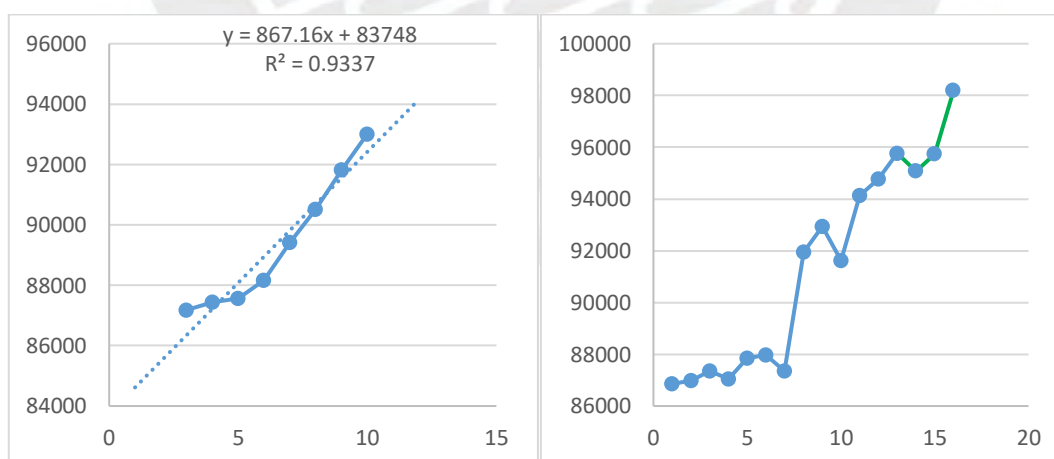


Figura 5f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 6f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - MAGNUM

GT SAE

Mes	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Índices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
1	84321			0.000	0.000				0.995	0.993	0.993	1.009
2	85063	84730		0.000		0.000						
3	84659	84991	84861	0.998			0.998					
4	84877	84829	84910	1.000				1.000				
5	85365	84865	84847	1.006	1.006							
6	84414	85679	85272	0.990		0.990						
7	84805	85937	85808	0.988			0.988					
8	88133	87052	86494	1.019				1.019				
9	86394	88573	87813	0.984	0.984							
10	88876	89741	89157	0.997		0.997						
11	90890			0.000			0.000					
12	92805			0.000				0.000				
13	89568		90020									
14	90017		90616									
15	90571		91212									
16	92660		91808									

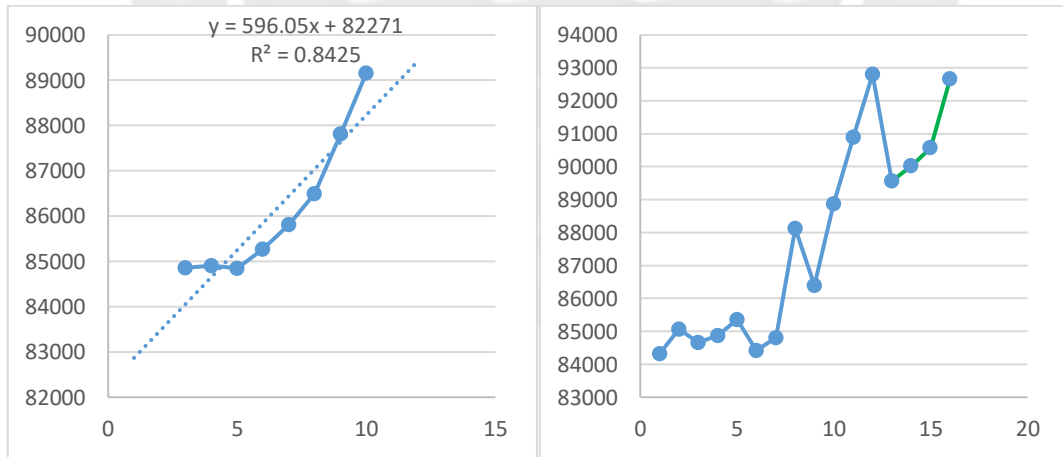


Figura 6f. Influencias Estacionales y de Tendencia– MAGNUM GT SAE

Tabla 7f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - TURBO

PLUS SAE

Mes	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
1	85990			0.000	0.000				0.993	0.993	0.992	1.015
2	85693	86269		0.000		0.000						
3	86240	86497	86383	0.998			0.998					
4	87154	86672	86584	1.007				1.007				
5	86902	86923	86797	1.001	1.001							
6	86390	88135	87529	0.987		0.987						
7	87244	89006	88570	0.985			0.985					
8	92003	90638	89822	1.024				1.024				
9	90387	92846	91742	0.985	0.985							
10	92916	93183	93014	0.999		0.999						
11	96077			0.000			0.000					
12	93351			0.000				0.000				
13	94530		95175									
14	95479		96155									
15	96327		97135									
16	99629		98115									

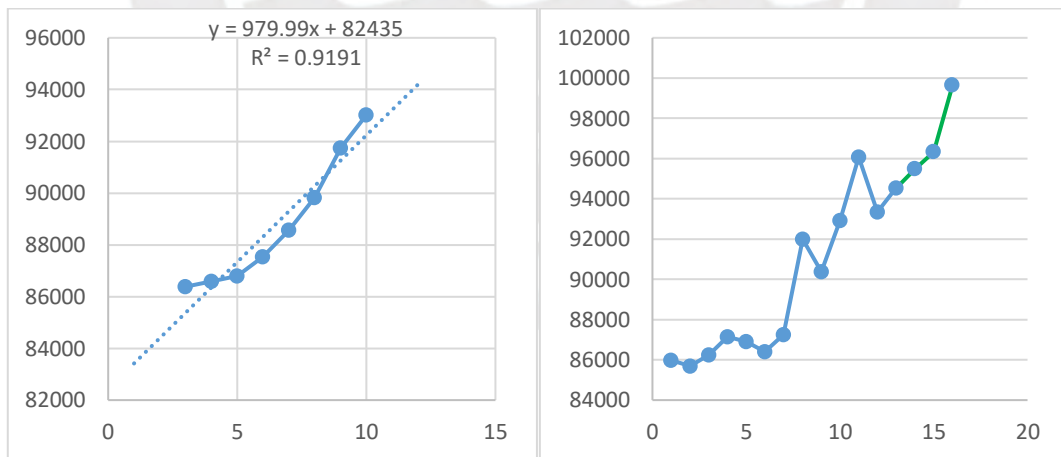


Figura 7f. Influencias Estacionales y de Tendencia– TURBO PLUS SAE

Tabla 8f. Método de series de tiempo con influencias estacionales y tendencia - SUPER 2T

API TC

Mes	Demanda (\$)	PM (n=4)	PM (n=2)	Indices estacionales	M1	M2	M3	M4	PROM. M1	PROM. M2	PROM. M3	PROM. M4
1	55854			0.000	0.000				1.008	0.989	1.006	0.999
2	55640	55931		0.000		0.000						
3	56238	56186	56058	1.003			1.003					
4	55990	56161	56173	0.997				0.997				
5	56874	56438	56299	1.010	1.010							
6	55540	56743	56590	0.981		0.981						
7	57346	56908	56826	1.009			1.009					
8	57212	57259	57084	1.002				1.002				
9	57534	57204	57232	1.005	1.005							
10	56944	57022	57113	0.997		0.997						
11	57126			0.000			0.000					
12	56485			0.000				0.000				
13	58301		57853									
14	57411		58035									
15	58577		58217									
16	58369		58398									

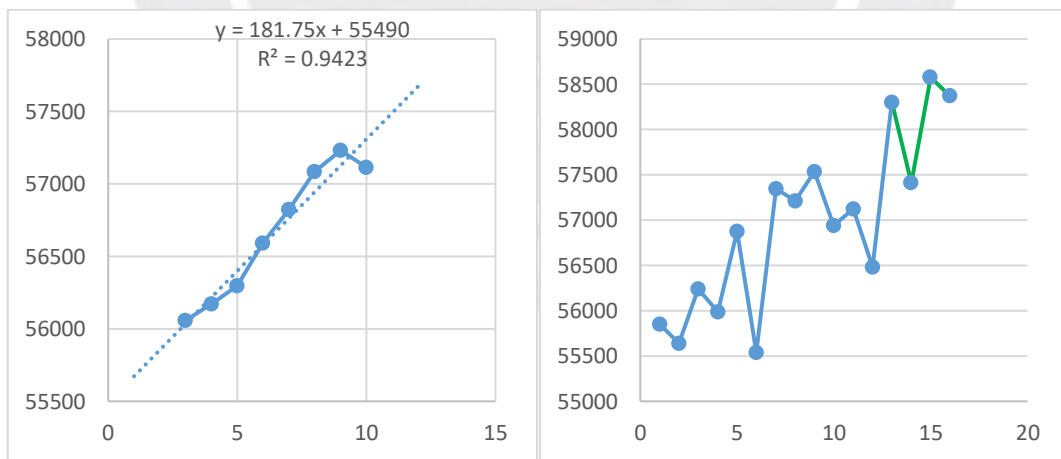


Figura 8f. Influencias Estacionales y de Tendencia– SUPER 2T API TC

ANEXO 2: Cálculo de error para cada tipo de pronóstico

2A. Regresión lineal

a.1. TURBO XV SAE

Tabla 1a. Regresión lineal para producto TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	126127	127993.09	-1866.09	3482291.888	1866.09	1.48%	-1866.09	1866.09	-1.0000
2	131311	128668.18	2642.82	6984497.552	2642.82	2.01%	2642.82	2254.46	1.1723
3	126576	129343.27	-2767.27	7657783.253	2767.27	2.19%	-2767.27	2425.39	-1.1410
4	127946	130018.36	-2072.36	4294675.97	2072.36	1.62%	-2072.36	2337.14	-0.8867
5	133735	130693.45	3041.55	9251026.403	3041.55	2.27%	3041.55	2478.02	1.2274
6	132959	131368.54	1590.46	2529563.012	1590.46	1.20%	1590.46	2330.09	0.6826
7	129113	132043.63	-2930.63	8588592.197	2930.63	2.27%	-2930.63	2415.88	-1.2131
8	132590	132718.72	-128.72	16568.8384	128.72	0.10%	-128.72	2129.99	-0.0604
9	136831	133393.81	3437.19	11814275.1	3437.19	2.51%	3437.19	3437.19	1.0000
10	131801	134068.9	-2267.9	5143370.41	2267.9	1.72%	-2267.9	2852.55	-0.7950
11	135208	134743.99	464.01	215305.2801	464.01	0.34%	464.01	2056.37	0.2256
12	134263	135419.08	-1156.08	1336520.966	1156.08	0.86%	-1156.08	1831.30	-0.6313
13	136149	136094.17	54.83	3006.3289	54.83	0.04%	54.83	1476.00	0.0371
14	140868	136769.26	4098.74	16799669.59	4098.74	2.91%	4098.74	1913.13	2.1424
15	139520	137444.35	2075.65	4308322.922	2075.65	1.49%	2075.65	1936.34	1.0719
16	135285	138119.44	-2834.44	8034050.114	2834.44	2.10%	-2834.44	2048.61	-1.3836
17	138399	138794.53	-395.53	156443.9809	395.53	0.29%	-395.53	395.53	-1.0000
18	142451	139469.62	2981.38	8888626.704	2981.38	2.09%	2981.38	1688.46	1.7657
19	138469	140144.71	-1675.71	2808004.004	1675.71	1.21%	-1675.71	1684.21	-0.9950
20	141178	140819.8	358.2	128307.24	358.2	0.25%	358.2	1352.71	0.2648
21	138843	141494.89	-2651.89	7032520.572	2651.89	1.91%	-2651.89	1612.54	-1.6445

a.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2a. Regresión lineal para producto TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	71689	75392.68	-3703.68	13717245.54	3703.68	5.17%	-3703.68	3703.68	-1.0000
2	72279	75575.36	-3296.36	10865989.25	3296.36	4.56%	-3296.36	3500.02	-0.9418
3	76617	75758.04	858.96	737812.2816	858.96	1.12%	858.96	2619.67	0.3279
4	79099	75940.72	3158.28	9974732.558	3158.28	3.99%	3158.28	2754.32	1.1467
5	77031	76123.4	907.6	823737.76	907.6	1.18%	907.6	2384.98	0.3805
6	77236	76306.08	929.92	864751.2064	929.92	1.20%	929.92	2142.47	0.4340
7	73006	76488.76	-3482.76	12129617.22	3482.76	4.77%	-3482.76	2333.94	-1.4922
8	71798	76671.44	-4873.44	23750417.43	4873.44	6.79%	-4873.44	2651.38	-1.8381
9	81710	76854.12	4855.88	23579570.57	4855.88	5.94%	4855.88	4855.88	1.0000
10	82832	77036.8	5795.2	33584343.04	5795.2	7.00%	5795.2	5325.54	1.0882
11	73398	77219.48	-3821.48	14603709.39	3821.48	5.21%	-3821.48	4824.19	-0.7922
12	74497	77402.16	-2905.16	8439954.626	2905.16	3.90%	-2905.16	4344.43	-0.6687
13	82966	77584.84	5381.16	28956882.95	5381.16	6.49%	5381.16	4551.78	1.1822
14	82670	77767.52	4902.48	24034310.15	4902.48	5.93%	4902.48	4610.23	1.0634
15	82398	77950.2	4447.8	19782924.84	4447.8	5.40%	4447.8	4587.02	0.9696
16	72752	78132.88	-5380.88	28953869.57	5380.88	7.40%	-5380.88	4686.26	-1.1482
17	82643	78315.56	4327.44	18726736.95	4327.44	5.24%	4327.44	4327.44	1.0000
18	81331	78498.24	2832.76	8024529.218	2832.76	3.48%	2832.76	3580.10	0.7913
19	75480	78680.92	-3200.92	10245888.85	3200.92	4.24%	-3200.92	3453.71	-0.9268
20	75880	78863.6	-2983.6	8901868.96	2983.6	3.93%	-2983.6	3336.18	-0.8943
21	74300	79046.28	-4746.28	22527173.84	4746.28	6.39%	-4746.28	3618.20	-1.3118

A.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3a. Regresión lineal para producto SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	53105	52687.34	417.66	174439.8756	417.66	0.79%	417.66	417.66	1.0000
2	52007	53016.68	-1009.68	1019453.702	1009.68	1.94%	-1009.68	713.67	-1.4148
3	53750	53346.02	403.98	163199.8404	403.98	0.75%	403.98	610.44	0.6618
4	54036	53675.36	360.64	130061.2096	360.64	0.67%	360.64	547.99	0.6581
5	52413	54004.7	-1591.7	2533508.89	1591.7	3.04%	-1591.7	756.73	-2.1034
6	55702	54334.04	1367.96	1871314.562	1367.96	2.46%	1367.96	858.60	1.5932
7	54681	54663.38	17.62	310.4644	17.62	0.03%	17.62	738.46	0.0239
8	55117	54992.72	124.28	15445.5184	124.28	0.23%	124.28	661.69	0.1878
9	54525	55322.06	-797.06	635304.6436	797.06	1.46%	-797.06	797.06	-1.0000
10	56154	55651.4	502.6	252606.76	502.6	0.90%	502.6	649.83	0.7734
11	55730	55980.74	-250.74	62870.5476	250.74	0.45%	-250.74	516.80	-0.4852
12	57325	56310.08	1014.92	1030062.606	1014.92	1.77%	1014.92	641.33	1.5825
13	55938	56639.42	-701.42	491990.0164	701.42	1.25%	-701.42	653.35	-1.0736
14	57593	56968.76	624.24	389675.5776	624.24	1.08%	624.24	648.50	0.9626
15	57888	57298.1	589.9	347982.01	589.9	1.02%	589.9	640.13	0.9215
16	56754	57627.44	-873.44	762897.4336	873.44	1.54%	-873.44	669.29	-1.3050
17	58498	57956.78	541.22	292919.0884	541.22	0.93%	541.22	541.22	1.0000
18	57675	58286.12	-611.12	373467.6544	611.12	1.06%	-611.12	576.17	-1.0607
19	58826	58615.46	210.54	44327.0916	210.54	0.36%	210.54	454.29	0.4634
20	58141	58944.8	-803.8	646094.44	803.8	1.38%	-803.8	541.67	-1.4839
21	59733	59274.14	458.86	210552.4996	458.86	0.77%	458.86	525.11	0.8738

A.4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4a. Regresión lineal para producto MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	29366	29285.68	80.32	6451.3024	80.32	0.27%	80.32	80.32	1.0000
2	27354	29466.36	-2112.36	4462064.77	2112.36	7.72%	-2112.36	1096.34	-1.9267
3	31490	29647.04	1842.96	3396501.562	1842.96	5.85%	1842.96	1345.21	1.3700
4	28474	29827.72	-1353.72	1832557.838	1353.72	4.75%	-1353.72	1347.34	-1.0047
5	31438	30008.4	1429.6	2043756.16	1429.6	4.55%	1429.6	1363.79	1.0483
6	31518	30189.08	1328.92	1766028.366	1328.92	4.22%	1328.92	1357.98	0.9786
7	30838	30369.76	468.24	219248.6976	468.24	1.52%	468.24	1230.87	0.3804
8	31490	30550.44	939.56	882772.9936	939.56	2.98%	939.56	1194.46	0.7866
9	29499	30731.12	-1232.12	1518119.694	1232.12	4.18%	-1232.12	1232.12	-1.0000
10	29104	30911.8	-1807.8	3268140.84	1807.8	6.21%	-1807.8	1519.96	-1.1894
11	32472	31092.48	1379.52	1903075.43	1379.52	4.25%	1379.52	1473.15	0.9364
12	31573	31273.16	299.84	89904.0256	299.84	0.95%	299.84	1179.82	0.2541
13	30498	31453.84	-955.84	913630.1056	955.84	3.13%	-955.84	1135.02	-0.8421
14	30335	31634.52	-1299.52	1688752.23	1299.52	4.28%	-1299.52	1162.44	-1.1179
15	32468	31815.2	652.8	426147.84	652.8	2.01%	652.8	1089.63	0.5991
16	33616	31995.88	1620.12	2624788.814	1620.12	4.82%	1620.12	1155.95	1.4016
17	30565	32176.56	-1611.56	2597125.634	1611.56	5.27%	-1611.56	1611.56	-1.0000
18	30470	32357.24	-1887.24	3561674.818	1887.24	6.19%	-1887.24	1749.40	-1.0788
19	32996	32537.92	458.08	209837.2864	458.08	1.39%	458.08	1318.96	0.3473
20	33586	32718.6	867.4	752382.76	867.4	2.58%	867.4	1206.07	0.7192
21	33790	32899.28	890.72	793382.1184	890.72	2.64%	890.72	1143.00	0.7793

A.5. MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5a. Regresión lineal para producto MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28295	29175.51	-880.51	775297.8601	880.51	3.11%	-880.51	880.51	-1.0000
2	29462	29309.02	152.98	23402.8804	152.98	0.52%	152.98	516.74	0.2960
3	30216	29442.53	773.47	598255.8409	773.47	2.56%	773.47	602.32	1.2842
4	29451	29576.04	-125.04	15635.0016	125.04	0.42%	-125.04	483.00	-0.2589
5	29528	29709.55	-181.55	32960.4025	181.55	0.61%	-181.55	422.71	-0.4295
6	28368	29843.06	-1475.06	2175802.004	1475.06	5.20%	-1475.06	598.10	-2.4662
7	29764	29976.57	-212.57	45186.0049	212.57	0.71%	-212.57	543.03	-0.3915
8	31130	30110.08	1019.92	1040236.806	1019.92	3.28%	1019.92	602.64	1.6924
9	31050	30243.59	806.41	650297.0881	806.41	2.60%	806.41	806.41	1.0000
10	29980	30377.1	-397.1	157688.41	397.1	1.32%	-397.1	601.75	-0.6599
11	32037	30510.61	1526.39	2329866.432	1526.39	4.76%	1526.39	909.97	1.6774
12	30923	30644.12	278.88	77774.0544	278.88	0.90%	278.88	752.20	0.3708
13	30157	30777.63	-620.63	385181.5969	620.63	2.06%	-620.63	725.88	-0.8550
14	29882	30911.14	-1029.14	1059129.14	1029.14	3.44%	-1029.14	776.43	-1.3255
15	31586	31044.65	541.35	293059.8225	541.35	1.71%	541.35	742.84	0.7288
16	32820	31178.16	1641.84	2695638.586	1641.84	5.00%	1641.84	855.22	1.9198
17	30873	31311.67	-438.67	192431.3689	438.67	1.42%	-438.67	438.67	-1.0000
18	30434	31445.18	-1011.18	1022484.992	1011.18	3.32%	-1011.18	724.92	-1.3949
19	32383	31578.69	804.31	646914.5761	804.31	2.48%	804.31	751.39	1.0704
20	30215	31712.2	-1497.2	2241607.84	1497.2	4.96%	-1497.2	937.84	-1.5964
21	32173	31845.71	327.29	107118.7441	327.29	1.02%	327.29	815.73	0.4012

A.6.MAGNUM GT SAE

Tabla 6a. Regresión lineal para producto MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	27365	27888.01	-523.01	273539.4601	523.01	1.91%	-523.01	523.01	-1.0000
2	28867	28034.02	832.98	693855.6804	832.98	2.89%	832.98	677.99	1.2286
3	28182	28180.03	1.97	3.8809	1.97	0.01%	1.97	452.65	0.0044
4	29661	28326.04	1334.96	1782118.202	1334.96	4.50%	1334.96	673.23	1.9829
5	27765	28472.05	-707.05	499919.7025	707.05	2.55%	-707.05	679.99	-1.0398
6	27379	28618.06	-1239.06	1535269.684	1239.06	4.53%	-1239.06	773.17	-1.6026
7	29913	28764.07	1148.93	1320040.145	1148.93	3.84%	1148.93	826.85	1.3895
8	28565	28910.08	-345.08	119080.2064	345.08	1.21%	-345.08	766.63	-0.4501
9	29655	29056.09	598.91	358693.1881	598.91	2.02%	598.91	598.91	1.0000
10	29042	29202.1	-160.1	25632.01	160.1	0.55%	-160.1	379.50	-0.4219
11	28690	29348.11	-658.11	433108.7721	658.11	2.29%	-658.11	472.37	-1.3932
12	28662	29494.12	-832.12	692423.6944	832.12	2.90%	-832.12	562.31	-1.4798
13	30077	29640.13	436.87	190855.3969	436.87	1.45%	436.87	537.22	0.8132
14	29938	29786.14	151.86	23061.4596	151.86	0.51%	151.86	473.00	0.3211
15	28861	29932.15	-1071.15	1147362.323	1071.15	3.71%	-1071.15	558.45	-1.9181
16	30330	30078.16	251.84	63423.3856	251.84	0.83%	251.84	520.12	0.4842
17	29268	30224.17	-956.17	914261.0689	956.17	3.27%	-956.17	956.17	-1.0000
18	31292	30370.18	921.82	849752.1124	921.82	2.95%	921.82	938.99	0.9817
19	30403	30516.19	-113.19	12811.9761	113.19	0.37%	-113.19	663.73	-0.1705
20	31471	30662.2	808.8	654157.44	808.8	2.57%	808.8	699.99	1.1554
21	30931	30808.21	122.79	15077.3841	122.79	0.40%	122.79	584.55	0.2101

A.7. TURBO PLUS SAE

Tabla 7a. Regresión lineal para producto TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28211	28842.55	-631.55	398855.4025	631.55	2.24%	-631.55	631.55	-1.0000
2	28744	28998.1	-254.1	64566.81	254.1	0.88%	-254.1	442.82	-0.5738
3	29435	29153.65	281.35	79157.8225	281.35	0.96%	281.35	389.00	0.7233
4	30224	29309.2	914.8	836859.04	914.8	3.03%	914.8	520.45	1.7577
5	27610	29464.75	-1854.75	3440097.563	1854.75	6.72%	-1854.75	787.31	-2.3558
6	29410	29620.3	-210.3	44226.09	210.3	0.72%	-210.3	691.14	-0.3043
7	31010	29775.85	1234.15	1523126.223	1234.15	3.98%	1234.15	768.71	1.6055
8	31837	29931.4	1905.6	3631311.36	1905.6	5.99%	1905.6	910.82	2.0922
9	29156	30086.95	-930.95	866667.9025	930.95	3.19%	-930.95	930.95	-1.0000
10	28695	30242.5	-1547.5	2394756.25	1547.5	5.39%	-1547.5	1239.23	-1.2488
11	29986	30398.05	-412.05	169785.2025	412.05	1.37%	-412.05	963.50	-0.4277
12	31706	30553.6	1152.4	1328025.76	1152.4	3.63%	1152.4	1010.73	1.1402
13	30321	30709.15	-388.15	150660.4225	388.15	1.28%	-388.15	886.21	-0.4380
14	29934	30864.7	-930.7	866202.49	930.7	3.11%	-930.7	893.63	-1.0415
15	32661	31020.25	1640.75	2692060.563	1640.75	5.02%	1640.75	1000.36	1.6402
16	33007	31175.8	1831.2	3353293.44	1831.2	5.55%	1831.2	1104.21	1.6584
17	32711	31331.35	1379.65	1903434.123	1379.65	4.22%	1379.65	1379.65	1.0000
18	30359	31486.9	-1127.9	1272158.41	1127.9	3.72%	-1127.9	1253.78	-0.8996
19	30075	31642.45	-1567.45	2456899.503	1567.45	5.21%	-1567.45	1358.33	-1.1540
20	33073	31798	1275	1625625	1275	3.86%	1275	1337.50	0.9533
21	30203	31953.55	-1750.55	3064425.303	1750.55	5.80%	-1750.55	1420.11	-1.2327

A8. SUPER 2T API TC

Tabla 8a. Regresión lineal para producto SUPER 2T API TC

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	17912	18883.7234	-971.7234	944246.3661	971.7234	5.42%	-971.7234	971.72	-1.0000
2	19132	18891.4468	240.5532	57865.84203	240.5532	1.26%	240.5532	606.14	0.3969
3	18496	18899.1702	-403.1702	162546.2102	403.1702	2.18%	-403.1702	538.48	-0.7487
4	19365	18906.8936	458.1064	209861.4737	458.1064	2.37%	458.1064	518.39	0.8837
5	18391	18914.617	-523.617	274174.7627	523.617	2.85%	-523.617	519.43	-1.0081
6	19590	18922.3404	667.6596	445769.3415	667.6596	3.41%	667.6596	544.14	1.2270
7	18553	18930.0638	-377.0638	142177.1093	377.0638	2.03%	-377.0638	520.27	-0.7247
8	18859	18937.7872	-78.7872	6207.422884	78.7872	0.42%	-78.7872	465.09	-0.1694
9	19800	18945.5106	854.4894	730152.1347	854.4894	4.32%	854.4894	854.49	1.0000
10	19478	18953.234	524.766	275379.3548	524.766	2.69%	524.766	689.63	0.7609
11	19294	18960.9574	333.0426	110917.3734	333.0426	1.73%	333.0426	570.77	0.5835
12	18762	18968.6808	-206.6808	42716.95309	206.6808	1.10%	-206.6808	479.74	-0.4308
13	19870	18976.4042	893.5958	798513.4538	893.5958	4.50%	893.5958	562.51	1.5886
14	18297	18984.1276	-687.1276	472144.3387	687.1276	3.76%	-687.1276	583.28	-1.1780
15	18777	18991.851	-214.851	46160.9522	214.851	1.14%	-214.851	530.65	-0.4049
16	20232	18999.5744	1232.4256	1518872.86	1232.4256	6.09%	1232.4256	618.37	1.9930
17	18485	19007.2978	-522.2978	272794.9919	522.2978	2.83%	-522.2978	522.30	-1.0000
18	18409	19015.0212	-606.0212	367261.6948	606.0212	3.29%	-606.0212	564.16	-1.0742
19	18304	19022.7446	-718.7446	516593.8	718.7446	3.93%	-718.7446	615.69	-1.1674
20	18735	19030.468	-295.468	87301.33902	295.468	1.58%	-295.468	535.63	-0.5516
21	19446	19038.1914	407.8086	166307.8542	407.8086	2.10%	407.8086	510.07	0.7995

2B. Promedio móviles n=2

B.1. TURBO XV SAE

Tabla 1b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	423413.00	423413.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	432567.00	432567.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	444260.00	427990.00	16270.00	264712900.00	16270.00	0.04	16270.00	5423.33	3.00
4	446687.00	438413.50	8273.50	68450802.25	8273.50	0.02	8273.50	6135.88	1.35
5	473450.00	445473.50	27976.50	782684552.25	27976.50	0.06	27976.50	10504.00	2.66
6	489961.00	460068.50	29892.50	893561556.25	29892.50	0.06	29892.50	13735.42	2.18
7	470318.82	481705.50	-11386.68	129656481.42	11386.68	0.02	-11386.68	13399.88	-0.85
8	487912.00	480139.91	7772.09	60405382.97	7772.09	0.02	7772.09	12696.41	0.61
9	462725.64	479115.41	-16389.77	268624560.65	16389.77	0.04	-16389.77	16389.77	-1.00
10	476915.00	475318.82	1596.18	2547790.59	1596.18	0.00	1596.18	8992.98	0.18
11	488250.00	469820.32	18429.68	339653104.90	18429.68	0.04	18429.68	12138.54	1.52
12	513580.00	482582.50	30997.50	960845006.25	30997.50	0.06	30997.50	16853.28	1.84
13	521798.67	500915.00	20883.67	436127533.44	20883.67	0.04	20883.67	17659.36	1.18
14	508943.00	517689.33	-8746.33	76498346.78	8746.33	0.02	-8746.33	16173.86	-0.54
15	495654.33	515370.83	-19716.50	388740372.25	19716.50	0.04	-19716.50	16679.95	-1.18
16	512624.33	502298.67	10325.67	106619392.11	10325.67	0.02	10325.67	15885.66	0.65
17	537563.00	504139.33	33423.67	1117141493.44	33423.67	0.06	33423.67	33423.67	1.00
18	517685.67	525093.67	-7408.00	54878464.00	7408.00	0.01	-7408.00	20415.83	-0.36
19	509477.00	527624.33	-18147.33	329325707.11	18147.33	0.04	-18147.33	19659.67	-0.92
20	532657.00	513581.33	19075.67	363881058.78	19075.67	0.04	19075.67	19513.67	0.98
21	516297.00	521067.00	-4770.00	22752900.00	4770.00	0.01	-4770.00	16564.93	-0.29
Total	10262739.46	10124387.46	138352.00	6667107405.45	311481.23	63%			

B.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	71689	71689	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	72279	72279	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	76617	71984	4633	21464689	4633	6.05%	4633	1544.33	3.0000
4	79099	74448	4651	21631801	4651	5.88%	4651	2321.00	2.0039
5	77031	77858	-827	683929	827	1.07%	-827	2022.20	-0.4090
6	77236	78065	-829	687241	829	1.07%	-829	1823.33	-0.4547
7	73006	77134	-4127.5	17036256.25	4127.5	5.65%	-4127.5	2152.50	-1.9175
8	71798	75121	-3323	11042329	3323	4.63%	-3323	2298.81	-1.4455
9	81710	72402	9308	86638864	9308	11.39%	9308	9308.00	1.0000
10	82832	76754	6078	36942084	6078	7.34%	6078	7693.00	0.7901
11	73398	82271	-8873	78730129	8873	12.09%	-8873	8086.33	-1.0973
12	74497	78115	-3618	13089924	3618	4.86%	-3618	6969.25	-0.5191
13	82966	73948	9018.5	81333342.25	9018.5	10.87%	9018.5	7379.10	1.2222
14	82670	78732	3938.5	15511782.25	3938.5	4.76%	3938.5	6805.67	0.5787
15	82398	82818	-420	176400	420	0.51%	-420	5893.43	-0.0713
16	72752	82534	-9782	95687524	9782	13.45%	-9782	6379.50	-1.5333
17	82643	77575	5068	25684624	5068	6.13%	5068	5068.00	1.0000
18	81331	77698	3633.5	13202322.25	3633.5	4.47%	3633.5	4350.75	0.8351
19	75480	81987	-6507	42341049	6507	8.62%	-6507	5069.50	-1.2836
20	75880	78406	-2525.5	6378150.25	2525.5	3.33%	-2525.5	4433.50	-0.5696
21	74300	75680	-1380	1904400	1380	1.86%	-1380	3822.80	-0.3610

B.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	53105	53105	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	52007	52007	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	53750	52556	1194	1425636	1194	2.22%	1194	398.00	3.0000
4	54036	52879	1157.5	1339806.25	1157.5	2.14%	1157.5	587.88	1.9690
5	52413	53893	-1480	2190400	1480	2.82%	-1480	766.30	-1.9314
6	55702	53225	2477.5	6138006.25	2477.5	4.45%	2477.5	1051.50	2.3562
7	54681	54058	623.5	388752.25	623.5	1.14%	623.5	990.36	0.6296
8	55117	55192	-74.5	5550.25	74.5	0.14%	-74.5	875.88	-0.0851
9	54525	54899	-374	139876	374	0.69%	-374	374.00	-1.0000
10	56154	54821	1333	1776889	1333	2.37%	1333	853.50	1.5618
11	55730	55340	390.5	152490.25	390.5	0.70%	390.5	699.17	0.5585
12	57325	55942	1383	1912689	1383	2.41%	1383	870.13	1.5894
13	55938	56528	-589.5	347510.25	589.5	1.05%	-589.5	814.00	-0.7242
14	57593	56632	961.5	924482.25	961.5	1.67%	961.5	838.58	1.1466
15	57888	56766	1122.5	1260006.25	1122.5	1.94%	1122.5	879.14	1.2768
16	56754	57741	-986.5	973182.25	986.5	1.74%	-986.5	892.56	-1.1052
17	58498	57321	1177	1385329	1177	2.01%	1177	1177.00	1.0000
18	57675	57626	49	2401	49	0.08%	49	613.00	0.0799
19	58826	58087	739.5	546860.25	739.5	1.26%	739.5	655.17	1.1287
20	58141	58251	-109.5	11990.25	109.5	0.19%	-109.5	518.75	-0.2111
21	59733	58484	1249.5	1561250.25	1249.5	2.09%	1249.5	664.90	1.8792

B.4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	29366	29366	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	27354	27354	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	31490	28360	3130	9796900	3130	9.94%	3130	1043.33	3.0000
4	28474	29422	-948	898704	948	3.33%	-948	1019.50	-0.9299
5	31438	29982	1456	2119936	1456	4.63%	1456	1106.80	1.3155
6	31518	29956	1562	2439844	1562	4.96%	1562	1182.67	1.3207
7	30838	31478	-640	409600	640	2.08%	-640	1105.14	-0.5791
8	31490	31178	312	97344	312	0.99%	312	1006.00	0.3101
9	29499	31164	-1665	2772225	1665	5.64%	-1665	1665.00	-1.0000
10	29104	30495	-1390.5	1933490.25	1390.5	4.78%	-1390.5	1527.75	-0.9102
11	32472	29302	3170.5	10052070.25	3170.5	9.76%	3170.5	2075.33	1.5277
12	31573	30788	785	616225	785	2.49%	785	1752.75	0.4479
13	30498	32023	-1524.5	2324100.25	1524.5	5.00%	-1524.5	1707.10	-0.8930
14	30335	31036	-700.5	490700.25	700.5	2.31%	-700.5	1539.33	-0.4551
15	32468	30417	2051.5	4208652.25	2051.5	6.32%	2051.5	1612.50	1.2722
16	33616	31402	2214.5	4904010.25	2214.5	6.59%	2214.5	1687.75	1.3121
17	30565	33042	-2477	6135529	2477	8.10%	-2477	2477.00	-1.0000
18	30470	32091	-1620.5	2626020.25	1620.5	5.32%	-1620.5	2048.75	-0.7910
19	32996	30518	2478.5	6142962.25	2478.5	7.51%	2478.5	2192.00	1.1307
20	33586	31733	1853	3433609	1853	5.52%	1853	2107.25	0.8793
21	33790	33291	499	249001	499	1.48%	499	1785.60	0.2795

B5. MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28295	28295	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	29462	29462	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	30216	28878.5	1337.5	1788906.25	1337.5	4.43%	1337.5	445.83	3.0000
4	29451	29839	-388	150544	388	1.32%	-388	431.38	-0.8994
5	29528	29833.5	-305.5	93330.25	305.5	1.03%	-305.5	406.20	-0.7521
6	28368	29489.5	-1121.5	1257762.25	1121.5	3.95%	-1121.5	525.42	-2.1345
7	29764	28948	816	665856	816	2.74%	816	566.93	1.4393
8	31130	29066	2064	4260096	2064	6.63%	2064	754.06	2.7372
9	31050	30447	603	363609	603	1.94%	603	603.00	1.0000
10	29980	31090	-1110	1232100	1110	3.70%	-1110	856.50	-1.2960
11	32037	30515	1522	2316484	1522	4.75%	1522	1078.33	1.4114
12	30923	31008.5	-85.5	7310.25	85.5	0.28%	-85.5	830.13	-0.1030
13	30157	31480	-1323	1750329	1323	4.39%	-1323	928.70	-1.4246
14	29882	30540	-658	432964	658	2.20%	-658	883.58	-0.7447
15	31586	30019.5	1566.5	2453922.25	1566.5	4.96%	1566.5	981.14	1.5966
16	32820	30734	2086	4351396	2086	6.36%	2086	1119.25	1.8637
17	30873	32203	-1330	1768900	1330	4.31%	-1330	1330.00	-1.0000
18	30434	31846.5	-1412.5	1995156.25	1412.5	4.64%	-1412.5	1371.25	-1.0301
19	32383	30653.5	1729.5	2991170.25	1729.5	5.34%	1729.5	1490.67	1.1602
20	30215	31408.5	-1193.5	1424442.25	1193.5	3.95%	-1193.5	1416.38	-0.8426
21	32173	31299	874	763876	874	2.72%	874	1307.90	0.6682

B6. MAGNUM GT SAE

Tabla 6b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	27365	27365	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28867	28867	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	28182	28116	66	4356	66	0.23%	66	22.00	3.0000
4	29661	28525	1136.5	1291632.25	1136.5	3.83%	1136.5	300.63	3.7805
5	27765	28922	-1156.5	1337492.25	1156.5	4.17%	-1156.5	471.80	-2.4513
6	27379	28713	-1334	1779556	1334	4.87%	-1334	615.50	-2.1673
7	29913	27572	2341	5480281	2341	7.83%	2341	862.00	2.7158
8	28565	28646	-81	6561	81	0.28%	-81	764.38	-0.1060
9	29655	29239	416	173056	416	1.40%	416	416.00	1.0000
10	29042	29110	-68	4624	68	0.23%	-68	242.00	-0.2810
11	28690	29349	-658.5	433622.25	658.5	2.30%	-658.5	380.83	-1.7291
12	28662	28866	-204	41616	204	0.71%	-204	336.63	-0.6060
13	30077	28676	1401	1962801	1401	4.66%	1401	549.50	2.5496
14	29938	29370	568.5	323192.25	568.5	1.90%	568.5	552.67	1.0286
15	28861	30008	-1146.5	1314462.25	1146.5	3.97%	-1146.5	637.50	-1.7984
16	30330	29400	930.5	865830.25	930.5	3.07%	930.5	674.13	1.3803
17	29268	29596	-327.5	107256.25	327.5	1.12%	-327.5	327.50	-1.0000
18	31292	29799	1493	2229049	1493	4.77%	1493	910.25	1.6402
19	30403	30280	123	15129	123	0.40%	123	647.83	0.1899
20	31471	30848	623.5	388752.25	623.5	1.98%	623.5	641.75	0.9716
21	30931	30937	-6	36	6	0.02%	-6	514.60	-0.0117

B7. TURBO PLUS SAE

Tabla 7b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28211	28211	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28744	28744	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	29435	28478	957.5	916806.25	957.5	3.25%	957.5	319.17	3.0000
4	30224	29090	1134.5	1287090.25	1134.5	3.75%	1134.5	523.00	2.1692
5	27610	29830	-2219.5	4926180.25	2219.5	8.04%	-2219.5	862.30	-2.5739
6	29410	28917	493	243049	493	1.68%	493	800.75	0.6157
7	31010	28510	2500	6250000	2500	8.06%	2500	1043.50	2.3958
8	31837	30210	1627	2647129	1627	5.11%	1627	1116.44	1.4573
9	29156	31424	-2267.5	5141556.25	2267.5	7.78%	-2267.5	2267.50	-1.0000
10	28695	30497	-1801.5	3245402.25	1801.5	6.28%	-1801.5	2034.50	-0.8855
11	29986	28926	1060.5	1124660.25	1060.5	3.54%	1060.5	1709.83	0.6202
12	31706	29341	2365.5	5595590.25	2365.5	7.46%	2365.5	1873.75	1.2624
13	30321	30846	-525	275625	525	1.73%	-525	1604.00	-0.3273
14	29934	31014	-1079.5	1165320.25	1079.5	3.61%	-1079.5	1516.58	-0.7118
15	32661	30128	2533.5	6418622.25	2533.5	7.76%	2533.5	1661.86	1.5245
16	33007	31298	1709.5	2922390.25	1709.5	5.18%	1709.5	1667.81	1.0250
17	32711	32834	-123	15129	123	0.38%	-123	123.00	-1.0000
18	30359	32859	-2500	6250000	2500	8.23%	-2500	1311.50	-1.9062
19	30075	31535	-1460	2131600	1460	4.85%	-1460	1361.00	-1.0727
20	33073	30217	2856	8156736	2856	8.64%	2856	1734.75	1.6463
21	30203	31574	-1371	1879641	1371	4.54%	-1371	1662.00	-0.8249

B8. SUPER 2T API TC

Tabla 8b. Error pronóstico promedio móvil n=2 para SUPER 2T API TC

°	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	17912	17912	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	19132	19132	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	18496	18522	-26	676	26	0.14%	-26	8.67	-3.0000
4	19365	18814	551	303601	551	2.85%	551	144.25	3.8198
5	18391	18930.5	-539.5	291060.25	539.5	2.93%	-539.5	223.30	-2.4160
6	19590	18878	712	506944	712	3.63%	712	304.75	2.3363
7	18553	18990.5	-437.5	191406.25	437.5	2.36%	-437.5	323.71	-1.3515
8	18859	19071.5	-212.5	45156.25	212.5	1.13%	-212.5	309.81	-0.6859
9	19800	18706	1094	1196836	1094	5.53%	1094	1094.00	1.0000
10	19478	19329.5	148.5	22052.25	148.5	0.76%	148.5	621.25	0.2390
11	19294	19639	-345	119025	345	1.79%	-345	529.17	-0.6520
12	18762	19386	-624	389376	624	3.33%	-624	552.88	-1.1286
13	19870	19028	842	708964	842	4.24%	842	610.70	1.3787
14	18297	19316	-1019	1038361	1019	5.57%	-1019	678.75	-1.5013
15	18777	19083.5	-306.5	93942.25	306.5	1.63%	-306.5	625.57	-0.4900
16	20232	18537	1695	2873025	1695	8.38%	1695	759.25	2.2325
17	18485	19504.5	-1019.5	1039380.25	1019.5	5.52%	-1019.5	1019.50	-1.0000
18	18409	19358.5	-949.5	901550.25	949.5	5.16%	-949.5	984.50	-0.9644
19	18304	18447	-143	20449	143	0.78%	-143	704.00	-0.2031
20	18735	18356.5	378.5	143262.25	378.5	2.02%	378.5	622.63	0.6079
21	19446	18519.5	926.5	858402.25	926.5	4.76%	926.5	683.40	1.3557

2C. Promedio móvil n=3

C1. TURBO XV SAE

Tabla 1c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	126127	126127	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	131311	131311	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	126576	126576	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	127946	128005	-58.6666667	3441.777778	58.6666667	0.05%	-58.6666667	14.67	-4.0000
5	133735	128611	5124	26255376	5124	3.83%	5124	1036.53	4.9434
6	132959	129419	3540	12531600	3540	2.66%	3540	1453.78	2.4350
7	129113	131547	-2433.66667	5922733.444	2433.66667	1.88%	-2433.66667	1593.76	-1.5270
8	132590	131936	654.333333	428152.1111	654.333333	0.49%	654.333333	1476.33	0.4432
9	136831	131554	5277	27846729	5277	3.86%	5277	5277.00	1.0000
10	131801	132845	-1043.66667	1089240.111	1043.66667	0.79%	-1043.66667	3160.33	-0.3302
11	135208	133741	1467.33333	2153067.111	1467.33333	1.09%	1467.33333	2596.00	0.5652
12	134263	134613	-350.333333	122733.4444	350.333333	0.26%	-350.333333	2034.58	-0.1722
13	136149	133757	2391.66667	5720069.444	2391.66667	1.76%	2391.66667	2106.00	1.1356
14	140868	135207	5661.33333	32050695.11	5661.33333	4.02%	5661.33333	2698.56	2.0979
15	139520	137093	2426.66667	5888711.111	2426.66667	1.74%	2426.66667	2659.71	0.9124
16	135285	138846	-3560.66667	12678347.11	3560.66667	2.63%	-3560.66667	2772.33	-1.2844
17	138399	138558	-158.666667	25175.11111	158.666667	0.11%	-158.666667	158.67	-1.0000
18	142451	137735	4716.33333	22243800.11	4716.33333	3.31%	4716.33333	2437.50	1.9349
19	138469	138712	-242.666667	58887.11111	242.666667	0.18%	-242.666667	1705.89	-0.1423
20	141178	139773	1405	1974025	1405	1.00%	1405	1630.67	0.8616
21	138843	140699	-1856.33333	3445973.444	1856.33333	1.34%	-1856.33333	1675.80	-1.1077

C.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	71689	71689	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	72279	72279	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	76617	76617	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	79099	73528	5570.66667	31032327.11	5570.666667	7.04%	5570.666667	1392.67	4.0000
5	77031	75998	1032.66667	1066400.444	1032.666667	1.34%	1032.666667	1320.67	0.7819
6	77236	77582	-346.333333	119946.7778	346.3333333	0.45%	-346.3333333	1158.28	-0.2990
7	73006	77789	-4782.66667	22873900.44	4782.666667	6.55%	-4782.666667	1676.05	-2.8535
8	71798	75758	-3959.66667	15678960.11	3959.666667	5.52%	-3959.666667	1961.50	-2.0187
9	81710	74013	7696.66667	59238677.78	7696.666667	9.42%	7696.666667	7696.67	1.0000
10	82832	75505	7327.33333	53689813.78	7327.333333	8.85%	7327.333333	7512.00	0.9754
11	73398	78780	-5382	28965924	5382	7.33%	-5382	6802.00	-0.7912
12	74497	79313	-4816.33333	23197066.78	4816.333333	6.47%	-4816.333333	6305.58	-0.7638
13	82966	76909	6057	36687249	6057	7.30%	6057	6255.87	0.9682
14	82670	76954	5716.33333	32676466.78	5716.333333	6.91%	5716.333333	6165.94	0.9271
15	82398	80044	2353.66667	5539746.778	2353.666667	2.86%	2353.666667	5621.33	0.4187
16	72752	82678	-9926	98525476	9926	13.64%	-9926	6159.42	-1.6115
17	82643	79273	3369.66667	11354653.44	3369.666667	4.08%	3369.666667	3369.67	1.0000
18	81331	79264	2066.66667	4271111.111	2066.666667	2.54%	2066.666667	2718.17	0.7603
19	75480	78909	-3428.66667	11755755.11	3428.666667	4.54%	-3428.666667	2955.00	-1.1603
20	75880	79818	-3938	15507844	3938	5.19%	-3938	3200.75	-1.2303
21	74300	77564	-3263.66667	10651520.11	3263.666667	4.39%	-3263.666667	3213.33	-1.0157

C.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	53105	53105	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	52007	52007	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	53750	53750	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	54036	52954	1082	1170724	1082	2.00%	1082	270.50	4.0000
5	52413	53264	-851.333333	724768.4444	851.333333	1.62%	-851.333333	386.67	-2.2017
6	55702	53400	2302.33333	5300738.778	2302.33333	4.13%	2302.33333	705.94	3.2614
7	54681	54050	630.666667	397740.4444	630.666667	1.15%	630.666667	695.19	0.9072
8	55117	54265	851.666667	725336.1111	851.666667	1.55%	851.666667	714.75	1.1916
9	54525	55167	-641.666667	411736.1111	641.666667	1.18%	-641.666667	641.67	-1.0000
10	56154	54774	1379.66667	1903480.111	1379.66667	2.46%	1379.66667	1010.67	1.3651
11	55730	55265	464.666667	215915.1111	464.666667	0.83%	464.666667	828.67	0.5607
12	57325	55470	1855.33333	3442261.778	1855.33333	3.24%	1855.33333	1085.33	1.7095
13	55938	56403	-465	216225	465	0.83%	-465	961.27	-0.4837
14	57593	56331	1262	1592644	1262	2.19%	1262	1011.39	1.2478
15	57888	56952	936	876096	936	1.62%	936	1000.62	0.9354
16	56754	57140	-385.666667	148738.7778	385.666667	0.68%	-385.666667	923.75	-0.4175
17	58498	57412	1086.33333	1180120.111	1086.33333	1.86%	1086.33333	1086.33	1.0000
18	57675	57713	-38.333333	1469.444444	38.333333	0.07%	-38.333333	562.33	-0.0682
19	58826	57642	1183.66667	1401066.778	1183.66667	2.01%	1183.66667	769.44	1.5383
20	58141	58333	-192	36864	192	0.33%	-192	625.08	-0.3072
21	59733	58214	1519	2307361	1519	2.54%	1519	803.87	1.8896

C4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	29366	29366	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	27354	27354	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	31490	31490	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	28474	29403	-929.333333	863660.4444	929.3333333	3.26%	-929.3333333	232.33	-4.0000
5	31438	29106	2332	5438224	2332	7.42%	2332	652.27	3.5752
6	31518	30467	1050.66667	1103900.444	1050.666667	3.33%	1050.666667	718.67	1.4620
7	30838	30477	361.333333	130561.7778	361.3333333	1.17%	361.3333333	667.62	0.5412
8	31490	31265	225.333333	50775.11111	225.3333333	0.72%	225.3333333	612.33	0.3680
9	29499	31282	-1783	3179089	1783	6.04%	-1783	1783.00	-1.0000
10	29104	30609	-1505	2265025	1505	5.17%	-1505	1644.00	-0.9155
11	32472	30031	2441	5958481	2441	7.52%	2441	1909.67	1.2782
12	31573	30358	1214.66667	1475415.111	1214.666667	3.85%	1214.666667	1735.92	0.6997
13	30498	31050	-551.666667	304336.1111	551.6666667	1.81%	-551.6666667	1499.07	-0.3680
14	30335	31514	-1179.33333	1390827.111	1179.333333	3.89%	-1179.333333	1445.78	-0.8157
15	32468	30802	1666	2775556	1666	5.13%	1666	1477.24	1.1278
16	33616	31100	2515.66667	6328578.778	2515.666667	7.48%	2515.666667	1607.04	1.5654
17	30565	32140	-1574.66667	2479575.111	1574.666667	5.15%	-1574.666667	1574.67	-1.0000
18	30470	32216	-1746.33333	3049680.111	1746.333333	5.73%	-1746.333333	1660.50	-1.0517
19	32996	31550	1445.66667	2089952.111	1445.666667	4.38%	1445.666667	1588.89	0.9099
20	33586	31344	2242.33333	5028058.778	2242.333333	6.68%	2242.333333	1752.25	1.2797
21	33790	32351	1439.33333	2071680.444	1439.333333	4.26%	1439.333333	1689.67	0.8518

C.5. MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28295	28295	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	29462	29462	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	30216	30216	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	29451	29324.33333	126.666667	16044.44444	126.6666667	0.43%	126.6666667	31.67	4.0000
5	29528	29709.66667	-181.666667	33002.77778	181.6666667	0.62%	-181.6666667	61.67	-2.9459
6	28368	29731.66667	-1363.66667	1859586.778	1363.666667	4.81%	-1363.666667	278.67	-4.8935
7	29764	29115.66667	648.333333	420336.1111	648.3333333	2.18%	648.3333333	331.48	1.9559
8	31130	29220	1910	3648100	1910	6.14%	1910	528.79	3.6120
9	31050	29754	1296	1679616	1296	4.17%	1296	1296.00	1.0000
10	29980	30648	-668	446224	668	2.23%	-668	982.00	-0.6802
11	32037	30720	1317	1734489	1317	4.11%	1317	1093.67	1.2042
12	30923	31022.33333	-99.3333333	9867.111111	99.33333333	0.32%	-99.33333333	845.08	-0.1175
13	30157	30980	-823	677329	823	2.73%	-823	840.67	-0.9790
14	29882	31039	-1157	1338649	1157	3.87%	-1157	893.39	-1.2951
15	31586	30320.66667	1265.33333	1601068.444	1265.333333	4.01%	1265.333333	946.52	1.3368
16	32820	30541.66667	2278.33333	5190802.778	2278.333333	6.94%	2278.333333	1113.00	2.0470
17	30873	31429.33333	-556.333333	309506.7778	556.3333333	1.80%	-556.3333333	556.33	-1.0000
18	30434	31759.66667	-1325.66667	1757392.111	1325.666667	4.36%	-1325.666667	941.00	-1.4088
19	32383	31375.66667	1007.33333	1014720.444	1007.333333	3.11%	1007.333333	963.11	1.0459
20	30215	31230	-1015	1030225	1015	3.36%	-1015	976.08	-1.0399
21	32173	31010.66667	1162.33333	1351018.778	1162.333333	3.61%	1162.333333	1013.33	1.1470

C.6. MAGNUM GT SAE

Tabla 6c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	27365	27365	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28867	28867	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	28182	28182	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	29661	28138	1523	2319529	1523	5.13%	1523	380.75	4.0000
5	27765	28903	-1138.333333	1295802.778	1138.333333	4.10%	-1138.333333	532.27	-2.1387
6	27379	28536	-1157	1338649	1157	4.23%	-1157	636.39	-1.8181
7	29913	28268	1644.666667	2704928.444	1644.666667	5.50%	1644.666667	780.43	2.1074
8	28565	28352	212.666667	45227.11111	212.666667	0.74%	212.666667	709.46	0.2998
9	29655	28619	1036	1073296	1036	3.49%	1036	1036.00	1.0000
10	29042	29378	-335.666667	112672.1111	335.666667	1.16%	-335.666667	685.83	-0.4894
11	28690	29087	-397.333333	157873.7778	397.333333	1.38%	-397.333333	589.67	-0.6738
12	28662	29129	-467	218089	467	1.63%	-467	559.00	-0.8354
13	30077	28798	1279	1635841	1279	4.25%	1279	703.00	1.8193
14	29938	29143	795	632025	795	2.66%	795	718.33	1.1067
15	28861	29559	-698	487204	698	2.42%	-698	715.43	-0.9756
16	30330	29625	704.666667	496555.1111	704.666667	2.32%	704.666667	714.08	0.9868
17	29268	29710	-441.666667	195069.4444	441.666667	1.51%	-441.666667	441.67	-1.0000
18	31292	29486	1805.666667	3260432.111	1805.666667	5.77%	1805.666667	1123.67	1.6069
19	30403	30297	106.333333	11306.77778	106.333333	0.35%	106.333333	784.56	0.1355
20	31471	30321	1150	1322500	1150	3.65%	1150	875.92	1.3129
21	30931	31055	-124.333333	15458.77778	124.333333	0.40%	-124.333333	725.60	-0.1714

C.7.TURBO PLUS SAE

Tabla 7c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28211	28211	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28744	28744	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	29435	29435	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	30224	28797	1427.33333	2037280.444	1427.333333	4.72%	1427.333333	356.83	4.0000
5	27610	29468	-1857.66667	3450925.444	1857.666667	6.73%	-1857.666667	657.00	-2.8275
6	29410	29090	320.333333	102613.4444	320.3333333	1.09%	320.3333333	600.89	0.5331
7	31010	29081	1928.66667	3719755.111	1928.666667	6.22%	1928.666667	790.57	2.4396
8	31837	29343	2493.66667	6218373.444	2493.666667	7.83%	2493.666667	1003.46	2.4851
9	29156	30752	-1596.33333	2548280.111	1596.333333	5.48%	-1596.333333	1596.33	-1.0000
10	28695	30668	-1972.66667	3891413.778	1972.666667	6.87%	-1972.666667	1784.50	-1.1054
11	29986	29896	90	8100	90	0.30%	90	1219.67	0.0738
12	31706	29279	2427	5890329	2427	7.65%	2427	1521.50	1.5951
13	30321	30129	192	36864	192	0.63%	192	1255.60	0.1529
14	29934	30671	-737	543169	737	2.46%	-737	1169.17	-0.6304
15	32661	30654	2007.33333	4029387.111	2007.333333	6.15%	2007.333333	1288.90	1.5574
16	33007	30972	2035	4141225	2035	6.17%	2035	1382.17	1.4723
17	32711	31867	843.666667	711773.4444	843.6666667	2.58%	843.6666667	843.67	1.0000
18	30359	32793	-2434	5924356	2434	8.02%	-2434	1638.83	-1.4852
19	30075	32026	-1950.66667	3805100.444	1950.666667	6.49%	-1950.666667	1742.78	-1.1193
20	33073	31048	2024.66667	4099275.111	2024.666667	6.12%	2024.666667	1813.25	1.1166
21	30203	31169	-966	933156	966	3.20%	-966	1643.80	-0.5877

C.8. SUPER 2T API TC

Tabla 8c. Error pronóstico promedio móvil n=3 para SUPER 2T API TC

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	17912	17912	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	19132	19132	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
3	18496	18496	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
4	19365	18513.33333	851.666667	725336.1111	851.6666667	4.40%	851.6666667	212.92	4.0000
5	18391	18997.66667	-606.666667	368044.4444	606.6666667	3.30%	-606.6666667	291.67	-2.0800
6	19590	18750.66667	839.333333	704480.4444	839.3333333	4.28%	839.3333333	382.94	2.1918
7	18553	19115.33333	-562.333333	316218.7778	562.3333333	3.03%	-562.3333333	408.57	-1.3763
8	18859	18844.66667	14.333333	205.4444444	14.3333333	0.08%	14.3333333	359.29	0.0399
9	19800	19000.66667	799.333333	638933.7778	799.3333333	4.04%	799.3333333	799.33	1.0000
10	19478	19070.66667	407.333333	165920.4444	407.3333333	2.09%	407.3333333	603.33	0.6751
11	19294	19379	-85	7225	85	0.44%	-85	430.56	-0.1974
12	18762	19524	-762	580644	762	4.06%	-762	513.42	-1.4842
13	19870	19178	692	478864	692	3.48%	692	549.13	1.2602
14	18297	19308.66667	-1011.66667	1023469.444	1011.666667	5.53%	-1011.666667	626.22	-1.6155
15	18777	18976.33333	-199.333333	39733.77778	199.3333333	1.06%	-199.3333333	565.24	-0.3527
16	20232	18981.33333	1250.66667	1564167.111	1250.666667	6.18%	1250.666667	650.92	1.9214
17	18485	19102	-617	380689	617	3.34%	-617	617.00	-1.0000
18	18409	19164.66667	-755.666667	571032.1111	755.6666667	4.10%	-755.6666667	686.33	-1.1010
19	18304	19042	-738	544644	738	4.03%	-738	703.56	-1.0490
20	18735	18399.33333	335.666667	112672.1111	335.6666667	1.79%	335.6666667	611.58	0.5488
21	19446	18482.66667	963.333333	928011.1111	963.3333333	4.95%	963.3333333	681.93	1.4127

2D. Suavización exponencial

D.1. TURBO XV SAE

Tabla 1d. Error pronóstico suavización exponencial para TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	126127	126127	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	131311	126127	5184	26873856	5184	3.95%	5184	2592.00	2.0000
3	126576	128719	-2143	4592449	2143	1.69%	-2143	2442.33	-0.8774
4	127946	127648	298.5	89102.25	298.5	0.23%	298.5	1906.38	0.1566
5	133735	127797	5938.25	35262813.06	5938.25	4.44%	5938.25	2712.75	2.1890
6	132959	130766	2193.125	4809797.266	2193.125	1.65%	2193.125	2626.15	0.8351
7	129113	131862	-2749.4375	7559406.566	2749.4375	2.13%	-2749.4375	2643.76	-1.0400
8	132590	130488	2102.28125	4419586.454	2102.28125	1.59%	2102.28125	2576.07	0.8161
9	136831	131539	5292.14063	28006752.39	5292.140625	3.87%	5292.140625	5292.14	1.0000
10	131801	134185	-2383.92969	5683120.755	2383.929688	1.81%	-2383.929688	3838.04	-0.6211
11	135208	132993	2215.03516	4906380.743	2215.035156	1.64%	2215.035156	3297.04	0.6718
12	134263	134100	162.517578	26411.9632	162.5175781	0.12%	162.5175781	2513.41	0.0647
13	136149	134182	1967.25879	3870107.143	1967.258789	1.44%	1967.258789	2404.18	0.8183
14	140868	135165	5702.62939	32519982.01	5702.629395	4.05%	5702.629395	2953.92	1.9305
15	139520	138017	1503.3147	2259955.079	1503.314697	1.08%	1503.314697	2746.69	0.5473
16	135285	138768	-3483.34265	12133676.03	3483.342651	2.57%	-3483.342651	2838.77	-1.2271
17	138399	137027	1372.32867	1883285.99	1372.328674	0.99%	1372.328674	1372.33	1.0000
18	142451	137713	4738.16434	22450201.29	4738.164337	3.33%	4738.164337	3055.25	1.5508
19	138469	140082	-1612.91783	2601503.931	1612.917831	1.16%	-1612.917831	2574.47	-0.6265
20	141178	139275	1902.54108	3619662.577	1902.541084	1.35%	1902.541084	2406.49	0.7906
21	138843	140227	-1383.72946	1914707.213	1383.729458	1.00%	-1383.729458	2201.94	-0.6284

D.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2d. Error pronóstico suavización exponencial para TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	71689	71689	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	72279	71689	590	348100	590	0.82%	590	295.00	2.0000
3	76617	72220	4397	19333609	4397	5.74%	4397	1662.33	2.6451
4	79099	76177	2921.7	8536330.89	2921.7	3.69%	2921.7	1977.18	1.4777
5	77031	78807	-1775.83	3153572.189	1775.83	2.31%	-1775.83	1936.91	-0.9168
6	77236	77209	27.417	751.691889	27.417	0.04%	27.417	1618.66	0.0169
7	73006	77233	-4227.2583	17869712.73	4227.2583	5.79%	-4227.2583	1991.32	-2.1228
8	71798	73429	-1630.72583	2659266.733	1630.72583	2.27%	-1630.72583	1946.24	-0.8379
9	81710	71961	9748.92742	95041585.78	9748.927417	11.93%	9748.927417	9748.93	1.0000
10	82832	80735	2096.89274	4396959.17	2096.892742	2.53%	2096.892742	5922.91	0.3540
11	73398	82622	-9224.31073	85087908.37	9224.310726	12.57%	-9224.310726	7023.38	-1.3134
12	74497	74320	176.568927	31176.58613	176.5689274	0.24%	176.5689274	5311.67	0.0332
13	82966	74479	8486.65689	72023345.22	8486.656893	10.23%	8486.656893	5946.67	1.4271
14	82670	82117	552.665689	305439.3641	552.6656893	0.67%	552.6656893	5047.67	0.1095
15	82398	82615	-216.733431	46973.38014	216.7334311	0.26%	-216.7334311	4357.54	-0.0497
16	72752	82420	-9667.67334	93463907.87	9667.673343	13.29%	-9667.673343	5021.30	-1.9253
17	82643	73719	8924.23267	79641928.67	8924.232666	10.80%	8924.232666	8924.23	1.0000
18	81331	81751	-419.576733	176044.6352	419.5767334	0.52%	-419.5767334	4671.90	-0.0898
19	75480	81373	-5892.95767	34726950.14	5892.957673	7.81%	-5892.957673	5078.92	-1.1603
20	75880	76069	-189.295767	35832.88753	189.2957673	0.25%	-189.2957673	3856.52	-0.0491
21	74300	75899	-1598.92958	2556575.791	1598.929577	2.15%	-1598.929577	3405.00	-0.4696

D.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3d. Error pronóstico suavización exponencial para SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	53105	53105	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	52007	53105	-1098	1205604	1098	2.11%	-1098	549.00	-2.0000
3	53750	52501.1	1248.9	1559751.21	1248.9	2.32%	1248.9	782.30	1.5964
4	54036	53188	848.005	719112.48	848.005	1.57%	848.005	798.73	1.0617
5	52413	53654	-1241.39775	1541068.374	1241.39775	2.37%	-1241.39775	887.26	-1.3991
6	55702	52972	2730.37101	7454925.866	2730.371013	4.90%	2730.371013	1194.45	2.2859
7	54681	54473	207.666956	43125.56446	207.6669556	0.38%	207.6669556	1053.48	0.1971
8	55117	54588	529.45013	280317.4402	529.45013	0.96%	529.45013	987.97	0.5359
9	54525	54879	-353.747441	125137.2524	353.7474415	0.65%	-353.7474415	353.75	-1.0000
10	56154	54684	1469.81365	2160352.17	1469.813651	2.62%	1469.813651	911.78	1.6120
11	55730	55493	237.416143	56366.425	237.4161431	0.43%	237.4161431	686.99	0.3456
12	57325	55623	1701.83726	2896250.074	1701.837264	2.97%	1701.837264	940.70	1.8091
13	55938	56559	-621.173231	385856.1829	621.173231	1.11%	-621.173231	876.80	-0.7085
14	57593	56218	1375.47205	1891923.349	1375.472046	2.39%	1375.472046	959.91	1.4329
15	57888	56974	913.962421	835327.3065	913.9624207	1.58%	913.9624207	953.35	0.9587
16	56754	57477	-722.716911	522319.733	722.7169107	1.27%	-722.7169107	924.52	-0.7817
17	58498	57079	1418.77739	2012929.283	1418.77739	2.43%	1418.77739	1418.78	1.0000
18	57675	57860	-184.550174	34058.76688	184.5501744	0.32%	-184.5501744	801.66	-0.2302
19	58826	57758	1067.95242	1140522.375	1067.952422	1.82%	1067.952422	890.43	1.1994
20	58141	58345	-204.42141	41788.113	204.4214103	0.35%	-204.4214103	718.93	-0.2843
21	59733	58233	1500.01037	2250031.096	1500.010365	2.51%	1500.010365	875.14	1.7140

D.4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4d. Error pronóstico suavización exponencial para MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	29366	29366	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	27354	29366	-2012	4048144	2012	7.36%	-2012	1006.00	-2.0000
3	31490	27957.6	3532.4	12477849.76	3532.4	11.22%	3532.4	1848.13	1.9113
4	28474	30430	-1956.28	3827031.438	1956.28	6.87%	-1956.28	1875.17	-1.0433
5	31438	29061	2377.116	5650680.477	2377.116	7.56%	2377.116	1975.56	1.2033
6	31518	30725	793.1348	629062.811	793.1348	2.52%	793.1348	1778.49	0.4460
7	30838	31280	-442.05956	195416.6546	442.05956	1.43%	-442.05956	1587.57	-0.2785
8	31490	30971	519.382132	269757.799	519.382132	1.65%	519.382132	1454.05	0.3572
9	29499	31334	-1835.18536	3367905.307	1835.18536	6.22%	-1835.18536	1835.19	-1.0000
10	29104	30050	-945.555608	894075.408	945.5556081	3.25%	-945.5556081	1390.37	-0.6801
11	32472	29388	3084.33332	9513112.014	3084.333318	9.50%	3084.333318	1955.02	1.5776
12	31573	31547	26.2999953	691.6897512	26.29999527	0.08%	26.29999527	1472.84	0.0179
13	30498	31565	-1067.11	1138723.755	1067.110001	3.50%	-1067.110001	1391.70	-0.7668
14	30335	30818	-483.133	233417.4961	483.1330004	1.59%	-483.1330004	1240.27	-0.3895
15	32468	30480	1988.0601	3952382.961	1988.0601	6.12%	1988.0601	1347.10	1.4758
16	33616	31872	1744.41803	3042994.263	1744.41803	5.19%	1744.41803	1396.76	1.2489
17	30565	33093	-2527.67459	6389138.838	2527.674591	8.27%	-2527.674591	2527.67	-1.0000
18	30470	31323	-853.302377	728124.9471	853.3023773	2.80%	-853.3023773	1690.49	-0.5048
19	32996	30726	2270.00929	5152942.162	2270.009287	6.88%	2270.009287	1883.66	1.2051
20	33586	32315	1271.00279	1615448.082	1271.002786	3.78%	1271.002786	1730.50	0.7345
21	33790	33205	585.300836	342577.0684	585.3008358	1.73%	585.3008358	1501.46	0.3898

D.5.MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5d. Error pronóstico suavización exponencial para MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28295	28295	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	29462	28295	1167	1361889	1167	3.96%	1167	583.50	2.0000
3	30216	28878.5	1337.5	1788906.25	1337.5	4.43%	1337.5	834.83	1.6021
4	29451	29547.25	-96.25	9264.0625	96.25	0.33%	-96.25	650.19	-0.1480
5	29528	29499.125	28.875	833.765625	28.875	0.10%	28.875	525.93	0.0549
6	28368	29513.5625	-1145.5625	1312313.441	1145.5625	4.04%	-1145.5625	629.20	-1.8207
7	29764	28940.78125	823.21875	677689.1104	823.21875	2.77%	823.21875	656.92	1.2532
8	31130	29352.39063	1777.60938	3159895.09	1777.609375	5.71%	1777.609375	797.00	2.2304
9	31050	30241.19531	808.804688	654165.0225	808.8046875	2.60%	808.8046875	808.80	1.0000
10	29980	30645.59766	-665.597656	443020.24	665.5976563	2.22%	-665.5976563	737.20	-0.9029
11	32037	30312.79883	1724.20117	2972869.681	1724.201172	5.38%	1724.201172	1066.20	1.6171
12	30923	31174.89941	-251.899414	63453.31481	251.8994141	0.81%	-251.8994141	862.63	-0.2920
13	30157	31048.94971	-891.949707	795574.2799	891.949707	2.96%	-891.949707	868.49	-1.0270
14	29882	30602.97485	-720.974854	519804.7394	720.9748535	2.41%	-720.9748535	843.90	-0.8543
15	31586	30242.48743	1343.51257	1805026.034	1343.512573	4.25%	1343.512573	915.28	1.4679
16	32820	30914.24371	1905.75629	3631907.024	1905.756287	5.81%	1905.756287	1039.09	1.8341
17	30873	31867.12186	-994.121857	988278.2659	994.1218567	3.22%	-994.1218567	994.12	-1.0000
18	30434	31370.06093	-936.060928	876210.0616	936.0609283	3.08%	-936.0609283	965.09	-0.9699
19	32383	30902.03046	1480.96954	2193270.766	1480.969536	4.57%	1480.969536	1137.05	1.3025
20	30215	31642.51523	-1427.51523	2037799.738	1427.515232	4.72%	-1427.515232	1209.67	-1.1801
21	32173	30928.75762	1244.24238	1548139.11	1244.242384	3.87%	1244.242384	1216.58	1.0227

D.6. MAGNUM GT SAE

Tabla 6d. Error pronóstico suavización exponencial para MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	27365	27365	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28867	27365	1502	2256004	1502	5.20%	1502	751.00	2.0000
3	28182	27965.8	216.2	46742.44	216.2	0.77%	216.2	572.73	0.3775
4	29661	28052	1608.72	2587980.038	1608.72	5.42%	1608.72	831.73	1.9342
5	27765	28696	-930.768	866329.0698	930.768	3.35%	-930.768	851.54	-1.0930
6	27379	28323	-944.4608	892006.2027	944.4608	3.45%	-944.4608	867.02	-1.0893
7	29913	27946	1967.32352	3870361.832	1967.32352	6.58%	1967.32352	1024.21	1.9208
8	28565	28733	-167.605888	28091.73369	167.605888	0.59%	-167.605888	917.13	-0.1827
9	29655	28666	989.436467	978984.5226	989.4364672	3.34%	989.4364672	989.44	1.0000
10	29042	29061	-19.3381197	373.9628728	19.33811968	0.07%	-19.33811968	504.39	-0.0383
11	28690	29054	-363.602872	132207.0484	363.6028718	1.27%	-363.6028718	457.46	-0.7948
12	28662	28908	-246.161723	60595.59391	246.1617231	0.86%	-246.1617231	404.63	-0.6084
13	30077	28810	1267.30297	1606056.808	1267.302966	4.21%	1267.302966	577.17	2.1957
14	29938	29317	621.38178	386115.3161	621.3817797	2.08%	621.3817797	584.54	1.0630
15	28861	29565	-704.170932	495856.7017	704.1709322	2.44%	-704.1709322	601.63	-1.1704
16	30330	29284	1046.49744	1095156.893	1046.497441	3.45%	1046.497441	657.24	1.5923
17	29268	29702	-434.101536	188444.1432	434.1015356	1.48%	-434.1015356	434.10	-1.0000
18	31292	29528	1763.53908	3110070.082	1763.539079	5.64%	1763.539079	1098.82	1.6049
19	30403	30234	169.123447	28602.74039	169.1234472	0.56%	169.1234472	788.92	0.2144
20	31471	30302	1169.47407	1367669.596	1169.474068	3.72%	1169.474068	884.06	1.3228
21	30931	30769	161.684441	26141.85846	161.684441	0.52%	161.684441	739.58	0.2186

D.7. TURBO PLUS SAE

Tabla 7d. Error pronóstico suavización exponencial para TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28211	28211	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28744	28211	533	284089	533	1.85%	533	266.50	2.0000
3	29435	28690.7	744.3	553982.49	744.3	2.53%	744.3	425.77	1.7481
4	30224	29361	863.43	745511.3649	863.43	2.86%	863.43	535.18	1.6133
5	27610	30138	-2527.657	6389049.91	2527.657	9.15%	-2527.657	933.68	-2.7072
6	29410	27863	1547.2343	2393933.979	1547.2343	5.26%	1547.2343	1035.94	1.4936
7	31010	29255	1754.72343	3079054.316	1754.72343	5.66%	1754.72343	1138.62	1.5411
8	31837	30835	1002.47234	1004950.798	1002.472343	3.15%	1002.472343	1121.60	0.8938
9	29156	31737	-2580.75277	6660284.838	2580.752766	8.85%	-2580.752766	2580.75	-1.0000
10	28695	29414	-719.075277	517069.2534	719.0752766	2.51%	-719.0752766	1649.91	-0.4358
11	29986	28767	1219.09247	1486186.456	1219.092472	4.07%	1219.092472	1506.31	0.8093
12	31706	29864	1841.90925	3392629.675	1841.909247	5.81%	1841.909247	1590.21	1.1583
13	30321	31522	-1200.80908	1441942.435	1200.809075	3.96%	-1200.809075	1512.33	-0.7940
14	29934	30441	-507.080908	257131.0468	507.0809075	1.69%	-507.0809075	1344.79	-0.3771
15	32661	29985	2676.29191	7162538.384	2676.291909	8.19%	2676.291909	1535.00	1.7435
16	33007	32393	613.629191	376540.784	613.6291909	1.86%	613.6291909	1419.83	0.4322
17	32711	32946	-234.637081	55054.55974	234.6370809	0.72%	-234.6370809	234.64	-1.0000
18	30359	32734	-2375.46371	5642827.828	2375.463708	7.82%	-2375.463708	1305.05	-1.8202
19	30075	30597	-521.546371	272010.6169	521.5463708	1.73%	-521.5463708	1043.88	-0.4996
20	33073	30127	2945.84536	8678004.902	2945.845363	8.91%	2945.845363	1519.37	1.9389
21	30203	32778	-2575.41546	6632764.811	2575.415464	8.53%	-2575.415464	1730.58	-1.4882

D.8. SUPER 2T API TC

Tabla 8d. Error pronóstico suavización exponencial para SUPER 2T API TC

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	17912	17912	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	19132	17912	1220	1488400	1220	6.38%	1220	610.00	2.0000
3	18496	18949	-453	205209	453	2.45%	-453	557.67	-0.8123
4	19365	18563.95	801.05	641681.1025	801.05	4.14%	801.05	618.51	1.2951
5	18391	19244.8425	-853.8425	729047.0148	853.8425	4.64%	-853.8425	665.58	-1.2829
6	19590	18519.07638	1070.92363	1146877.411	1070.923625	5.47%	1070.923625	733.14	1.4607
7	18553	19429.36146	-876.361456	768009.402	876.3614563	4.72%	-876.3614563	753.60	-1.1629
8	18859	18684.45422	174.545782	30466.22986	174.5457816	0.93%	174.5457816	681.22	0.2562
9	19800	18832.81813	967.181867	935440.7643	967.1818672	4.88%	967.1818672	967.18	1.0000
10	19478	19654.92272	-176.92272	31301.64882	176.9227199	0.91%	-176.9227199	572.05	-0.3093
11	19294	19504.53841	-210.538408	44326.42124	210.538408	1.09%	-210.538408	451.55	-0.4663
12	18762	19325.58076	-563.580761	317623.2744	563.5807612	3.00%	-563.5807612	479.56	-1.1752
13	19870	18846.53711	1023.46289	1047476.279	1023.462886	5.15%	1023.462886	588.34	1.7396
14	18297	19716.48057	-1419.48057	2014925.08	1419.480567	7.76%	-1419.480567	726.86	-1.9529
15	18777	18509.92209	267.077915	71330.61264	267.0779149	1.42%	267.0779149	661.18	0.4039
16	20232	18736.93831	1495.06169	2235209.449	1495.061687	7.39%	1495.061687	765.41	1.9533
17	18485	20007.74075	-1522.74075	2318739.382	1522.740747	8.24%	-1522.740747	1522.74	-1.0000
18	18409	18713.41111	-304.411112	92666.12513	304.411112	1.65%	-304.411112	913.58	-0.3332
19	18304	18454.66167	-150.661667	22698.93784	150.6616668	0.82%	-150.6616668	659.27	-0.2285
20	18735	18326.59925	408.40075	166791.1726	408.40075	2.18%	408.40075	596.55	0.6846
21	19446	18673.73989	772.260112	596385.6814	772.2601125	3.97%	772.2601125	631.69	1.2225

2E. Suavización exponencial ajustada a la tendencia

E.1. TURBO XV SAE

Tabla 1e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	126127	126127	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	131311	126139	5172	26749584	5172	3.94%	5172	2586.00	2.0000
3	126576	129564.52	-2988.52	8931251.79	2988.52	2.36%	-2988.52	2720.17	-1.0987
4	127946	127914	31.5832	997.4985222	31.5832	0.02%	31.5832	2048.03	0.0154
5	133735	128078	5656.72949	31998588.5	5656.729488	4.23%	5656.729488	2769.77	2.0423
6	132959	131957	1002.38423	1004774.152	1002.384234	0.75%	1002.384234	2475.20	0.4050
7	129113	133102	-3989.49692	15916085.69	3989.496922	3.09%	-3989.496922	2691.53	-1.4822
8	132590	131014	1576.12043	2484155.614	1576.120431	1.19%	1576.120431	2552.10	0.6176
9	136831	132359	4471.80015	19996996.55	4471.800147	3.27%	4471.800147	4471.80	1.0000
10	131801	135710	-3909.23598	15282125.92	3909.235976	2.97%	-3909.235976	4190.52	-0.9329
11	135208	133798	1409.90373	1987828.538	1409.903733	1.04%	1409.903733	3263.65	0.4320
12	134263	135162	-899.034607	808263.2241	899.0346067	0.67%	-899.0346067	2672.49	-0.3364
13	136149	135087	1062.33213	1128549.562	1062.332134	0.78%	1062.332134	2350.46	0.4520
14	140868	136252	4616.1389	21308738.36	4616.138902	3.28%	4616.138902	2728.07	1.6921
15	139520	139826	-306.306725	93823.80988	306.3067252	0.22%	-306.3067252	2382.11	-0.1286
16	135285	140429	-5143.90657	26459774.83	5143.906572	3.80%	-5143.906572	2727.33	-1.8861
17	138399	137820	578.687883	334879.666	578.6878831	0.42%	578.6878831	578.69	1.0000
18	142451	138680	3771.00439	14220474.13	3771.004392	2.65%	3771.004392	2174.85	1.7339
19	138469	141681	-3212.32927	10319059.32	3212.329268	2.32%	-3212.329268	2520.67	-1.2744
20	141178	140300	878.077025	771019.261	878.0770245	0.62%	878.0770245	2110.02	0.4161
21	138843	141425	-2582.44508	6669022.592	2582.44508	1.86%	-2582.44508	2204.51	-1.1714

E.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	71689	71689	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	72279	71701	578	334084	578	0.80%	578	289.00	2.0000
3	76617	72129.16	4487.84	20140707.87	4487.84	5.86%	4487.84	1688.61	2.6577
4	79099	75442	3657.2352	13375369.31	3657.2352	4.62%	3657.2352	2180.77	1.6770
5	77031	78695	-1663.87494	2768479.829	1663.874944	2.16%	-1663.874944	2077.39	-0.8009
6	77236	78556	-1319.65401	1741486.702	1319.654008	1.71%	-1319.654008	1951.10	-0.6764
7	73006	78465	-5458.60715	29796392.05	5458.607153	7.48%	-5458.607153	2452.17	-2.2260
8	71798	75235	-3437.15555	11814038.29	3437.155553	4.79%	-3437.155553	2575.30	-1.3347
9	81710	72806	8903.88375	79279145.9	8903.883754	10.90%	8903.883754	8903.88	1.0000
10	82832	78850	3981.83343	15854997.43	3981.833426	4.81%	3981.833426	6442.86	0.6180
11	73398	82419	-9020.80672	81374953.81	9020.806716	12.29%	-9020.806716	7302.17	-1.2354
12	74497	77103	-2606.36597	6793143.555	2606.365967	3.50%	-2606.365967	6128.22	-0.4253
13	82966	75324	7642.17425	58402827.24	7642.174248	9.21%	7642.174248	6431.01	1.1883
14	82670	80610	2059.52942	4241661.452	2059.529425	2.49%	2059.529425	5702.43	0.3612
15	82398	82795	-396.672035	157348.7037	396.6720355	0.48%	-396.6720355	4944.47	-0.0802
16	72752	83458	-10705.552	114608843.1	10705.55198	14.72%	-10705.55198	5664.60	-1.8899
17	82643	76650	5992.56229	35910802.75	5992.562286	7.25%	5992.562286	5992.56	1.0000
18	81331	80581	749.700516	562050.8635	749.7005159	0.92%	749.7005159	3371.13	0.2224
19	75480	81456	-5976.40825	35717455.62	5976.408254	7.92%	-5976.408254	4239.56	-1.4097
20	75880	77579	-1698.68277	2885523.158	1698.682771	2.24%	-1698.682771	3604.34	-0.4713
21	74300	76064	-1763.75065	3110816.341	1763.750646	2.37%	-1763.750646	3236.22	-0.5450

E.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	53105	53105	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	52007	53117	-1110	1232100	1110	2.13%	-1110	555.00	-2.0000
3	53750	52762.7	987.3	974761.29	987.3	1.84%	987.3	699.10	1.4122
4	54036	53393	642.982	413425.8523	642.982	1.19%	642.982	685.07	0.9386
5	52413	53855	-1442.32412	2080298.867	1442.32412	2.75%	-1442.32412	836.52	-1.7242
6	55702	52980	2722.09288	7409789.643	2722.092879	4.89%	2722.092879	1150.78	2.3654
7	54681	54766	-85.4658939	7304.419015	85.46589387	0.16%	-85.46589387	998.59	-0.0856
8	55117	54863	253.638551	64332.51432	253.6385505	0.46%	253.6385505	905.48	0.2801
9	54525	55179	-653.937985	427634.8879	653.9379847	1.20%	-653.9379847	653.94	-1.0000
10	56154	54911	1243.26768	1545714.525	1243.26768	2.21%	1243.26768	948.60	1.3106
11	55730	55855	-125.446115	15736.72766	125.4461146	0.23%	-125.4461146	674.22	-0.1861
12	57325	55971	1353.59513	1832219.788	1353.595134	2.36%	1353.595134	844.06	1.6037
13	55938	57056	-1118.00407	1249933.11	1118.004074	2.00%	-1118.004074	898.85	-1.2438
14	57593	56591	1002.43649	1004878.91	1002.436487	1.74%	1002.436487	916.11	1.0942
15	57888	57458	430.466522	185301.4267	430.4665221	0.74%	430.4665221	846.74	0.5084
16	56754	58007	-1253.14946	1570383.557	1253.149455	2.21%	-1253.149455	897.54	-1.3962
17	58498	57471	1026.59312	1053893.437	1026.593121	1.75%	1026.593121	1026.59	1.0000
18	57675	58365	-690.105435	476245.512	690.1054354	1.20%	-690.1054354	858.35	-0.8040
19	58826	58187	638.621468	407837.3794	638.621468	1.09%	638.621468	785.11	0.8134
20	58141	58845	-704.205059	495904.7647	704.2050587	1.21%	-704.2050587	764.88	-0.9207
21	59733	58655	1077.91663	1161904.27	1077.916634	1.80%	1077.916634	827.49	1.3026

E.4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	29366	29366	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	27354	29378	-2024	4096576	2024	7.40%	-2024	1012.00	-2.0000
3	31490	27689.84	3800.16	14441216.03	3800.16	12.07%	3800.16	1941.39	1.9574
4	28474	30408	-1934.2144	3741185.345	1934.2144	6.79%	-1934.2144	1939.59	-0.9972
5	31438	29222	2216.2473	4911752.077	2216.247296	7.05%	2216.247296	1994.92	1.1109
6	31518	31057	460.532623	212090.2972	460.5326234	1.46%	460.5326234	1739.19	0.2648
7	30838	31950	-1112.28108	1237169.19	1112.281075	3.61%	-1112.281075	1649.63	-0.6743
8	31490	31632	-142.459097	20294.59423	142.4590967	0.45%	-142.4590967	1461.24	-0.0975
9	29499	31862	-2363.34012	5585376.532	2363.340122	8.01%	-2363.340122	2363.34	-1.0000
10	29104	30192	-1088.4909	1184812.446	1088.490903	3.74%	-1088.490903	1725.92	-0.6307
11	32472	29026	3445.6866	11872756.16	3445.686601	10.61%	3445.686601	2299.17	1.4987
12	31573	31408	165.392819	27354.78453	165.3928189	0.52%	165.3928189	1765.73	0.0937
13	30498	31860	-1362.41897	1856185.452	1362.418971	4.47%	-1362.418971	1685.07	-0.8085
14	30335	31070	-734.563134	539582.9972	734.5631336	2.42%	-734.5631336	1526.65	-0.4812
15	32468	30479	1988.87435	3955621.193	1988.874353	6.13%	1988.874353	1592.68	1.2488
16	33616	32000	1615.9195	2611195.841	1615.919503	4.81%	1615.919503	1595.59	1.0127
17	30565	33685	-3120.08312	9734918.66	3120.083118	10.21%	-3120.083118	3120.08	-1.0000
18	30470	31780	-1309.66422	1715220.363	1309.664218	4.30%	-1309.664218	2214.87	-0.5913
19	32996	30646	2349.82275	5521666.978	2349.822755	7.12%	2349.822755	2259.86	1.0398
20	33586	32272	1313.66008	1725702.812	1313.660082	3.91%	1313.660082	2023.31	0.6493
21	33790	33592	197.916594	39170.97806	197.9165937	0.59%	197.9165937	1658.23	0.1194

E.5. MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28295	28295	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	29462	28307	1155	1334025	1155	3.92%	1155	577.50	2.0000
3	30216	29370.05	845.95	715631.4025	845.95	2.80%	845.95	666.98	1.2683
4	29451	30394.4145	-943.4145	890030.9188	943.4145	3.20%	-943.4145	736.09	-1.2817
5	29528	29968.10681	-440.106805	193693.9998	440.106805	1.49%	-440.106805	676.89	-0.6502
6	28368	29801.69207	-1433.69207	2055472.944	1433.692067	5.05%	-1433.692067	803.03	-1.7854
7	29764	28638.69231	1125.30769	1266317.393	1125.307688	3.78%	1125.307688	849.07	1.3253
8	31130	29503.307	1626.693	2646130.117	1626.693	5.23%	1626.693	946.27	1.7191
9	31050	31060.49694	-10.4969362	110.1856706	10.49693625	0.03%	-10.49693625	10.50	-1.0000
10	29980	31469.44956	-1489.44956	2218459.993	1489.449561	4.97%	-1489.449561	749.97	-1.9860
11	32037	30530.35094	1506.64906	2269991.39	1506.64906	4.70%	1506.64906	1002.20	1.5033
12	30923	32004.91766	-1081.91766	1170545.816	1081.917657	3.50%	-1081.917657	1022.13	-1.0585
13	30157	31440.28496	-1283.28496	1646820.298	1283.284964	4.26%	-1283.284964	1074.36	-1.1945
14	29882	30465.20531	-583.205313	340128.4376	583.2053134	1.95%	-583.2053134	992.50	-0.5876
15	31586	29857.7083	1728.2917	2986992.192	1728.291698	5.47%	1728.291698	1097.61	1.5746
16	32820	31231.20046	1588.79954	2524283.992	1588.799544	4.84%	1588.799544	1159.01	1.3708
17	30873	32840.69601	-1967.69601	3871827.572	1967.696006	6.37%	-1967.696006	1967.70	-1.0000
18	30434	31547.42851	-1113.42851	1239723.046	1113.42851	3.66%	-1113.42851	1540.56	-0.7227
19	32383	30618.32827	1764.67173	3114066.301	1764.671726	5.45%	1764.671726	1615.27	1.0925
20	30215	32074.47927	-1859.47927	3457663.139	1859.479266	6.15%	-1859.479266	1676.32	-1.1093
21	32173	30603.23392	1569.76608	2464165.554	1569.766083	4.88%	1569.766083	1655.01	0.9485

E.6. MAGNUM GT SAE

Tabla 6e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	27365	27365	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28867	27377	1490	2220100	1490	5.16%	1490	745.00	2.0000
3	28182	29057.8	-875.8	767025.64	875.8	3.11%	-875.8	788.60	-1.1106
4	29661	28566	1095.296	1199673.328	1095.296	3.69%	1095.296	865.27	1.2658
5	27765	30001	-2235.97952	4999604.414	2235.97952	8.05%	-2235.97952	1139.42	-1.9624
6	27379	28056	-676.721178	457951.5522	676.7211776	2.47%	-676.7211776	1062.30	-0.6370
7	29913	27141	2771.68127	7682217.05	2771.681268	9.27%	2771.681268	1306.50	2.1215
8	28565	29873	-1307.57625	1709755.647	1307.576249	4.58%	-1307.576249	1306.63	-1.0007
9	29655	28922	732.996647	537284.0851	732.9966474	2.47%	732.9966474	733.00	1.0000
10	29042	29838	-796.4477	634328.9396	796.4477005	2.74%	-796.4477005	764.72	-1.0415
11	28690	29276	-586.473306	343950.9385	586.4733059	2.04%	-586.4733059	705.31	-0.8315
12	28662	28695	-32.8069691	1076.297222	32.8069691	0.11%	-32.8069691	537.18	-0.0611
13	30077	28546	1531.42453	2345261.086	1531.424528	5.09%	1531.424528	736.03	2.0807
14	29938	30138	-199.785021	39914.0547	199.7850212	0.67%	-199.7850212	646.66	-0.3090
15	28861	30281	-1420.09572	2016671.866	1420.095724	4.92%	-1420.095724	757.15	-1.8756
16	30330	28994	1336.27277	1785624.907	1336.272767	4.41%	1336.272767	829.54	1.6109
17	29268	30339	-1071.06082	1147171.281	1071.06082	3.66%	-1071.06082	1071.06	-1.0000
18	31292	29416	1876.21192	3520171.187	1876.211925	6.00%	1876.211925	1473.64	1.2732
19	30403	31451	-1047.72134	1097720.011	1047.721342	3.45%	-1047.721342	1331.66	-0.7868
20	31471	30811	659.762834	435286.9971	659.762834	2.10%	659.762834	1163.69	0.5670
21	30931	31749	-817.864438	668902.2384	817.8644377	2.64%	-817.8644377	1094.52	-0.7472

E.7. TURBO PLUS SAE

Tabla 7e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	28211	28211	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	28744	28223	521	271441	521	1.81%	521	260.50	2.0000
3	29435	28625.75	809.25	654885.5625	809.25	2.75%	809.25	443.42	1.8250
4	30224	29323	901.1625	812093.8514	901.1625	2.98%	901.1625	557.85	1.6154
5	27610	30210	-2600.24688	6761283.811	2600.246875	9.42%	-2600.246875	966.33	-2.6908
6	29410	28607	803.226406	645172.6597	803.2264063	2.73%	803.2264063	939.15	0.8553
7	31010	29166	1844.13176	3400821.94	1844.131758	5.95%	1844.131758	1068.43	1.7260
8	31837	30626	1210.87413	1466216.17	1210.874135	3.80%	1210.874135	1086.24	1.1147
9	29156	31888	-2732.06003	7464152.033	2732.060035	9.37%	-2732.060035	2732.06	-1.0000
10	28695	30374	-1679.4247	2820467.314	1679.424697	5.85%	-1679.424697	2205.74	-0.7614
11	29986	29240	745.543142	555834.5771	745.5431423	2.49%	745.5431423	1719.01	0.4337
12	31706	29673	2032.69881	4131864.439	2032.698807	6.41%	2032.698807	1797.43	1.1309
13	30321	31183	-862.343748	743636.7405	862.3437484	2.84%	-862.3437484	1610.41	-0.5355
14	29934	30827	-893.009208	797465.446	893.0092083	2.98%	-893.0092083	1490.85	-0.5990
15	32661	30318	2342.67599	5488130.79	2342.675989	7.17%	2342.675989	1612.54	1.4528
16	33007	32102	904.54867	818208.2957	904.5486696	2.74%	904.5486696	1524.04	0.5935
17	32711	33159	-448.384559	201048.7124	448.3845586	1.37%	-448.3845586	448.38	-1.0000
18	30359	33337	-2978.30017	8870271.879	2978.300166	9.81%	-2978.300166	1713.34	-1.7383
19	30075	31551	-1475.52138	2177163.355	1475.521384	4.91%	-1475.521384	1634.07	-0.9030
20	33073	30444	2628.91834	6911211.618	2628.918336	7.95%	2628.918336	1882.78	1.3963
21	30203	32195	-1991.64353	3966643.935	1991.643526	6.59%	-1991.643526	1904.55	-1.0457

E.8. SUPER 2T API TC

Tabla 7e. Error pronóstico suavización exponencial ajustada a la tendencia para SUPER 2T API TC

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	17912	17912	0	0	0	0.00%	0	0.00	0.0000
2	19132	17924	1208	1459264	1208	6.31%	1208	604.00	2.0000
3	18496	19119.84	-623.84	389176.3456	623.84	3.37%	-623.84	610.61	-1.0217
4	19365	18858.7168	506.2832	256322.6786	506.2832	2.61%	506.2832	584.53	0.8661
5	18391	19530.43914	-1139.43914	1298321.545	1139.439136	6.20%	-1139.439136	695.51	-1.6383
6	19590	18731.11288	858.887121	737687.0871	858.8871213	4.38%	858.8871213	722.74	1.1884
7	18553	19571.1034	-1018.1034	1036534.524	1018.103395	5.49%	-1018.103395	764.94	-1.3310
8	18859	18812.1316	46.8684002	2196.646938	46.86840021	0.25%	46.86840021	675.18	0.0694
9	19800	18811.76321	988.236787	976611.9469	988.2367869	4.99%	988.2367869	988.24	1.0000
10	19478	19747.059	-269.058997	72392.74412	269.0589975	1.38%	-269.0589975	628.65	-0.4280
11	19294	19726.91121	-432.911213	187412.1187	432.9112135	2.24%	-432.9112135	563.40	-0.7684
12	18762	19470.85174	-708.851739	502470.7872	708.8517385	3.78%	-708.8517385	599.76	-1.1819
13	19870	18823.15541	1046.84459	1095883.597	1046.844591	5.27%	1046.844591	689.18	1.5190
14	18297	19697.563	-1400.563	1961576.705	1400.562996	7.65%	-1400.562996	807.74	-1.7339
15	18777	18466.62763	310.372367	96331.00619	310.372367	1.65%	310.372367	736.69	0.4213
16	20232	18520.25129	1711.74871	2930083.657	1711.748713	8.46%	1711.748713	858.57	1.9937
17	18485	20034.12802	-1549.12802	2399797.631	1549.128023	8.38%	-1549.128023	1549.13	-1.0000
18	18409	18831.6352	-422.635197	178620.5099	422.6351971	2.30%	-422.6351971	985.88	-0.4287
19	18304	18299.34949	4.65050575	21.62720376	4.650505753	0.03%	4.650505753	658.80	0.0071
20	18735	18067.46592	667.534075	445601.7413	667.534075	3.56%	667.534075	660.99	1.0099
21	19446	18486.5104	959.489605	920620.3017	959.4896048	4.93%	959.4896048	720.69	1.3314

2F. Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia

F.1. TURBO XV SAE

Tabla 1f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para TURBO XV SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	417418	414770.0081	2647.9919	7011861.033	2647.9919	0.63%	2647.9919	2647.99	1.0000
2	420905	421104.085	-199.085	39634.82218	199.08496	0.05%	-199.085	1423.54	-0.1399
3	424392	425702.8704	-1310.87	1718381.167	1310.8704	0.31%	-1310.87	1385.98	-0.9458
4	427879	427509	369.66786	136654.3251	369.66786	0.09%	369.66786	1131.90	0.3266

F.2. TMAGNUM MOTOR OIL SAE

Tabla 2f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM MOTOR OIL SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	242876	240221.9057	2654.0943	7044216.721	2654.0943	1.09%	2654.0943	2654.09	1.0000
2	245297	249553.9924	-4256.992	18121984.14	4256.9924	1.74%	-4256.992	3455.54	-1.2319
3	247718	251235.8348	-3517.835	12375161.45	3517.8348	1.42%	-3517.835	3476.31	-1.0119
4	250140	247631	2509.2372	6296271.261	2509.2372	1.00%	2509.2372	3234.54	0.7758

F.3. SUPER HD PREMIUM

Tabla 3f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para SUPER HD PREMIUM

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	172241	172266.7925	-25.79247	665.2512825	25.792466	0.01%	-25.79247	25.79	0.0000
2	173453	172171.882	1281.118	1641263.245	1281.118	0.74%	1281.118	653.46	1.9605
3	174665	174960.2438	-295.2438	87168.88518	295.24377	0.17%	-295.2438	534.05	-0.5528
4	175877	176915	-1038.065	1077578.332	1038.0647	0.59%	-1038.065	660.05	-1.5727

F.4. MAGNUM HK SAE

Tabla 4f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM HK SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	95104	95764.039	-660.039	435651.4796	660.039	0.69%	-660.039	660.04	-1.0000
2	95695	94072.07522	1622.9248	2633884.834	1622.9248	1.70%	1622.9248	1141.48	1.4218
3	96285	96637.55868	-352.5587	124297.6256	352.55868	0.37%	-352.5587	878.51	-0.4013
4	96876	96770	106.3866	11318.10863	106.3866	0.11%	106.3866	685.48	0.1552

F.5. MOTORCYCLE MO SAE

Tabla 5f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MOTORCYCLE MO SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	95022	95768.09653	-746.0965	556660.0304	746.09653	0.79%	-746.0965	746.10	-1.0000
2	95889	95068.76992	820.23008	672777.3911	820.23008	0.86%	820.23008	783.16	1.0473
3	96756	95734.08385	1021.9162	1044312.621	1021.9162	1.06%	1021.9162	862.75	1.1845
4	97623	98179.91374	-556.9137	310152.9135	556.91374	0.57%	-556.9137	786.29	-0.7083

F.6. MAGNUM GT SAE

Tabla 6f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para MAGNUM GT SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	90020	89567.64814	452.35186	204622.2089	452.35186	0.50%	452.35186	452.35	1.0000
2	90616	90017.05721	598.94279	358732.4626	598.94279	0.66%	598.94279	525.65	1.1394
3	91212	90570.69152	641.30848	411276.5715	641.30848	0.70%	641.30848	564.20	1.1367
4	91808	92660	-851.9402	725802.0735	851.94018	0.93%	-851.9402	636.14	-1.3392

E.7. TURBO PLUS SAE

Tabla 7f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para TURBO PLUS SAE

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	95175	94529.907	645.093	416144.9762	645.093	0.68%	645.093	645.09	1.0000
2	96155	95478.79519	676.20481	457252.9428	676.20481	0.70%	676.20481	660.65	1.0235
3	97135	96327.14339	807.85661	652632.3027	807.85661	0.83%	807.85661	709.72	1.1383
4	98115	99629	-1514.064	2292390.058	1514.0641	1.54%	-1514.064	910.80	-1.6623

E.8. SUPER 2T API TC

Tabla 8f. Error pronóstico Series de Tiempo con Influencias Estacionales y Tendencia para SUPER 2T API TC

Mes	Demanda	Pronóstico	Error	Error Cuadrado	Error Absoluto	Error Absoluto (%)	Error Acumulado	Desviación Absoluta Media	Señal de Rastreo
1	57853	58301.32824	-448.3282	200998.2096	448.32824	0.77%	-448.3282	448.33	-1.0000
2	58035	57410.54111	624.45889	389948.9064	624.45889	1.08%	624.45889	536.39	1.1642
3	58217	58577.08904	-360.089	129664.1147	360.08904	0.62%	-360.089	477.63	-0.7539
4	58398	58368.60523	29.394767	864.0523148	29.394767	0.05%	29.394767	365.57	0.0804

2G. Resumen error por tipo de pronóstico

Tabla 1g. CFE

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	-1.79	2.92	-4.54	-2.08	4.19	6.69	8.95	6.89
Promedio móvil n=2	15057.50	4116.50	10244.00	8546.00	3671.00	4117.00	3890.00	725.50
Promedio móvil n=3	22959.00	1347.33	11979.33	7664.67	3821.67	5497.67	4275.33	816.00
Suavización exponencial	26815.73	3078.77	10823.63	6069.16	6511.76	8672.47	2499.49	1668.42
Suavización exponencial doble	7195.49	-5994.77	4196.27	2362.70	704.96	425.31	-916.90	744.38
Influencias Estacionales y de Tendencia	1507.70	-2611.50	-77.98	716.71	539.14	840.66	615.09	-154.56

Tabla 2g. \bar{E}

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	-0.09	0.14	-0.22	-0.10	0.20	0.32	0.43	0.33
Promedio móvil n=2	717.02	196.02	487.81	406.95	174.81	196.05	185.24	34.55
Promedio móvil n=3	1093.29	64.16	570.44	364.98	181.98	261.79	203.59	38.86
Suavización exponencial	1276.94	146.61	515.41	289.01	310.08	412.97	119.02	79.45
Suavización exponencial doble	342.64	-285.47	199.82	112.51	33.57	20.25	-43.66	35.45
Influencias Estacionales y de Tendencia	376.93	-652.87	-19.50	179.18	134.78	210.17	153.77	-38.64

Tabla 3g. MSE

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	5213020.11	15391717.44	545165.93	1664587.78	788855.69	552592.72	1531533.08	364188.84
Promedio móvil n=2	10231181.68	27150801.92	1070624.14	2935758.24	1431816.86	845681.19	2885358.45	511593.77
Promedio móvil n=3	7639940.79	22039659.03	1050156.48	2189684.59	1148475.17	824879.02	2480541.76	435728.15
Suavización exponencial	9784893.22	24735046.24	1293179.38	3022356.04	1278109.95	953513.84	2715502.74	709743.09
Suavización exponencial doble	9831713.95	24708101.33	1124266.71	3572849.94	1733622.84	1600461.50	2807524.48	806996.53
Influencias Estacionales y de Tendencia	2226632.84	10959408.39	701668.93	801288.01	645975.74	425108.33	954605.07	180368.82

Tabla 4g. σ

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	2339.59	4020.11	756.59	1322.05	910.11	761.72	1268.11	618.38
Promedio móvil n=2	3194.20	5335.54	935.04	1705.48	1212.98	920.66	1730.20	732.07
Promedio móvil n=3	2017.54	3858.76	815.59	1247.78	866.71	715.06	1300.19	547.21
Suavización exponencial	2587.07	3465.02	936.94	1443.51	989.12	775.85	1380.21	701.50
Suavización exponencial doble	3193.75	5085.07	1067.03	1933.44	1348.75	1296.17	1716.36	919.80
Influencias Estacionales y de Tendencia	2667.16	3747.56	966.98	1012.71	914.92	716.68	1314.13	588.37

Tabla 5g. MAD

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCLE MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	1975.78	3656.76	632.07	1167.54	749.59	629.37	1105.75	534.19
Promedio móvil n=2	2443.64	4216.21	832.00	1451.33	1025.05	670.52	1456.38	569.98
Promedio móvil n=3	22959.00	1347.33	11979.33	7664.67	3821.67	5497.67	4275.33	816.00
Suavización exponencial	26815.73	3078.77	10823.63	6069.16	6511.76	8672.47	2499.49	1668.42
Suavización exponencial doble	2536.10	3909.54	883.88	1559.32	1196.06	1074.38	1447.86	755.88
Influencias Estacionales y de Tendencia	1131.90	3234.54	660.05	685.48	786.29	636.14	910.80	365.57

Tabla 6g. MAPE

PRONÓSTICO	TURBO XV SAE	MAGNUM MOTOR OIL SAE	SUPER HD PREMIUM	MAGNUM HK SAE	MOTORCYCL E MO SAE	MAGNUM GT SAE	TURBO PLUS SAE	SUPER 2T API TC
Regresión lineal	1.5%	4.7%	1.1%	3.8%	2.4%	2.2%	3.6%	2.9%
Promedio móvil n=2	1.8%	5.4%	1.5%	4.6%	3.3%	2.3%	4.8%	3.0%
Promedio móvil n=3	1.5%	5.0%	1.4%	4.0%	2.8%	2.4%	4.2%	2.9%
Suavización exponencial	1.9%	4.5%	1.7%	4.6%	3.2%	2.6%	4.5%	3.7%
Suavización exponencial doble	1.9%	5.1%	1.6%	5.0%	3.9%	3.6%	4.8%	4.0%
Influencias Estacionales y de Tendencia	0.27%	1.31%	0.38%	0.72%	0.82%	0.70%	0.94%	0.63%

ANEXO 3. Cálculo DRP

3A. Tabla de cálculo DRP

CD	DEMANDA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Inventario Promedio
LIMA	RB		3903	3870	3945	4092	4019	4227	3922	3895	4024	4120	3982	3914	2812
	NN		-97	3773	3830	4034	3841	4180	3890	3573	3709	3941	3711	3737	
	ID	4000	97	115	58	178	47	32	322	315	179	271	177	151	
	EOQ			366	369	379	370	386	372	356	363	374	363	365	
	EOQ*			648	648	648	648	648	648	648	648	648	648	648	
	IM			2770	2807	2939	2814	3034	2846	2640	2728	2879	2730	2746	
	#Camiones			12	12	13	12	13	13	12	12	13	12	12	
	RP			3888	3888	4212	3888	4212	4212	3888	3888	4212	3888	3888	
	EP		0	3888	3888	4212	3888	4212	4212	3888	3888	4212	3888	3888	
AREQUIPA	RB		848	840	857	889	873	918	852	846	874	895	865	850	456
	NN		-52	788	673	590	815	761	641	839	741	664	557	759	
	ID	900	52	184	299	58	157	211	7	133	231	308	91	213	
	EOQ			167	155	145	170	164	151	173	162	154	141	164	
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	
	IM			487	440	405	498	476	426	508	468	436	392	475	
	#Camiones			3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	
	RP			972	972	648	972	972	648	972	972	972	648	972	
EP		0	972	972	648	972	972	648	972	972	972	648	972		
CUSCO	RB		305	302	308	319	314	330	306	304	314	322	311	306	272
	NN		-45	257	241	236	226	232	214	194	184	182	169	151	
	ID	350	45	67	83	88	98	92	110	130	140	142	155	173	
	EOQ			96	93	92	90	91	87	83	81	80	78	73	
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	

	IM			298	290	287	282	285	275	265	260	259	252	242	
	#Camiones			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	RP			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	
	EP		0	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	
TRUJILLO	RB		819	812	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821	458
	NN		-41	771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821	
	ID	860	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EOQ			166	172	175	173	178	171	171	173	175	172	171	
	EOQ*			324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324	
	IM			435	455	466	460	476	453	451	461	468	458	452	
	#Camiones			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	RP			771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821	
	EP			771	828	859	843	887	823	818	845	865	836	821	

3B. Tabla de resultados del cálculo DRP

DRP	
Concepto	Valor
Inventario medio	3997
Valorización inventario (\$)	299,794.42
Costo Inventario	44,969.16
Precio unitario x balde(\$)	75
%Tasa de Posesión Inventario	15%
%Representación 8 principales productos	45.37%
Costo Inventario con DRP, prorrateado	99,116.52

Inicialmente se tenía:

Inventario Inicial proyecto	1 400 362.5
Costo Inventario inicial (\$)	210 054.38

Ahorro:

Ahorro (\$)	110 938
-------------	----------------

