

Proyecto Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías
Industriales

Previsión de la demanda de una empresa en el sector
de comercio de electrodomésticos

Autor: Gabriel Esteban Díaz

Tutor: Luis Onieva Giménez

Dpto. Organización Industrial y Gestión de
Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2019



Proyecto Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Previsión de la demanda de una empresa en el sector de comercio de electrodomésticos

Autor:
Gabriel Esteban Díaz

Tutor:
Luis Onieva Giménez
Catedrático de Universidad

Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Proyecto Fin de Carrera: Previsión de la demanda de una empresa en el sector de comercio de electrodomésticos

Autor: Gabriel Esteban Díaz

Tutor: Luis Onieva Giménez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que me han ayudado y apoyado a desarrollar este Trabajo de Fin de Grado y durante todos estos años de carrera:

A mis padres, a mis hermanos y a Andrea, por todo su apoyo incondicional.

A Antonio por proporcionarme los datos necesarios para desarrollar esta investigación.

Y, en especial, a mi tutor Luis Onieva, por su involucración y su ayuda constante en la supervisión de dicho trabajo.

Gabriel Esteban Díaz

Sevilla, 2019

Actualmente, las empresas buscan aumentar su beneficio económico mejorando sus servicios y reduciendo costes en sus áreas de trabajo. Para conseguir dicho fin, las empresas necesitan conocer la futura demanda de los clientes para mejorar la planificación de todas las áreas de la empresa.

El trabajo se basa en el análisis de diferentes métodos de previsión de la demanda, con el objetivo de calcular la previsión de la demanda mensual en el año 2019 de una empresa dedicada de comercio de electrodomésticos.

El proyecto recoge una definición amplia de la previsión de la demanda y de las técnicas que se emplean para la realización de ésta. Luego, se analiza las demandas históricas de las cinco familias de productos agregados, y seguidamente se aplican los seis métodos de previsión a cada una de las familias de productos agregados. Una vez realizado el estudio de la aplicación de los métodos, se comparan los resultados obtenidos para establecer el mejor método para cada familia.

Finalmente, se calculan las previsiones de la demanda de las familias agregadas y posteriormente se desagregan las previsiones de las familias en las de sus productos finales para obtener la demanda futura de cada uno de los productos individualmente.

Abstract

Nowadays, businesses look for increasing their economic gains improving on their services and decreasing costs in their work areas. To achieve that objective, businesses need to understand the customers' future demand to improve the planning of all the business areas.

The Project is grounded on the analysis of different forecasting methods of demand, to execute the prediction of the monthly demand in 2019 of a business which work in the appliances' commerce.

The Project describes a wide definition about the demand forecasting, and also about the methods which are used to do the forecast. Then, the historical demands of the five families of added products are analysed and, in succession, the six forecasting methods are applied to each families of added products. When the study of the demand is executed, the results are compared to determine the best forecasting method for each family.

Finally, the demand forecasts of the added families are performed, and afterwards, the separation of the families on their final products is done to forecast the future demand of each product.

Agradecimientos	vii
Resumen	ix
Abstract	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	xvii
1 Introducción	1
1.1. <i>Objetivos</i>	2
2 Previsión de la Demanda	3
2.1. <i>Introducción</i>	3
2.1.1 Los ocho pasos de un sistema de previsión	4
2.2. <i>Tipos de previsión de la demanda</i>	4
2.2.1 Pronósticos Cualitativos	4
2.2.2 Pronósticos Cuantitativos	5
2.3. <i>Métodos estadísticos de extrapolación</i>	6
2.3.1 Demanda Nivelada	6
2.3.2 Demanda con Tendencia Lineal	8
2.3.3 Demanda Estacional	10
2.3.4 Error de previsión	12
3 Metodología	13
3.1. <i>Objetivos de la previsión de la demanda</i>	13
3.2. <i>Recopilación de información histórica</i>	13
3.3. <i>Horizonte</i>	13
3.4. <i>Elección del método de previsión</i>	13
3.5. <i>Estimación de resultados</i>	13
4 El sector y la empresa	15
4.1. <i>El sector del comercio de electrodomésticos</i>	15
4.1.1 Situación actual del sector en España	15
4.2. <i>La empresa</i>	16
4.2.1 Productos	16
5 Estudio de la previsión de la demanda	19
5.1. <i>Datos históricos</i>	19
5.2. <i>Familia de productos Menaje</i>	24
5.2.1 Método de las Medias Móviles Simples	24
5.2.2 Método de Ajuste Exponencial Simple	25
5.2.3 Método de las Medias Móviles Dobles	26
5.2.4 Método de Ajuste Exponencial Doble	27
5.2.5 Método de Holt Lineal	28
5.2.6 Método de Holt-Winters	29
5.2.7 Comparación de todos los métodos de previsión	30
5.2.8 Desagregación de la familia Menaje en los productos finales	32
5.3. <i>Familia de productos PAE</i>	33
5.3.1 Método de las Medias Móviles Simples	33

5.3.2	Método de Ajuste Exponencial Simple.....	34
5.3.3	Método de las Medias Móviles Dobles.....	35
5.3.4	Método de Ajuste Exponencial Doble	36
5.3.5	Método de Holt Lineal	37
5.3.6	Método de Holt-Winters	38
5.3.7	Comparación de todos los métodos de previsión	39
5.3.8	Desagregación de la familia PAE en los productos finales	41
5.4.	<i>Familia de productos Ventilación</i>	42
5.4.1	Método de las Medias Móviles Simples	42
5.4.2	Método de Ajuste Exponencial Simple.....	43
5.4.3	Método de las Medias Móviles Dobles.....	44
5.4.4	Método de Ajuste Exponencial Doble	45
5.4.5	Método de Holt Lineal	46
5.4.6	Método de Holt-Winters	47
5.4.7	Comparación de todos los métodos de previsión	48
5.4.8	Desagregación de la familia Ventilación en los productos finales	49
5.5.	<i>Familia de productos Calefacción</i>	50
5.5.1	Método de las Medias Móviles Simples	50
5.5.2	Método de Ajuste Exponencial Simple.....	51
5.5.3	Método de las Medias Móviles Dobles.....	52
5.5.4	Método de Ajuste Exponencial Doble	53
5.5.5	Método de Holt Lineal	54
5.5.6	Método de Holt-Winters	55
5.5.7	Comparación de todos los métodos de previsión	56
5.5.8	Desagregación de la familia Calefacción en los productos finales	58
5.6.	<i>Familia de productos Línea Blanca</i>	59
5.6.1	Método de las Medias Móviles Simples	59
5.6.2	Método de Ajuste Exponencial Simple.....	60
5.6.3	Método de las Medias Móviles Dobles.....	61
5.6.4	Método de Ajuste Exponencial Doble	62
5.6.5	Método de Holt Lineal	63
5.6.6	Método de Holt-Winters	64
5.6.7	Comparación de todos los métodos de previsión	65
5.6.8	Desagregación de la familia Línea Blanca en los productos finales	68
6	Conclusiones	69
	Referencias	71
	Glosario	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variación de la venta total, en millones de euros, de electrodomésticos en España	16
Tabla 2: Demanda histórica en Uds. de la familia de productos Menaje	20
Tabla 3: Demanda histórica en Uds. de la familia de productos PAE	21
Tabla 4: Demanda histórica en Uds. de las familias de productos Ventilación y Calefacción.	22
Tabla 5: Demanda histórica en Uds. de la familia de productos Línea Blanca	23
Tabla 6: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Menaje	24
Tabla 7: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Menaje	25
Tabla 8: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Menaje	26
Tabla 9: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Menaje	27
Tabla 10: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Menaje	28
Tabla 11: ECM del método de Holt- Winters de la familia de productos Menaje	29
Tabla 12: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Menaje	31
Tabla 13: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Menaje según método de Holt-Winters	31
Tabla 14: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Menaje	32
Tabla 15: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos PAE	33
Tabla 16: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos PAE	34
Tabla 17: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos PAE	35
Tabla 18: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos PAE	36
Tabla 19: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos PAE	37
Tabla 20: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos PAE	38
Tabla 21: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos PAE	40
Tabla 22: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos PAE según método de Holt-Winters	40
Tabla 23: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos PAE	41
Tabla 24: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Ventilación	42
Tabla 25: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Ventilación	43
Tabla 26: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Ventilación	44
Tabla 27: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Ventilación	45
Tabla 28: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Ventilación	46
Tabla 29: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Ventilación	47
Tabla 30: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Ventilación	49
Tabla 31: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Ventilación según método Holt-Winters	49
Tabla 32: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Calefacción	50

Tabla 33: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Calefacción	51
Tabla 34: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Calefacción	52
Tabla 35: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Calefacción	53
Tabla 36: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Calefacción	54
Tabla 37: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Calefacción	55
Tabla 38: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Calefacción	57
Tabla 39: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Calefacción según método Holt-Winters	58
Tabla 40: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Calefacción	58
Tabla 41: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Línea Blanca	59
Tabla 42: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Línea Blanca	60
Tabla 43: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Línea Blanca	61
Tabla 44: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Línea Blanca	62
Tabla 45: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Línea Blanca	63
Tabla 46: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Línea Blanca	64
Tabla 47: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Línea Blanca	66
Tabla 48: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Línea Blanca según método Holt-Winters	67
Tabla 49: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Línea Blanca	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida de un producto.	5
Figura 2: Ejemplo de demanda nivelada.	6
Figura 3: Ejemplo de demanda con tendencia positiva.	8
Figura 4: Ejemplo de demanda con tendencia negativa.	8
Figura 5: Ejemplo de demanda estacional.	11
Figura 6: Evolución de las ventas en el sector Hogar, en millones de euros.	15
Figura 7: Demanda de la familia de productos Menaje	24
Figura 8: Previsión de la familia de productos Menaje según método de las Medias Móviles Simples	25
Figura 9: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Ajuste Exponencial Simple	25
Figura 10: Previsión de la familia de productos Menaje según método de las Medias Móviles Dobles	26
Figura 11: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Ajuste Exponencial Doble	27
Figura 12: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Holt Lineal	28
Figura 13: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Holt-Winters	29
Figura 14: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Menaje	30
Figura 15: Demanda de la familia de productos PAE	33
Figura 16: Previsión de la familia de productos PAE según método de las Medias Móviles Simples	34
Figura 17: Previsión de la familia de productos PAE según método de Ajuste Exponencial Simple	35
Figura 18: Previsión de la familia de productos PAE según método de las Medias Móviles Dobles	35
Figura 19: Previsión de la familia de productos PAE según método de Ajuste Exponencial Doble	36
Figura 20: Previsión de la familia de productos PAE según método de Holt Lineal	37
Figura 21: Previsión de la familia de productos PAE según método de Holt-Winters	38
Figura 22: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos PAE	39
Figura 23: Demanda de la familia de productos Ventilación	42
Figura 24: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de las Medias Móviles Simples	43
Figura 25: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Ajuste Exponencial Simple	44
Figura 26: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de las Medias Móviles Dobles	44
Figura 27: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Ajuste Exponencial Doble	45
Figura 28: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Holt Lineal	46
Figura 29: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Holt-Winters	48
Figura 30: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Ventilación	48
Figura 31: Demanda de la familia de productos Calefacción	50
Figura 32: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de las Medias Móviles Simples	51

Figura 33: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Ajuste Exponencial Simple	52
Figura 34: Previsión de la familia Calefacción de productos según método de las Medias Móviles Dobles	53
Figura 35: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Ajuste Exponencial Doble	54
Figura 36: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Holt Lineal	55
Figura 37: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Holt-Winters	56
Figura 38: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Calefacción	56
Figura 39: Demanda de la familia de productos Línea Blanca	59
Figura 40: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de las Medias Móviles Simples	60
Figura 41: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Ajuste Exponencial Simple	61
Figura 42: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de las Medias Móviles Dobles	62
Figura 43: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Ajuste Exponencial Doble	63
Figura 44: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Holt Lineal	64
Figura 45: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Holt-Winters	65
Figura 46: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Línea Blanca	65

1 INTRODUCCIÓN

La previsión de la demanda trata de estimar y analizar las futuras ventas para un producto específico, un componente o un servicio, a través de diferentes métodos de previsión (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009).

La previsión de la demanda es un factor esencial para cualquier proveedor, fabricante, minorista o mayorista (Poler, Mula, Peidro, & Tomás Miquel, 2006) ya que ayuda a la planificación y operación de los procesos en una empresa, sobre todo en aquellas actividades que se presentan en la logística, en la cadena de suministro (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009) en la gestión de inventarios, en la toma de decisiones para la producción (Babiloni, Cardós, Albarracín, & Palmer, 2007) y en otros procesos operativos de la empresa, como aprovisionamiento o planes de distribución (Rivera, 1993). Además, debido a que los negocios deben anticiparse y planificar acciones ante una futura demanda, es muy importante para la toma de decisiones en las diferentes áreas de la empresa: marketing, gestión de inventarios (Poler, Mula, Peidro, & Tomás Miquel, 2006), ventas, producción, compras, finanzas o contabilidad. (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009), (Contreras, 1974).

Una previsión de la demanda adecuada puede dotar a la empresa de una valiosa información sobre su potencial en el mercado al que pertenece y en otros mercados similares, de tal modo que los directores y gerentes pueden tomar decisiones sobre los precios de sus productos, estrategias para el crecimiento de su empresa o potenciar el mercado (Rivera, 1993). También significa saber cuándo variar de personal y otros recursos para mantener el correcto funcionamiento de la producción. (Nojek, Britos, Rossi, & García, 2003).

Rivera (1993) asegura que las principales complicaciones para aumentar la previsión son: la baja comunicación y formación de gerentes y vendedores, y el riesgo o error de previsión.

Grandes errores en la exactitud de las predicciones de las futuras ventas pueden incidir negativamente en el cálculo del tamaño del lote, en el nivel de servicio al cliente, en los costes de gestión de almacenamiento e inventario, o en un aumento de tiempo de entrega de lotes retrasados por falta de existencias en el almacén (Babiloni, Cardós, Albarracín, & Palmer, 2007). Asimismo, el empleo de los métodos más sofisticados de predicción no lleva necesariamente a pronósticos más exactos (Rivera, 1993). Esa inexactitud radica, entre otras cuestiones, en una falta de comunicación entre las distintas áreas de la empresa y los gestores y directores del negocio. También incluyen factores externos a la empresa que pueden afectar a la demanda, tales como períodos de crisis, eventos internacionales, o la introducción de productos nuevos en el mercado. Dichos cambios externos también se deberían tener en cuenta a la hora de calcular las previsiones de ventas futuras (Hoyos & Poler, 2013). Esos errores en la predicción pueden llegar a causar el cierre del negocio debido a malos resultados (Filholino, Inácio, Fagundes, Rodrigues, & Jacobavicius, 2015). En resumen, la aleatoriedad es un carácter muy importante en la demanda, y es la causa principal que provoca grandes dificultades a la hora de realizar el cálculo de la previsión de la demanda (Soret & Giménez, 2013).

Es primordial una previsión de la demanda con poco margen de error, pues así mejora la eficiencia de los principales procesos de la cadena de suministros: gestión de stocks, aprovisionamiento, transporte, inventario, fabricación, nivel de servicio al cliente, etc. (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009), y ello repercute en una reducción de riesgos y costes en la empresa para asumir la demanda de los clientes, obteniendo resultados positivos. Si se consiguen pronósticos precisos, provocarán beneficios en la empresa e incluso oportunidades para una expansión del negocio en el futuro (Filholino, Inácio, Fagundes, Rodrigues, & Jacobavicius, 2015).

1.1. Objetivos

Los objetivos principales del proyecto son interpretar y analizar el tipo de demanda de una empresa dedicada al comercio de electrodomésticos, y posteriormente obtener un método efectivo para calcular la previsión de las ventas y demanda de productos de la empresa.

Se pretende predecir la demanda anual del año venidero, año 2019, a raíz de los datos históricos de las ventas desde 2014 hasta 2018 proporcionados por la empresa, con el fin de ayudar y colaborar con la empresa al correcto control y programación de operaciones y producción de sus procesos industriales gracias a dicho pronóstico de la demanda.

El proyecto se divide en cuatro bloques:

- 1) La introducción donde se expondrán los objetivos del trabajo.
- 2) En segundo lugar, se desarrollará la definición de la previsión de la demanda, donde se explicará y se expondrán los objetivos principales que implica, además de las diferentes técnicas o métodos que pueden utilizarse para la predicción.
- 3) Acto seguido, se analizarán el sector y la empresa que ha proporcionado los datos históricos de la demanda, y a la que se preverá la demanda para el año 2019.
- 4) Por último, se realizará un estudio de la previsión de la demanda de la empresa para el año 2019 mediante los diferentes métodos de previsión de la demanda, y posteriormente comparar dichas técnicas de previsión entre sí para poder analizar y afirmar cuál es el método más eficiente para pronosticar la demanda.

Con ello se propone a la empresa utilizar dicho método para obtener una mejoría eficiente en su producción y en sus ventas, para conseguir un mayor beneficio en el futuro.

2 PREVISIÓN DE LA DEMANDA

2.1. Introducción

Se puede definir el concepto previsión o pronóstico de la siguiente manera:

“La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro.” (Chapman, 2006).

La previsión puede ejecutarse a partir de datos históricos. Además, existe una predicción subjetiva y otra intuitiva, o puede ser una composición de estas dos (Heizer & Render, 1998).

El objetivo principal de las previsiones de una empresa es poder planificar y tomar decisiones gracias al conocimiento de lo que ocurrirá en el futuro. Con los resultados pronosticados, la empresa es capaz de gestionar la política de inventarios, la política de compras y ventas, el tamaño de los lotes de productos, los stocks de seguridad, etc. (Onieva, Escudero, Cortés, Muñuzuri, & Guadix, 2017).

Chapman (2006) explica las características esenciales de los pronósticos:

- Los pronósticos casi siempre son incorrectos. Es fundamental centrarse en el error que se calcula que deriva del pronóstico, y no si el pronóstico es bueno o no.
- Los pronósticos son más precisos para grupos o familias de artículos. Los errores respecto a los artículos individuales suelen desaparecer entre sí cuando se agregan para formar familias o grupos de productos. En general, es más acertado prever las ventas de una familia que de artículos separados.
- Los pronósticos son más exactos cuando se realizan para períodos cortos. Las ventas de períodos futuros más largos suelen ser menos confiables que aquellos con una longitud más corta.
- Todo pronóstico incluye un error de aproximación. Una previsión correcta viene acompañada siempre de una estimación del error.
- Los pronósticos no sustituyen la demanda calculada. Para calcular una predicción de la demanda, es muy importante utilizar datos reales cuando esté en disposición.

Según Pascual (1990), las predicciones habitualmente se clasifican según el horizonte de tiempo futuro que trabajan:

- Previsión a corto plazo. Tiene un alcance de hasta un año natural, aunque normalmente es inferior a tres meses. Se utiliza para planificar compras, programar tareas, mano de obra, etc.
- Previsión a medio plazo. Frecuentemente posee una longitud temporal entre tres meses y tres años. Se usa frecuentemente en la planificación de ventas, producción, o control del presupuesto.
- Previsión a largo plazo. Comprende una etapa superior a tres años, y se emplean en la planificación de nuevos productos, expansión de la empresa, o en I+D.

Además, Heizer y Render (1998) explica que las empresas o negocios utilizan tres tipos de previsiones en la programación de operaciones futuras:

- Previsiones económicas. Se centran en las tasas de inflación, volumen monetario, y otras actividades dentro del tema económico.
- Previsiones tecnológicas. Referidos al avance tecnológico, mediante I+D, por ejemplo.
- Previsiones de la demanda. Dirigidas a la predicción de ventas de productos o servicio del negocio.

2.1.1 Los ocho pasos de un sistema de previsión

Según relatan Heizer y Reder (1998) en su libro, los pronósticos siempre llevan un mismo proceso, sea cual sea el método de previsión:

- 1) Definir los objetivos principales de la previsión de la demanda.
- 2) Elegir los productos o familias de productos de los que se hará la previsión.
- 3) Establecer el horizonte temporal de la predicción.
- 4) Escoger los métodos de previsión que se van a utilizar.
- 5) Agrupar los datos o información necesaria para llevar a cabo el pronóstico.
- 6) Corroborar el modelo de previsión.
- 7) Efectuar la previsión de la demanda.
- 8) Interpretar y aplicar los resultados.

2.2. Tipos de previsión de la demanda

En la actualidad, existen dos tipos de previsiones de la demanda: cualitativos y cuantitativos, los cuales se analizarán a continuación.

2.2.1 Pronósticos Cualitativos

Los pronósticos cualitativos son aquellos datos que se prevén a partir de una información sin estructura analítica definida. Es útil cuando no se tienen datos históricos de ventas anteriores. Se relaciona con el presentimiento en la toma de decisiones o experiencias personales con el producto (Heizer & Render, 1998). Es común cuando se quiere pronosticar las ventas a corto o medio plazo, y no se poseen información sobre la demanda histórica (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009).

Larrañeta, Onieva y Lozano (1995) clasifican los métodos de previsión cualitativos de la siguiente manera:

- Individual. Están basados en opiniones de personas relacionadas con el sector de la empresa.
- Grupos. Comités que analizan el problema.
- Método Delphi. Utilizan grupos de expertos para desarrollar la información. Se van realizando una serie de opiniones individuales hasta que se llega a un acuerdo final o consenso común entre todos los expertos en el sector.
- Investigación de mercado. Se refieren a los tradicionales cuestionarios que se envían a clientes potenciales del mercado. Suele ser un método caro, y normalmente lento.
- Analogías de productos. Se utiliza cuando el producto o servicio es novedoso. Se trata de vincular la demanda del nuevo producto o servicio a uno del pasado con características similares, y analizar su comportamiento a lo largo de su ciclo de vida.

Los métodos de previsión de tipo cualitativo, ya que se utilizan cuando no se posee información histórica del producto, se aplican sobre todo en la etapa de introducción o de lanzamiento de un producto nuevo (Onieva, Escudero, Cortés, Muñuzuri, & Guadix, 2017).

Las variables de pronósticos cualitativos pueden ser de muchos tipos o de distinta naturaleza: precio, forma de pago, invertir en publicidad, número de clientes, marketing, logística de transporte y almacenamiento. La información histórica pocas veces se usará en estos pronósticos (Pascual, 1990).

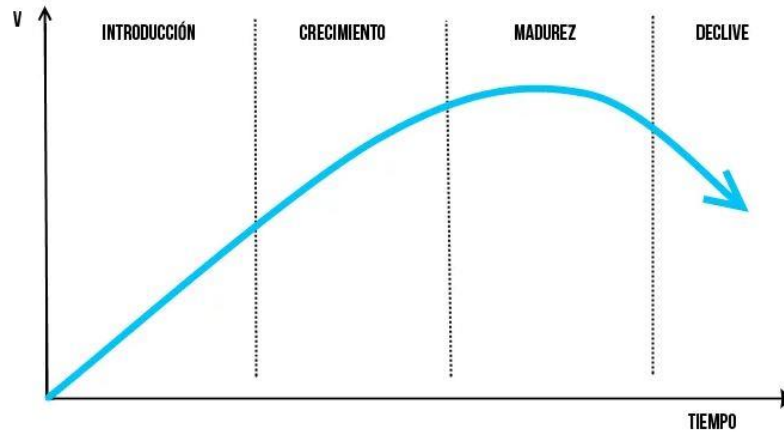


Figura 1: Ciclo de vida de un producto.

Fuente: Estrategia Magazine. Administración, Marketing y Tecnología

El modelo que se emplea es el de regresión lineal múltiple. Es similar a la regresión lineal simple, pero trabaja con dos o más variables independientes. Por desgracia, las organizaciones o negocios pocas veces poseen información o recursos suficientes para poder aplicar el método de regresión múltiple (Pascual, 1990).

2.2.2 Pronósticos Cuantitativos

Los modelos de pronósticos cuantitativos se utilizan cuando se dispone de información pasada sobre el artículo que se pronosticará. Estos modelos se relacionan con la etapa de crecimiento y la de madurez en el ciclo de vida del producto (Larrañeta, Onieva, & Lozano, 1995), tal y como se muestra en la Figura 1.

Dentro de los pronósticos cuantitativos se pueden encontrar dos categorías: el método casual y las series de tiempo (Chapman, 2006).

2.2.2.1 Métodos Causales

Los métodos causales introducen factores o componentes que pueden tener consecuencias en la predicción de la demanda. Un ejemplo de método casual sería la técnica de regresión lineal (Heizer & Render, 1998).

Estos modelos pocas veces se utilizan para un producto o artículo, más bien suele destinarse en mercados o industrias completas. Además, su práctica puede causar un coste excesivo a lo largo del tiempo (Chapman, 2006).

Los métodos causales también se utilizan en series temporales, que se explicará a continuación.

2.2.2.2 Series Temporales

Chapman (2006) enuncia que las previsiones de series temporales son de las más empleadas a la hora de calcular una predicción de ventas de productos o familia de productos. La característica principal en ellos es que la demanda histórica de productos sigue una serie o pauta, y dicha serie podrá emplearse para calcular previsiones de las futuras ventas, suponiendo sigue el mismo patrón. Eso significa que la principal variable independiente en el método de predicción es el tiempo.

El proyecto se centra en el estudio de la previsión de la demanda utilizando los pronósticos de Series de Tiempo.

2.3. Métodos estadísticos de extrapolación

Como se ha explicado en el punto anterior, las series temporales se pueden interpretar como un cúmulo de puntos que dependen del tiempo (Onieva, Escudero, Cortés, Muñuzuri, & Guadix, 2017).

Heizer y Render (1998) comentan que una serie de tiempo suele tener alguno de los siguientes cinco factores: regular o nivelada, tendencia, estacionalidad, ciclos o variaciones aleatorias.

La demanda estacionaria o nivelada es una serie de puntos que posee una tendencia constante a lo largo del tiempo (Chatfield, 2000).

La tendencia es un movimiento creciente o decreciente, con naturaleza lineal o no lineal (Francos, 2019).

La estacionalidad es una serie de puntos que se repite a lo largo del tiempo cada cierto número de períodos (Onieva, Escudero, Cortés, Muñuzuri, & Guadix, 2017).

Los ciclos se refieren a los cambios o modificaciones en los datos a lo largo de un número de años (Heizer & Render, 1998).

Las variaciones aleatorias o tendencia irregular se definen como los cambios inesperados en los datos originados por el azar o por eventos externos que muy difíciles de demostrar (Francos, 2019).

El proyecto se centrará en los métodos de previsión según la demanda sea nivelada, con tendencia lineal, o estacionaria.

2.3.1 Demanda Nivelada

Se denomina demanda nivelada a aquella que presenta un patrón de movimiento constante a lo largo de un período de tiempo.

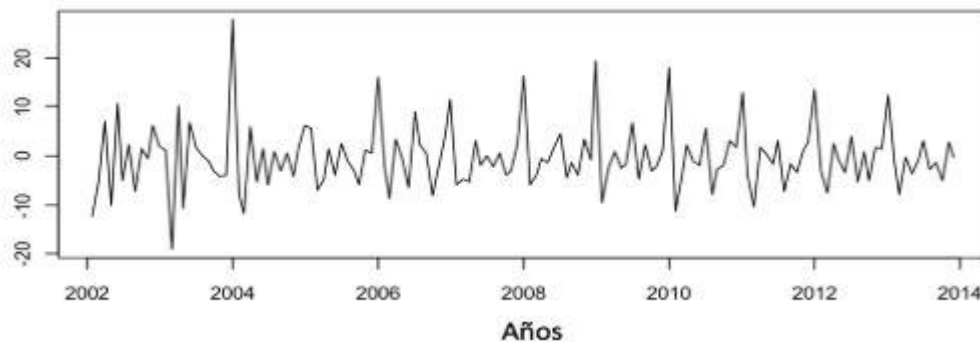


Figura 2: Ejemplo de demanda nivelada.

Fuente: Revista Espacios

Dentro de los pronósticos con demanda nivelada, se pueden utilizar los siguientes métodos de previsión: Medias Móviles Simples y Ajuste Exponencial Simple.

2.3.1.1 Medias Móviles Simples

El método de medias móviles simples trata de promediar la demanda pasada más reciente para poder calcular la previsión de una demanda futura. El modelo consigue suavizar las fluctuaciones que puedan ocurrir en un corto período (Heizer & Render, 1998).

La singularidad del método de medias móviles simples es que, a medida que se va avanzando en el tiempo e insertando nuevos datos o información, se elimina aquel dato más antiguo (Riggs, 1999), lo que provoca que los datos históricos más recientes es más importante de cara a la realización de la previsión para este método. Esos datos recientes pueden mostrar las características de la demanda mejor que otros datos con más años de antigüedad (Vollmann, Berry, Whybark, & Jacobs, 2006).

Si se aumenta el número de períodos, incrementa la suavización de los datos, pero la sensibilidad de la previsión se centrará en los valores de la demanda recientes al pronóstico (Riggs, 1999).

Heizer y Render (1998) confirman que el modelo de media móvil simple es práctico para aquellas series de tiempo que presenten una demanda estable o nivelada. Pero no es un correcto modelo para percibir tendencias en la serie, ya que no posee la capacidad de presentir cambios en la demanda. Además, las medias móviles simples necesitan un gran número de información histórica.

Según Onieva et al. (2017), el modelo de medias móviles simples para N períodos se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$D_{t+1} = M_t = \frac{\sum_{i=t-N+1}^t D_i}{N}$$

Otra forma de expresarla sería:

$$D_{t+1} = M_t = M_{t-1} + \frac{D_t - D_{t-N}}{N}$$

2.3.1.2 Ajuste Exponencial Simple

El método de ajuste exponencial simple o alisado exponencial simple se controlan las fluctuaciones aleatorias de la demanda incluyendo una constante de atenuación que se denomina Alfa (α), y ésta se centra mucho más en los datos recientes (Riggs, 1999). Cuanto más reciente sea la información, más peso tendrá en la previsión de la demanda futura (Filholino, Inácio, Fagundes, Rodrigues, & Jacobavicius, 2015).

El método de ajuste exponencial simple se presenta como la siguiente expresión matemática:

$$D_t = S_t = S_{t-1} + \alpha \cdot (D_{t-1} - S_{t-1}) = \alpha \cdot D_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1} \quad \text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

Como se observa en la fórmula anterior, la demanda depende de un elemento ponderado del error entre la demanda y la previsión, ambos del período anterior.

El valor de Alfa siempre se establece en el rango entre cero y uno. Si Alfa es nulo, entonces no se suma el error del período anterior, y la previsión sería siempre constante. En cambio, si Alfa fuera uno, se sumaría el error por completo, y no se implementaría ninguna suavización. Cuanto más alto sea el valor de Alfa, más considerable será el error del pronóstico agregado (Chapman, 2006).

El valor inicial del estimador insesgado S_0 se estimará como:

$$S_0 = \frac{\sum_{i=1}^N D_i}{N}$$

La previsión de la demanda para cualquier período futuro mayor que t será:

$$D_{t+\tau}(t) = S_t$$

El modelo de ajuste exponencial simple responde correctamente a aquellas series temporales con demanda nivelada debido a, como se muestra en la fórmula anterior, la previsión de la demanda para un período futuro será constante a lo largo del tiempo.

2.3.2 Demanda con Tendencia Lineal

Una serie temporal con demanda con tendencia se caracteriza por seguir el siguiente modelo:

$$D_t = D + pt + \varepsilon_t$$

Donde:

- D es la componente permanente.
- p es la pendiente o tendencia.
- ε_t es el factor aleatorio

La pendiente o tendencia puede ser tanto positiva o creciente como negativa o decreciente, según el patrón que tenga la serie temporal.

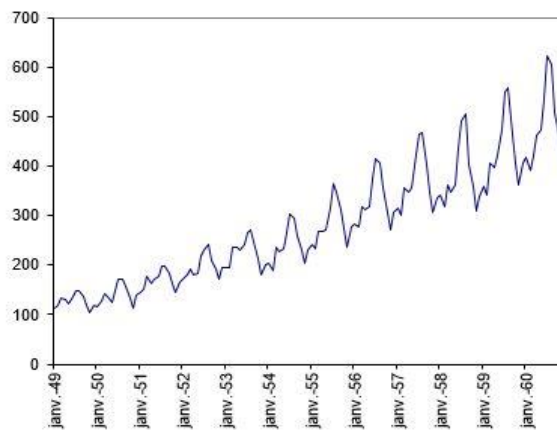


Figura 3: Ejemplo de demanda con tendencia positiva.

Fuente: XLSTAT

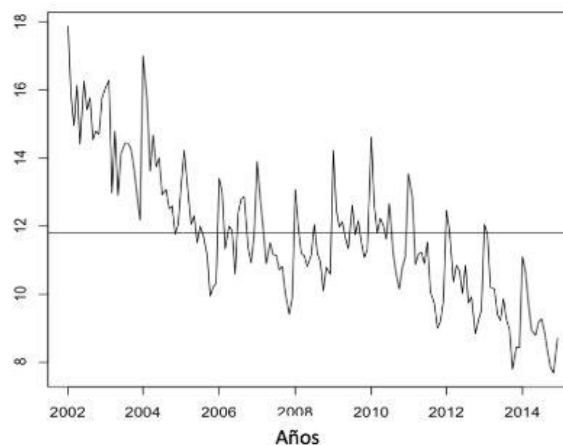


Figura 4: Ejemplo de demanda con tendencia negativa.

Fuente: Revista Espacios

Se pueden utilizar, entre otros, tres métodos de previsión que tienen una estructura de demanda con tendencia: Medias Móviles Dobles, Ajuste Exponencial Doble y método de Holt Lineal.

2.3.2.1 Medias Móviles Dobles

El método de las medias móviles dobles puede considerarse más preciso que el de las medias móviles simples, pero aun así sigue tomando con gran importancia aquellos valores de pasado reciente. En este método, se aplica dos veces la fórmula del promedio, primero para los datos históricos reales, y después para el promedio de éstos últimos (Filholino, Inácio, Fagundes, Rodrigues, & Jacobavicius, 2015).

Según Larrañeta, Onieva y Lozano (1995), el promedio de N períodos al término del período t será:

$$M_t = \frac{\sum_{i=t-N+1}^t D_i}{N}$$

Por lo tanto, la media móvil de las medias móviles $M_t^{[2]}$ sería:

$$M_t^{[2]} = \frac{\sum_{i=t-N+1}^t M_i}{N}$$

O también se puede calcular como:

$$M_t^{[2]} = M_{t-1}^{[2]} + \frac{M_t - M_{t-N}}{N}$$

Finalmente, la previsión de la demanda se calcularía de la siguiente manera:

$$D_t = 2 \cdot M_t - M_t^{[2]}$$

Y la pendiente se calcularía como:

$$p = \frac{2}{N-1} \cdot (M_t - M_t^{[2]})$$

La previsión de la demanda para cualquier período $t + \tau$ mayor que t será:

$$D_{t+\tau}(t) = D_t + p \cdot \tau = 2 \cdot M_t - M_t^{[2]} + \tau \cdot \left(\frac{2}{N-1} \cdot (M_t - M_t^{[2]}) \right)$$

El método de medias móviles dobles se usa en las series temporales con demanda con tendencia lineal. Se puede observar que, una vez que se haya calculado la demanda para un período, los siguientes períodos se calcularían añadiendo la pendiente o tendencia de la demanda histórica multiplicada por el período que se quiera pronosticar.

2.3.2.2 Ajuste Exponencial Doble

El modelo de ajuste exponencial doble es apto en aquellas series de tiempo que siguen una demanda con tendencia, ya sea positiva o negativa, y no poseen estacionalidad alguna (Chopra & Meindl, 2013).

Onieva et al. (2017) desarrollan la fórmula según el siguiente procedimiento:

La estimación del factor de la primera suavización es:

$$S_t = S_{t-1} + \alpha \cdot (D_{t-1} - S_{t-1}) = \alpha \cdot D_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1}$$

Acto seguido, se calcula la segunda atenuación:

$$S_t^{[2]} = \alpha \cdot S_t + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1}^{[2]}$$

La demanda prevista para el período t se expresa así:

$$D_t = 2 \cdot S_t - S_t^{[2]}$$

Y la pendiente será:

$$p = \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot (S_t - S_t^{[2]}) \quad \text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

Para calcular la previsión de la demanda en $t + \tau$, hay que aplicar la siguiente fórmula.

$$D_{t+\tau}(t) = D_t + p \cdot \tau = 2 \cdot S_t - S_t^{[2]} + \tau \cdot \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot (S_t - S_t^{[2]})\right) \quad \text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

La previsión de la demanda calculada mediante este modelo, al usarse solo una constante de alisamiento, tiende a ser muy sensible a cambios bruscos y aleatorios (Francos, 2019).

2.3.2.3 Método de Holt Lineal

El método de Holt lineal posee unas características similares al modelo de ajuste exponencial doble, ya que se utiliza en aquellos productos o servicios que se caracterizan por tener una demanda con tendencia.

La previsión de la demanda para el período $t + \tau$ se desarrolla en la siguiente expresión

$$D_{t+\tau}(t) = S_t + P_t \cdot \tau$$

Tanto el componente de la ordenada como de la pendiente de la anterior fórmula se calcularían de la siguiente manera:

$$S_t = \alpha \cdot D_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + P_{t-1}) \quad \text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$P_t = \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot P_{t-1} \quad \text{con } 0 \leq \beta \leq 1$$

Como se puede observar, las fórmulas dependen de dos factores, Alfa y Beta. Alfa es la constante de alisamiento asociada al nivel de previsión, y Beta es la constante de alisamiento de la tendencia o pendiente (Filholino, Inácio, Fagundes, Rodrigues, & Jacobavicius, 2015).

2.3.3 Demanda Estacional

Para Onieva et al. (2017), una serie temporal con demanda estacional se identifica por seguir la siguiente expresión:

$$D_t = (D + p \cdot t) \cdot F_t + \varepsilon_t$$

Donde:

D : es la componente permanente.

p : es la pendiente o tendencia.

F_t : es el factor estacional o factor multiplicativo.

ε_t : es la componente aleatoria.

Aquellas series de tiempo que se caracterizan por tener una demanda estacional, siguen un patrón que se repite cada cierto tiempo. Ese rango de tiempo se denomina estación.

Una estación debe tener una longitud de L períodos, de tal manera que la suma de todos los factores estacionales de una estación sea igual a L :

$$\sum_{t=1}^L F_t = L$$

Para determinar la previsión, es fundamental seguir tres etapas dentro de una iteración: una para la componente permanente o nivel de la demanda D , otra para la pendiente o factor de tendencia p , y otra para el factor estacionalidad F_t .

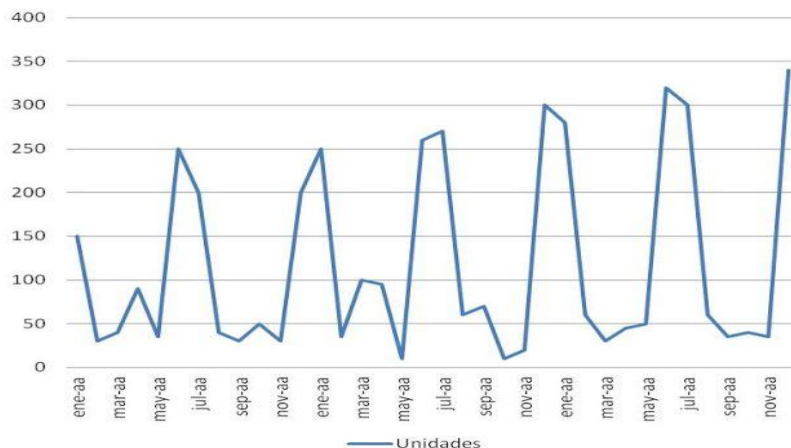


Figura 5: Ejemplo de demanda estacional.

Fuente: Cognos Útil

El método más común que se utiliza para calcular la previsión de la demanda en productos que siguen una demanda estacionaria es el método de Holt-Winters.

2.3.3.1 Método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters, que también se puede denominar método de triple ajuste exponencial, es apropiado utilizarlo cuando la serie temporal posee un nivel de tendencia y un factor estacional (Francos, 2019).

Larrañeta et al. (1995) explican cómo se calcula la previsión de la demanda mediante el método de Holt-Winters:

Primero se estima la componente permanente:

$$S_t = \alpha \cdot \frac{D_t}{F_{t-L}} + (1 - \alpha) \cdot (S_{t-1} + P_{t-1}) \quad \text{con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

Luego, se calcula la pendiente:

$$P_t = \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot P_{t-1} \quad \text{con } 0 \leq \beta \leq 1$$

Después se obtiene el factor estacional:

$$\bar{F}_t = \gamma \cdot \frac{D_t}{S_t} + (1 - \gamma) \cdot F_{t-L} \quad \text{con } 0 \leq \gamma \leq 1$$

Cada cierto número de L períodos, se normalizan los factores de estacionalidad:

$$F_t = L \cdot \frac{\bar{F}_t}{\sum_{i=1}^L \bar{F}_i}$$

Finalmente, la previsión de la demanda para un tiempo futuro $t + \tau$ se calcula de la siguiente manera:

$$D_{t+\tau}(t) = (S_t + P_t \cdot \tau) \cdot F_{t+\tau-L}$$

Como se puede ver en las fórmulas anteriores, la atenuación del nivel de la serie temporal, la estimación de la tendencia y la estimación de la estacionalidad se calculan con expresiones diferentes, que a su vez cada una de ellas depende de una constante de alisamiento diferente: Alfa como constante de suavizamiento del nivel, Beta como constante de alisamiento del factor tendencia, y Gamma es la constante de suavizamiento de la estacionalidad.

Este modelo, al poseer tres constantes de suavizamiento, consigue que la curva de la previsión se ajuste con mucha más precisión a la demanda histórica de los productos que los demás modelos, pero es difícil estimar cuáles son los valores óptimos de las constantes que hacen que las previsiones tengan un error mínimo respecto a la demanda real, ya que existen muchas combinaciones posibles de los valores de las constantes.

2.3.4 Error de previsión

El error de previsión se puede describir como la diferencia entre el valor de la previsión de la demanda y la demanda histórica de un producto o servicio (Corres, Esteban, García, & Zárate, 2009):

$$e_t = D_t - M_t$$

Siendo:

e_t : El error de previsión en t .

D_t : La demanda histórica o real en t .

M_t : La previsión de la demanda en t .

Francos (2019) afirma que el error de previsión se emplea para evaluar los modelos de previsión de la demanda, y establecer cuál de ellos es el más exacto.

Para ser más precisos con el error, se utilizará el Error Cuadrático Medio (ECM) como medida de error para N períodos:

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^N (D_t - M_t)^2}{N}$$

Este método de error de previsión tendrá un mayor efecto negativo a aquellos métodos de previsión de la demanda cuyos resultados se desvíen en mayor medida de la demanda histórica.

3 METODOLOGÍA

El procedimiento de previsión de la demanda que se va a aplicar será el que se muestra seguidamente:

3.1. Objetivos de la previsión de la demanda

El objetivo principal de la previsión de la demanda es estimar la demanda futura, por ello es necesario averiguar cuál es el método de previsión más efectivo para los productos cuyos datos han sido proporcionados por la empresa.

En segundo lugar, una vez que se haya elegido el mejor modelo de previsión, se calculará la previsión de la demanda para dichos productos.

3.2. Recopilación de información histórica

Los productos de los que se efectuará el pronóstico son aquellos con los que trabaja la empresa. Éstos se mostrarán en el apartado 4, donde se explicará la empresa y sus funciones.

Esos artículos se agregarán en familias de productos, para que la previsión de la demanda sea más sencilla y precisa. Los artículos se agruparán en las siguientes familias: Menaje, PAE, Ventilación, Calefacción y Línea Blanca.

3.3. Horizonte

El horizonte de la previsión será de un año natural, concretamente del año 2019. Se calculará previsión de la demanda de cada mes del año 2019.

3.4. Elección del método de previsión

En primer lugar, se analizará la demanda de la familia de productos para determinar el carácter de dicha demanda.

A continuación, se aplicarán los métodos de previsión que se han explicado anteriormente para cada familia de productos: Medias Móviles Simples, Ajuste Exponencial Simple, Medias Móviles Dobles, Ajuste Exponencial Doble, método de Holt Lineal, y método de Holt-Winters.

Una vez aplicados los métodos, se interpretarán los resultados. Luego, se escogerá aquel método cuyo resultado sea el mejor. Para ello se compararán los errores cuadráticos medios de todos los métodos, y se escogerá aquel que sea el menos, lo que supondrá que es el que más se ajusta a la demanda histórica de la familia de productos.

3.5. Estimación de resultados

Una vez escogido el mejor método de previsión de la demanda para cada una de las familias, se aplicará dicho método para obtener la previsión de la demanda de la familia de productos.

Tras calcular la previsión para las familias, éstas se desagregarán en sus productos finales, para poder determinar la previsión de las ventas de cada producto individualmente.

4 EL SECTOR Y LA EMPRESA

4.1. El sector del comercio de electrodomésticos

El sector del comercio de electrodomésticos pertenece al mercado o grupo tecnológico. Es uno de los sectores fundamentales de la economía española, ya que las actividades del sector no engloban solo a la producción de artículos, sino también a otros sectores.

Según el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2018), en 2018 se registraron aproximadamente 8.400 tiendas de venta de electrodomésticos, a cuales obtuvieron unas ventas de unos 5.400 millones de unidades de electrodomésticos.

Dentro de este mercado se pueden encontrar muchos subsectores, tales como pequeños electrodomésticos, línea blanca, línea marrón, fotografía, tecnologías de la información, audio, imagen y sonido, telecomunicación, telefonía fija y móvil, o entretenimiento entre otros.

4.1.1 Situación actual del sector en España

La renovación de los productos, sumado a la introducción de nuevos productos en el mercado, ayuda al aumento de las ventas a los consumidores, y eso implica un aumento del beneficio de las empresas del sector.

Otro factor fundamental es el reparo hacia temas medioambientales. Uno de los principales artífices es el Plan Renove, que fomenta al consumidor a cambiar su antiguo electrodoméstico por uno más novedoso.

También hay que tener en cuenta el incremento del colectivo de inmigrantes, ya que mediante el aumento del número de alquileres y compras de inmuebles por parte de este sector social, lleva a la compra de bienes de primera necesidad como los electrodomésticos.

Esta serie de factores han favorecido al crecimiento del sector.

Pero estos niveles de crecimiento están sufriendo un freno. El aumento el IPC y la subida del interés en créditos e hipotecas en los últimos años, e incluso la meteorología, son factores que repercuten negativamente en las ventas de electrodomésticos. Otra desventaja es la limitada cultura del electrodoméstico por parte de los consumidores e incluso de los fabricantes, sobre todo la escasa información de las marcas y productos de los electrodomésticos.

En la Figura 6 se puede percibir una mejoría de las ventas hasta 2016, y un estancamiento en los años posteriores.

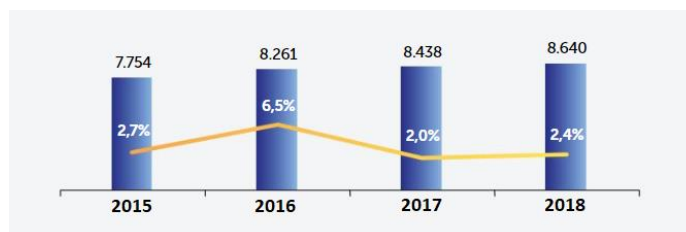


Figura 6: Evolución de las ventas en el sector Hogar, en millones de euros.

Fuente: Informe Sectorial CESCE 2018

En la Tabla 1 se puede observar las ventas de electrodomésticos, en los diferentes subsectores, en España desde 2016. Se puede analizar de la tabla que existe un crecimiento a lo largo de los dos años en prácticamente casi

todos los subsectores del mercado tecnológico, remarcando el subgrupo de Aire acondicionado, cuya principal causa de crecimiento habrá sido el incremento del calor en los últimos años.

Se puede ver que los subsectores que más impacto tienen en la sociedad consumidora son la línea blanca, la línea marrón, informática doméstica y telecomunicación. Los dos primeros se consideran necesidades básicas para una vivienda, y los dos últimos tienen gran influencia gracias al impacto de la tecnología moderna en la actualidad.

Tabla 1: Variación de la venta total, en millones de euros, de electrodomésticos en España

Subsectores	2016	Variación %	2017	Variación %	2018	Variación %
Línea Blanca	1.509	14,1	1.566	3,8	1.605	2,49
Línea Marrón	1.360	-3,2	1.436	5,6	1.401	-2,44
PAE	887	13,0	957	7,9	1.010	5,54
Menaje	120	0,8	122	1,7	123	0,82
Aire acondicionado	286	45,3	305	6,7	358	17,28
Calefacción	35	9,0	36	2,9	37	2,78
Fotografía digital	257	2,0	243	-5,4	247	1,65
Informática doméstica	1.505	4,4	1.458	-3,1	1.465	0,48
Telecomunicación	1.512	4,7	1.534	1,4	1.542	0,52
Videojuegos	791	4,6	781	-1,2	852	9,09
TOTAL	8.262	6,5	8.438	2,1	8.640	2,39

Fuente: Informe Sectorial CESCE 2018

4.2. La empresa

La empresa para la que vamos a calcular el estudio es una empresa con gran importancia en el comercio español. Fundada en los años 50, empezó en un pequeño garaje, y a lo largo de los años ha ido incrementando y expandiendo su negocio hasta ser una de las principales empresas del mercado tecnológico español, sobre todo en la década de 1990.

En la actualidad, la empresa la constituyen más de 2.000 empleados, dedicados a la producción de electrodomésticos, a la administración y gestión de la empresa, a la logística de transporte y almacén, seguridad, etc.

La empresa se dedica exclusivamente a la fabricación de electrodomésticos, para después venderlos a grandes distribuidoras de electrodomésticos en la península e incluso en el mundo. Es especialista en la fabricación de aparatos de cocción horizontal, hornos, lavado de vajillas, frío comercial y lavandería, entre otros. Ofrece una gama integral de productos bajo una misma marca.

A continuación, se clasificarán se definirán los productos que fabrica la empresa.

4.2.1 Productos

Los productos con los que trabaja la empresa son los siguientes:

- Ollas rápidas, también denominadas ollas express.
- Ollas convencionales o cacerolas.
- Sartenes de todos los tamaños.
- Menaje profesional, dedicado a utensilios de hostelería.
- Baterías de cocina, referido al conjunto de sartenes y ollas

- Cafeteras.
- Grills.
- Tostadores.
- Batidoras.
- Freidoras.
- Licuadoras.
- Cortafiambres.
- Microondas:
- Aspiradoras:
- Cuidado Personal, donde se incluyen secadores de pelo o máquinas de afeitar, por ejemplo.
- Pequeños aparatos, tales como cuchillos eléctricos o afiladores, por ejemplo.
- Ventilación: todo tipo de aparatos de aires acondicionados.
- Calefacción: todo tipo de aparatos de calefacción.
- Eco-emisores.
- Deshumificadores.
- Lavadoras de varias cargas y tamaños.
- Lavavajillas de varias cargas.
- Secadoras de variada capacidad y tamaño.
- Frigoríficos con congelador o sin congelador.
- Congeladores.
- Cocinas de gas.
- Hornos.
- Campanas.
- Encimeras o vitrocerámica.

5 ESTUDIO DE LA PREVISIÓN DE LA DEMANDA

5.1. Datos históricos

La empresa ha proporcionado la información histórica por meses, de cada uno de los productos que trabaja, desde el año 2014 hasta el año 2018.

En primer lugar, los artículos se van a agrupar según el tipo de producto. Las familias de productos serán las siguientes:

- Menaje: referido a aquellos productos empleados como utensilios cocina o servicio de mesa.
- PAE (Pequeño Aparato Electrodoméstico): referidos a aquellos aparatos de pequeñas dimensiones usados en el hogar, excluyendo pequeños objetos tecnológicos.
- Ventilación: referidos a aparatos de aire acondicionados.
- Calefacción: referidos a productos que pueden regular la temperatura, sobre todo generando aire caliente.
- Línea Blanca: referidos a los principales electrodomésticos de grandes dimensiones vinculados a la cocina o a la limpieza del hogar.

Los productos que la empresa produce se van a agregar en familias siguiente la siguiente clasificación:

- Familia de productos Menaje: ollas rápidas, ollas convencionales, sartenes, menaje profesional y baterías de cocina.
- Familia de productos PAE: cafeteras, grill, tostadores, batidoras, freidoras, licuadoras, cortafiebres, microondas pequeños, aspiradoras, cuidado personal, planchas, y pequeños aparatos.
- Familia de productos Ventilación: aires acondicionados o ventilación.
- Familia de productos Calefacción: calefacción, eco-emisores y deshumificadores.
- Familia de productos Línea Blanca: lavadoras, lavavajillas, secadoras, frigoríficos, congeladores, microondas, cocinas, hornos, encimeras y campanas.

Se considerará la demanda de las familias de productos como la suma de las demandas todos los productos que la componen, todo eso para cada mes desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018.

Seguidamente, se mostrarán en varias tablas los datos históricos de la demanda de los productos proporcionados por la empresa:

En la Tabla 2 dos se reúnen los datos mensuales de la demanda histórica en unidades de los productos que forman la familia de productos Menaje. La última columna de la tabla corresponde a la agregación de los artículos individuales que componen la familia de productos Menaje.

Tabla 2: Demanda histórica en Uds. de la familia de productos Menaje

Fecha	Ollas Rápidas	Ollas Convencionales	Sartenes	Menaje Profesional	Baterías de cocina	Familia Menaje
ene-14	21.753	3.960	2.545	0	10.234	38.492
feb-14	14.342	3.133	3.034	2	6.144	26.655
mar-14	11.642	2.767	2.317	0	3.958	20.684
abr-14	28.174	3.575	2.166	0	7.809	41.724
may-14	15.969	2.711	4.195	0	5.665	28.540
jun-14	14.757	2.726	2.812	0	3.770	24.065
jul-14	19.732	2.747	2.505	0	6.196	31.180
ago-14	9.091	1.832	2.177	0	4.054	17.154
sep-14	18.883	3.776	3.548	1	5.312	31.520
oct-14	38.614	7.042	3.940	87	7.536	57.219
nov-14	32.153	5.566	7.279	13	11.984	56.995
dic-14	22.788	5.163	3.267	0	4.499	35.717
ene-15	26.033	6.272	3.279	5	5.507	41.096
feb-15	24.378	10.879	2.981	104	4.899	43.241
mar-15	20.290	3.227	7.410	769	2.337	34.033
abr-15	15.015	2.184	1.964	1.072	3.921	24.156
may-15	15.969	2.711	4.195	0	5.665	28.540
jun-15	12.342	3.454	2.147	682	2.370	20.995
jul-15	12.541	3.161	2.634	744	4.190	23.270
ago-15	15.294	2.777	1.146	342	1.988	21.547
sep-15	12.743	3.018	2.471	373	4.455	23.060
oct-15	20.692	3.810	2.836	1.228	5.493	34.059
nov-15	22.876	3.577	2.639	467	4.250	33.809
dic-15	19.572	3.754	2.282	439	6.073	32.120
ene-16	22.310	3.538	1.898	337	5.472	33.555
feb-16	24.052	2.979	3.684	274	4.913	35.902
mar-16	18.809	3.262	3.122	785	4.821	30.799
abr-16	12.636	2.861	2.739	864	3.501	22.601
may-16	10.619	2.276	2.011	620	3.939	19.465
jun-16	7.397	2.378	2.547	1.890	2.925	17.137
jul-16	11.290	2.479	1.521	935	4.340	20.565
ago-16	11.910	1.337	983	194	5.062	19.486
sep-16	18.801	3.115	2.065	446	3.633	28.060
oct-16	18.916	2.828	3.467	514	4.660	30.385
nov-16	26.969	3.648	2.203	479	8.276	41.575
dic-16	28.708	3.377	4.427	400	6.393	43.305
ene-17	20.569	1.423	1.959	166	3.769	27.886
feb-17	15.914	2.737	3.668	545	4.037	26.901
mar-17	21.119	3.263	4.597	335	5.983	35.297
abr-17	21.192	2.032	2.965	261	3.429	29.879
may-17	10.558	2.079	1.641	268	3.104	17.650
jun-17	10.169	1.516	2.999	304	3.087	18.075
jul-17	7.291	1.527	3.328	261	3.136	15.543
ago-17	9.708	1.745	1.623	265	3.694	17.035
sep-17	24.757	1.770	1.850	307	4.665	33.349
oct-17	14.289	2.715	3.004	185	3.689	23.882
nov-17	17.619	2.729	2.393	188	6.635	29.564
dic-17	20.765	2.307	4.673	288	4.166	32.199
ene-18	17.718	865	3.414	245	2.302	24.544
feb-18	12.539	1.310	2.712	328	5.004	21.893
mar-18	12.453	1.744	4.401	347	7.550	26.495
abr-18	12.329	844	2.166	417	3.162	18.918
may-18	11.402	902	4.042	629	3.833	20.808
jun-18	7.110	723	3.279	391	1.489	12.992
jul-18	9.939	883	2.303	145	2.285	15.555
ago-18	4.279	570	2.169	69	1.967	9.054
sep-18	16.726	718	3.034	226	3.644	24.348
oct-18	14.191	1.574	2.247	207	3.136	21.355
nov-18	17.551	1.615	3.277	323	4.182	26.948
dic-18	19.353	1.162	3.308	322	4.204	28.349

Ahora se muestra en la Tabla 4, dos columnas que representan la demanda mensual, desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018, de los productos de las familias de productos Ventilación y Calefacción.

Tabla 4: Demanda histórica en Uds. de las familias de productos Ventilación y Calefacción.

Fecha	Familia Ventilación	Fecha	Calefacción	Eco Emisores	Deshumidificadores	Familia Calefacción
ene-14	0	ene-14	3.095	1.149	737	4.981
feb-14	0	feb-14	0	0	1.060	1.060
mar-14	3.434	mar-14	0	0	241	241
abr-14	23.735	abr-14	0	0	41	41
may-14	22.487	may-14	0	0	0	0
jun-14	7.783	jun-14	0	0	126	126
jul-14	15.745	jul-14	0	0	365	365
ago-14	121	ago-14	3.088	442	307	3.837
sep-14	0	sep-14	26.052	3.996	1.395	31.443
oct-14	0	oct-14	41.748	3.862	2.203	47.813
nov-14	0	nov-14	27.551	3.143	1.825	32.519
dic-14	0	dic-14	20.910	2.836	1.459	25.205
ene-15	0	ene-15	8.037	859	1.393	10.289
feb-15	0	feb-15	986	279	143	1.408
mar-15	1.476	mar-15	0	0	20	20
abr-15	12.970	abr-15	0	0	170	170
may-15	22.487	may-15	0	0	0	0
jun-15	23.070	jun-15	0	0	205	205
jul-15	20.237	jul-15	0	41	347	388
ago-15	1.634	ago-15	3.144	388	219	3.751
sep-15	0	sep-15	27.130	1.766	283	29.179
oct-15	0	oct-15	32.730	3.668	3.400	39.798
nov-15	0	nov-15	9.955	1.596	1.130	12.681
dic-15	0	dic-15	3.100	1.110	941	5.151
ene-16	0	ene-16	3.953	272	822	5.047
feb-16	579	feb-16	2.831	132	495	3.458
mar-16	3.329	mar-16	0	0	619	619
abr-16	16.585	abr-16	0	0	94	94
may-16	27.897	may-16	0	0	182	182
jun-16	23.114	jun-16	11	0	52	63
jul-16	14.620	jul-16	15	0	203	218
ago-16	1.319	ago-16	439	0	161	600
sep-16	0	sep-16	25.887	1.892	943	28.722
oct-16	0	oct-16	41.052	2.446	1.545	45.043
nov-16	0	nov-16	12.012	1.865	1.365	15.242
dic-16	0	dic-16	6.783	2.164	1.450	10.397
ene-17	0	ene-17	219	118	265	602
feb-17	0	feb-17	0	0	514	514
mar-17	70	mar-17	0	0	949	949
abr-17	3.593	abr-17	0	0	79	79
may-17	33.827	may-17	0	0	27	27
jun-17	18.086	jun-17	0	0	38	38
jul-17	5.656	jul-17	0	0	606	606
ago-17	973	ago-17	1.018	80	387	1.485
sep-17	0	sep-17	16.635	3.274	1.587	21.496
oct-17	0	oct-17	26.070	3.268	1.487	30.825
nov-17	0	nov-17	14.231	3.827	930	18.988
dic-17	0	dic-17	5.876	1.886	1.187	8.949
ene-18	0	ene-18	0	541	403	944
feb-18	0	feb-18	1.097	859	790	2.746
mar-18	1.066	mar-18	0	0	371	371
abr-18	6.561	abr-18	0	0	225	225
may-18	21.557	may-18	0	0	66	66
jun-18	13.742	jun-18	0	0	27	27
jul-18	7.174	jul-18	0	9	48	57
ago-18	1.756	ago-18	1.439	166	170	1.775
sep-18	0	sep-18	10.192	2.038	667	12.897
oct-18	0	oct-18	24.743	4.139	1.049	29.931
nov-18	0	nov-18	11.966	1.904	718	14.588
dic-18	0	dic-18	3.808	1.556	759	6.123

Finalmente, en la Tabla 5 se recogen los datos mensuales de la demanda de los productos que componen la familia de productos Línea Blanca, así como la suma total por mes de dichos productos mostrados en la columna final, desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018.

Tabla 5: Demanda histórica en Uds. de la familia de productos Línea Blanca

Fecha	Lavadoras	Lavavajillas	Secadoras	Frigoríficos	Congeladores	Microondas	Cocinas	Hornos	Encimeras	Campanas	Familia Línea Blanca
ene-14	167.769	71.295	19.301	134.156	9.064	23.328	5.045	84.384	95.491	37.288	647.121
feb-14	186.486	79.249	21.454	149.123	10.075	25.931	5.608	93.799	106.144	41.448	719.317
mar-14	119.238	50.671	13.717	95.348	6.442	16.580	3.586	59.974	67.868	26.502	459.926
abr-14	179.285	76.189	20.625	143.365	9.686	24.930	5.392	90.177	102.046	39.848	691.543
may-14	112.709	47.897	12.966	90.127	6.089	15.672	3.390	56.690	64.152	25.051	434.742
jun-14	221.213	94.006	25.449	176.892	11.951	30.760	6.653	111.266	125.910	49.167	853.266
jul-14	280.929	119.383	32.319	224.643	15.178	39.063	8.449	141.302	159.899	62.439	1.083.603
ago-14	204.950	87.095	23.578	163.887	11.073	28.498	6.164	103.086	116.654	45.552	790.537
sep-14	244.584	103.938	28.138	195.581	13.214	34.009	7.356	123.021	139.213	54.361	943.415
oct-14	233.507	99.231	26.863	186.723	12.616	32.469	7.022	117.449	132.908	51.899	900.686
nov-14	227.680	96.755	26.193	182.064	12.301	31.659	6.847	114.519	129.591	50.604	878.213
dic-14	235.257	99.974	27.065	188.122	12.710	32.712	7.075	118.330	133.904	52.288	907.438
ene-15	166.704	65.775	15.550	105.844	6.576	18.486	3.815	69.181	77.925	32.073	561.927
feb-15	142.075	56.057	13.252	90.206	5.604	15.755	3.251	58.960	66.412	27.334	478.907
mar-15	180.553	71.239	16.841	114.637	7.122	20.021	4.131	74.928	84.398	34.737	608.609
abr-15	141.267	55.738	13.177	89.693	5.572	15.665	3.232	58.625	66.034	27.179	476.183
may-15	189.821	74.895	17.706	120.521	7.488	21.049	4.343	78.775	88.731	36.520	639.849
jun-15	248.967	98.232	23.223	158.074	9.821	27.608	5.697	103.320	116.378	47.899	839.217
jul-15	388.465	153.272	36.235	246.645	15.323	43.077	8.889	161.211	181.586	74.738	1.309.439
ago-15	275.751	108.800	25.721	175.080	10.877	30.578	6.310	114.435	128.898	53.052	929.502
sep-15	210.823	83.182	19.665	133.856	8.316	23.378	4.824	87.490	98.548	40.561	710.642
oct-15	211.715	83.534	19.748	134.422	8.351	23.477	4.844	87.860	98.965	40.732	713.648
nov-15	232.763	91.838	21.711	147.786	9.181	25.811	5.326	96.595	108.804	44.782	784.597
dic-15	218.433	86.185	20.375	138.688	8.616	24.222	4.998	90.649	102.105	42.025	736.296
ene-16	257.886	107.866	39.177	195.692	23.059	80.199	11.514	61.312	67.753	38.678	883.134
feb-16	108.353	45.321	16.460	82.222	9.688	33.696	4.838	25.761	28.467	16.251	371.057
mar-16	177.453	74.224	26.958	134.657	15.867	55.185	7.923	42.189	46.621	26.614	607.690
abr-16	125.076	52.316	19.001	94.911	11.184	38.897	5.584	29.737	32.860	18.759	428.324
may-16	140.826	58.903	21.393	106.863	12.592	43.795	6.287	33.481	36.998	21.121	482.259
jun-16	195.514	81.778	29.701	148.362	17.482	60.802	8.729	46.483	51.366	29.323	669.541
jul-16	318.652	133.283	48.408	241.803	28.492	99.096	14.226	75.759	83.717	47.791	1.091.229
ago-16	218.331	91.322	33.168	165.676	19.522	67.898	9.748	51.908	57.360	32.745	747.676
sep-16	84.555	35.367	12.845	64.163	7.561	26.296	3.775	20.103	22.215	12.682	289.561
oct-16	221.530	92.660	33.654	168.104	19.808	68.893	9.890	52.669	58.201	33.225	758.634
nov-16	174.805	73.116	26.556	132.648	15.630	54.362	7.804	41.560	45.925	26.217	598.624
dic-16	160.297	67.048	24.351	121.638	14.333	49.850	7.157	38.111	42.114	24.041	548.940
ene-17	177.704	84.677	26.141	144.390	15.820	58.907	8.655	49.266	59.767	33.357	658.685
feb-17	163.319	77.822	24.025	132.701	14.540	54.139	7.954	45.278	54.928	30.657	605.363
mar-17	34.517	16.448	5.078	28.046	3.073	11.442	1.681	9.570	11.609	6.479	127.943
abr-17	118.337	56.389	17.408	96.153	10.535	39.228	5.763	32.808	39.800	22.213	438.634
may-17	65.432	31.179	9.625	53.166	5.825	21.690	3.187	18.140	22.007	12.282	242.534
jun-17	136.212	64.906	20.038	110.677	12.127	45.153	6.634	37.763	45.812	25.569	504.890
jul-17	261.352	124.536	38.446	212.356	23.267	86.636	12.729	72.457	87.900	49.059	968.737
ago-17	154.332	73.540	22.703	125.399	13.740	51.160	7.517	42.787	51.906	28.970	572.054
sep-17	262.404	125.037	38.601	213.211	23.361	86.985	12.780	72.748	88.253	49.257	972.637
oct-17	130.085	61.987	19.136	105.698	11.581	43.122	6.336	36.065	43.751	24.419	482.180
nov-17	182.274	86.855	26.814	148.103	16.227	60.422	8.877	50.533	61.303	34.215	675.624
dic-17	191.588	91.293	28.184	155.671	17.056	63.510	9.331	53.115	64.436	35.964	710.147
ene-18	120.774	51.298	16.041	98.238	10.594	40.331	4.764	30.125	38.429	19.512	430.106
feb-18	123.677	52.531	16.426	100.599	10.849	41.300	4.878	30.849	39.353	19.981	440.443
mar-18	174.255	74.013	23.144	141.739	15.285	58.190	6.873	43.465	55.446	28.153	620.564
abr-18	100.754	42.795	13.382	81.954	8.838	33.645	3.974	25.131	32.059	16.278	358.810
may-18	114.180	48.497	15.165	92.874	10.016	38.129	4.504	28.480	36.331	18.447	406.622
jun-18	120.419	51.147	15.994	97.949	10.563	40.212	4.750	30.037	38.316	19.455	428.842
jul-18	237.981	101.080	31.607	193.574	20.875	79.470	9.387	59.360	75.724	38.448	847.507
ago-18	157.527	66.908	20.922	128.133	13.818	52.604	6.214	39.292	50.124	25.450	560.991
sep-18	115.404	49.017	15.327	93.870	10.123	38.537	4.552	28.785	36.720	18.645	410.980
oct-18	193.567	82.216	25.709	157.448	16.979	64.639	7.635	48.282	61.591	31.273	689.339
nov-18	155.499	66.047	20.653	126.483	13.640	51.927	6.134	38.787	49.479	25.122	553.770
dic-18	154.823	65.760	20.563	125.934	13.581	51.701	6.107	38.618	49.263	25.013	551.363

A continuación, se explicarán todos los métodos de previsión aplicados a cada familia de productos, donde se analizarán individualmente y finalmente se escogerá aquel cuya previsión sea más precisa para dicha familia.

5.2. Familia de productos Menaje

En primer lugar, se aplicarán los métodos para la familia de productos Menaje.

En la Figura 7 se puede observar la demanda de la familia Menaje. Se puede suponer que la familia Menaje posee una demanda estacional, con una pequeña tendencia decreciente, ya que se contemplan períodos anuales con picos de subida y otros con picos de bajada considerables, que se repiten año tras año.

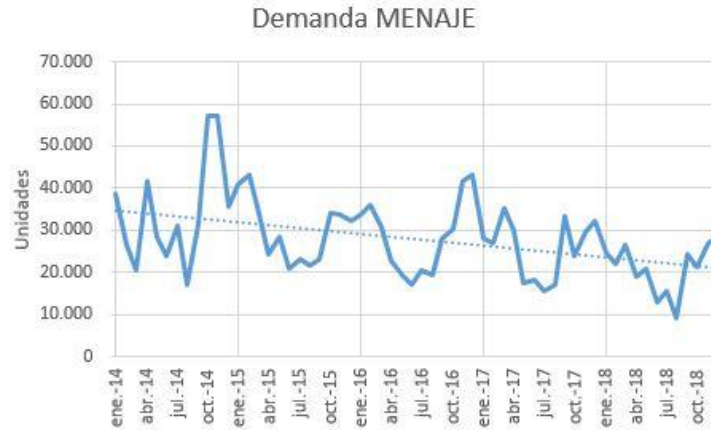


Figura 7: Demanda de la familia de productos Menaje

5.2.1 Método de las Medias Móviles Simples

El primer método que se aplicará a los productos de la familia Menaje será el método de las medias móviles simples. Para ello se supone que la estructura de la de demanda de la familia Menaje es nivelada, es decir, los datos de la demanda se agrupan en torno a un valor que no varía con el tiempo: $D_t = D + E_t$

Para el cálculo del pronóstico, se ha optado por utilizar $N=3$ meses, ya que el Error Cuadrático Medio (ECM a partir de ahora) es mínimo con respecto a los otros períodos que se han probado. En la Tabla 6 se muestran los diferentes resultados de ECM según varios N utilizados.

Tabla 6: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Menaje

N	Error Cuadrático Medio
3	82.611.671
4	89.301.419
5	100.007.348
6	104.657.125

Siempre que se quiera calcular un pronóstico, los datos históricos más recientes se utilizan para obtener el promedio móvil simple, por lo que estos datos de la demanda más recientes poseen mucha influencia en el pronóstico.

Se puede observar en la Figura 8 que el método de las medias móviles para un período de tres meses consigue suavizar la demanda real de la empresa, debido a que utiliza el promedio de los tres meses anteriores para calcular el mes pronosticado, pero el error de la demanda prevista con respecto a la demanda real suele ser elevado, lo que provoca que el ECM sea un número muy grande.

A la hora de calcular la previsión para el año 2019 no se puede realizar el promedio usando la demanda real de los meses anteriores debido a que no existen más datos históricos para dicho año, por lo que la demanda pronosticada usa como datos aquella demanda que se ha calculado en la previsión, y por ello el pronóstico de ventas se estabiliza para el año 2019.

Esto ocurre debido a que el método de medias móviles simples es más efectivo para aquellos productos con demanda nivelada. En este caso, la familia Menaje posee una demanda estacional, por lo que no es un método efectivo para el cálculo de la demanda futura.

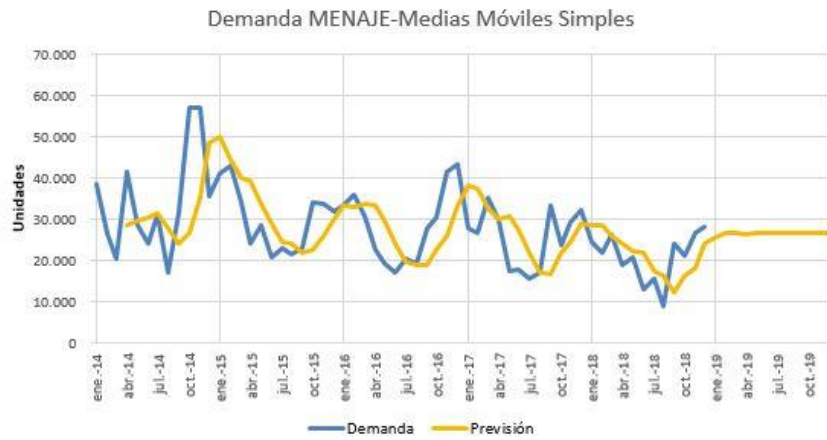


Figura 8: Previsión de la familia de productos Menaje según método de las Medias Móviles Simples

5.2.2 Método de Ajuste Exponencial Simple

El siguiente método es el Ajuste Exponencial Simple. Para este método, suponiendo que la estructura de la familia de productos Menaje es nivelada, se ha seleccionado como parámetro para el cálculo de la previsión, Alfa=0,7 debido a que es el parámetro cuyo ECM resultante es mínimo (ECM=72.554.616), como se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Menaje

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	85.702.019
0,30	79.886.699
0,50	74.625.808
0,70	72.554.616

En este caso, se puede contemplar en la Figura 9 cómo la previsión del método es parecida a la demanda real de la familia Menaje del período anterior. Eso es debido a se usa como dato la demanda del período anterior, y un pequeño valor calculado del error entre la demanda real y la prevista del día anterior. Eso hace que la demanda prevista para un período sea similar a la demanda real del período anterior y, por lo tanto, el error cuadrático no es tan grande comparándolo con otros métodos.

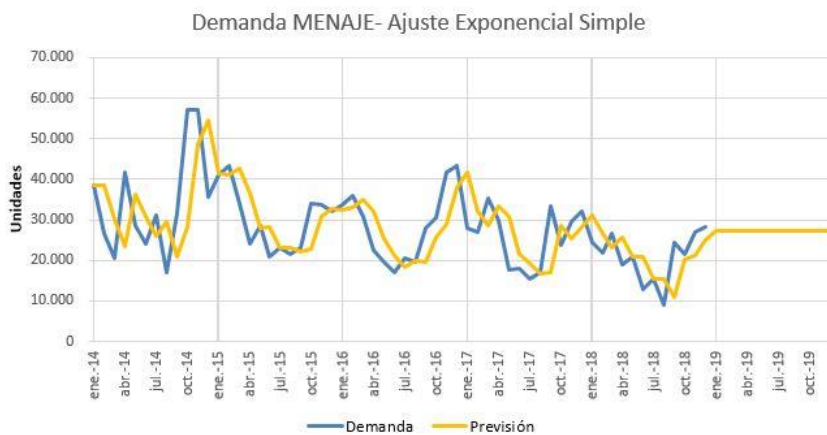


Figura 9: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Ajuste Exponencial Simple

Pero este método presenta un problema al calcular la previsión para el año 2019. Según el método, una vez que no se poseen datos históricos para calcular la demanda prevista, las ventas de los siguientes meses es igual al del último mes pronosticado, es decir, para el año 2019 la predicción de la demanda es totalmente contante considerando la estructura de la demanda nivelada.

El modelo de ajuste exponencial simple es práctico en aquellos productos que poseen una demanda nivelada. La familia Menaje no posee una demanda nivelada, sino más bien una demanda estacional, por consiguiente, el método de ajuste exponencial simple no es una correcta técnica para aplicarla a esta familia.

5.2.3 Método de las Medias Móviles Dobles

En el cálculo de la previsión según modelo de medias móviles dobles, se va a considerar que la demanda de la familia de productos Menaje tiene una estructura con tendencia lineal. Se ha elegido como factor el promedio de un período de $N=6$ meses anterior al que se está calculando. Se ha elegido ese período de seis meses ya que el ECM es menor comparado con otros factores de diferente longitud de período. Se han comparado los diferentes ECM en la Tabla 8.

Tabla 8: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Menaje

N	Error Cuadrático Medio
3	153.044.771
6	140.769.347

La previsión de la demanda en este método depende mucho del número de meses seleccionado para calcular dicha previsión. Se puede ver en la gráfica cómo la previsión consigue una demanda estacional con subidas o bajadas cada seis meses.

En la Figura 10, la demanda prevista sigue una curva con una curva similar a los datos históricos anteriores, con parecidos períodos de subida y bajada, debido a que esos datos históricos son los que se usan para calcular la demanda prevista. Esa curva prevista es parecida a la demanda real, pero lleva una demora de aproximadamente tres meses, por lo que no se ajusta correctamente a la demanda real, y ello provoca que el error entre la demanda real y prevista sea bastante grande.

Para el cálculo de la previsión de ventas para el año 2019, se puede analizar de la Figura 10 como sigue una tendencia lineal creciente.

Esta técnica de previsión se suele aplicar para aquellos productos que siguen una demanda con tendencia lineal. La familia Menaje sigue una demanda estacional, por lo que esta no sería una técnica eficiente para el cálculo de la previsión de las ventas del año 2019.

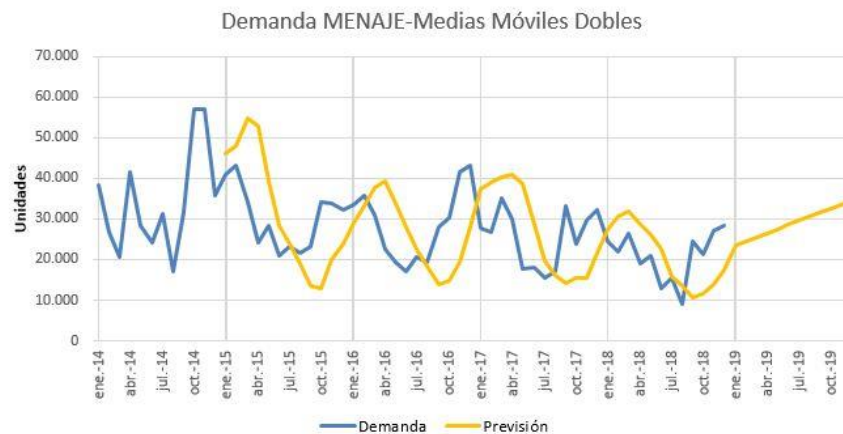


Figura 10: Previsión de la familia de productos Menaje según método de las Medias Móviles Dobles

5.2.4 Método de Ajuste Exponencial Doble

Se supondrá que la familia de productos Menaje sigue una demanda con tendencia lineal, para así poder aplicar el método de Ajuste Exponencial Doble.

Para que el ECM sea mínimo en la previsión de los productos de la familia Menaje, se ha seleccionado como parámetro Alfa=0,2 de entre otros valores, como se puede ver en la Tabla 9. El ECM para el parámetro escogido es 123.189.814.

Tabla 9: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Menaje

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,20	123.189.814
0,30	134.068.416
0,40	139.990.900
0,50	146.762.378
0,60	158.002.339
0,70	175.168.357

Esta técnica consigue realizar un alisamiento de la curva de la demanda real de la familia Menaje, y ese alisado depende en sí del valor asignado a Alfa. Mientras mayor sea el valor de Alfa, más oscilaciones presentará la demanda prevista, pero eso no quiere decir que la previsión se ajuste mejor a la demanda real. Un valor de Alfa pequeño suaviza mucho más la previsión y puede ajustarla incluso mejor que aquellas previsiones con valores de Alfa mayores.

En la Figura 11 se aprecia cómo se suavizan los datos de la demanda real de la familia Menaje, pero la diferencia de valores es alta en muchos periodos. También se analiza cómo la curva de la demanda prevista sigue una serie de altibajos igual que la demanda real, pero con un retardo de dos o tres periodos, coincidiendo los puntos de subida de la previsión con los puntos de bajada de la demanda histórica. Esto hace que el error de la demanda prevista con respecto a la demanda real sea muy grande.

Este modelo de previsión se usa para aquellos productos con demanda con tendencia, y el resultado predictivo del modelo es una previsión de la demanda con tendencia, ya sea positiva, negativa o incluso nivelada, como se puede observar en la Figura 11.

En el caso de la curva de la familia Menaje, sigue una demanda estacionaria. Por lo tanto, el método de ajuste exponencial doble no es un método preciso a la hora que calcular la previsión para esta familia.

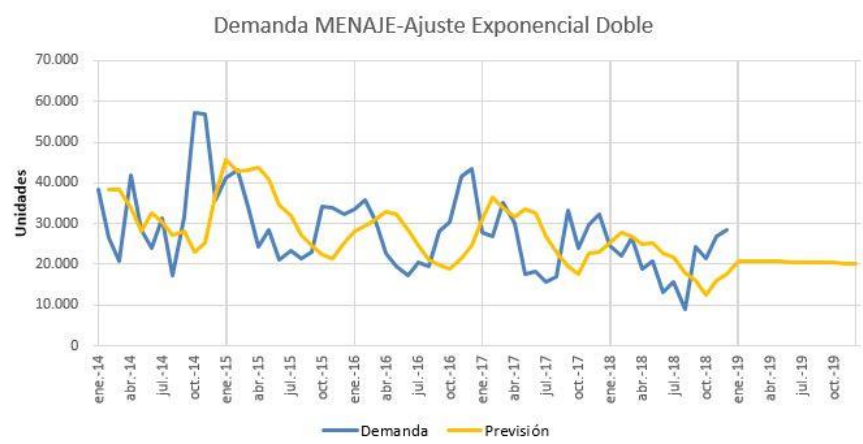


Figura 11: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Ajuste Exponencial Doble

5.2.5 Método de Holt Lineal

Imaginando que la configuración de la familia de productos Menaje es una demanda con tendencia línea para el cálculo de la previsión de la demanda mediante el modelo Holt Lineal, se ha empleado como parámetros en las ecuaciones los valores Alfa=0,7; y Beta=0,01. Con estos valores se consigue un ECM mínimo (ECM=73.252.570), comparado con los resultados usando otros valores, mostrado en la Tabla 10.

Tabla 10: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Menaje

Alfa	Beta	Error Cuadrático Medio
0,10	0,01	83.982.452
0,10	0,05	83.494.061
0,10	0,10	85.949.751
0,20	0,01	82.568.983
0,20	0,05	85.540.321
0,20	0,10	90.355.525
0,30	0,01	80.597.569
0,30	0,05	84.366.999
0,30	0,10	89.683.619
0,50	0,01	75.404.700
0,50	0,05	78.723.654
0,50	0,10	82.920.764
0,70	0,01	73.252.570
0,70	0,05	76.058.282
0,70	0,10	79.437.311

A medida que Alfa y Beta cambian de valor, la curva de la previsión de ventas también varía. Si Alfa y Beta son valores altos, entonces la curva presentará muchas oscilaciones de gran tamaño, en cambio, si los dos son bajos, entonces apenas habrá oscilaciones en la predicción de la demanda. Estos valores de Alfa y Beta conllevarían a un ECM muy alto, que no es nuestra prioridad.

El mejor resultado se da con una combinación de factores: un valor alto para Alfa para que el pronóstico se ajuste a la demanda real, y un valor bajo para Beta para que no sufra oscilaciones de mayor tamaño. Si ocurriera al contrario, Alfa bajo y Beta alto, existirían oscilaciones pero con poca frecuencia a lo largo de los períodos, por lo que no se ajustaría a la demanda histórica, que es nuestro objetivo principal.

Con los valores que se han escogido, la curva prevista mostrada en la Figura 12 se ajusta a la demanda histórica, lo que significa que tiene un ECM bajo con respecto a otros métodos. El método consigue suavizar levemente la curva de la demanda tomando con referencia la demanda del período anterior. La demanda prevista tiene un valor parecido a la demanda real del período anterior. Una vez llegado al último período con demanda real, la previsión de ventas toma una demanda lineal con una leve tendencia decreciente.

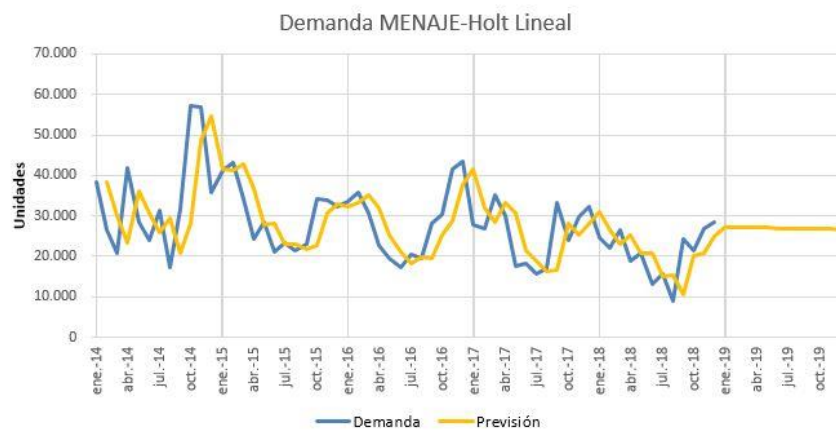


Figura 12: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Holt Lineal

El método Holt Lineal se destina para aquellos productos con una demanda con tendencia lineal. La familia de productos Menaje no sigue una demanda con tendencia lineal, sino una demanda estacionaria. Así que, a pesar de tener un ECM menor que otras técnicas, el resultado de la previsión no sería concreto ni preciso.

5.2.6 Método de Holt-Winters

Se han trabajado con los valores Alfa=0,1; Beta=0,1; y Gamma=0,7 como parámetros en el cálculo de la demanda utilizando el método Holt-Winters. Gracias a estos valores, se obtiene un ECM menor que los de otros valores diferentes agrupados en la Tabla 11: ECM=31.392.297.

Tabla 11: ECM del método de Holt- Winters de la familia de productos Menaje

Alfa	Beta	Gamma	Error Cuadrático Medio
0,10	0,10	0,10	41.565.908
0,10	0,10	0,20	38.062.609
0,10	0,20	0,10	41.637.615
0,10	0,20	0,20	38.292.814
0,10	0,10	0,70	31.392.297
0,30	0,10	0,10	49.871.594
0,30	0,20	0,10	51.083.693
0,30	0,10	0,20	46.167.047
0,30	0,20	0,20	47.327.824
0,50	0,10	0,10	63.999.409
0,50	0,20	0,10	67.230.611
0,50	0,10	0,20	60.161.963
0,50	0,20	0,20	63.231.599
0,70	0,10	0,10	83.948.115
0,70	0,20	0,10	90.737.864
0,70	0,10	0,20	80.305.143
0,70	0,20	0,20	86.771.730

A medida que los valores de Alfa, Beta y Gamma van aumentando, el ECM también incrementa considerablemente. En este método, mientras mayores sean Alfa y Beta, mayor será el número y tamaño de las oscilaciones de las previsiones, y Gamma es el factor que suaviza esas oscilaciones. Por lo tanto, se ha escogido unos valores de Alfa y Beta bajos, y un Gamma alto para poder ajustar precisamente la demanda pronosticada a la demanda histórica.

Analizando la Figura 13, la demanda prevista consigue un ajuste parecido a la demanda real en muchos períodos de la gráfica. Presenta similares puntos de subida y bajada de la demanda en los mismos períodos. Esto significará un ECM muy bajo si se compara con los otros métodos de previsión.

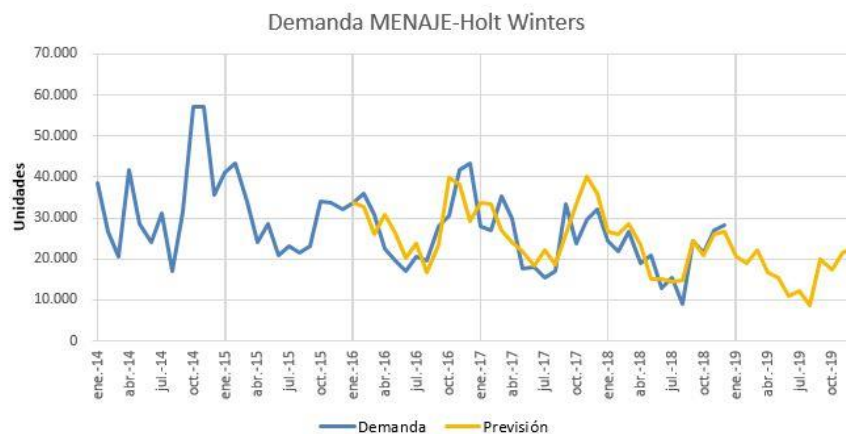


Figura 13: Previsión de la familia de productos Menaje según método de Holt-Winters

Todo esto ocurre debido a que el método de Holt-Winters se utiliza para aquellos productos que poseen una demanda estacionaria, y la familia Menaje presenta demanda estacionaria, por lo que la previsión de 2019 puede ser correcta.

5.2.7 Comparación de todos los métodos de previsión

La Figura 14 recoge todas las curvas de las diferentes técnicas de previsión de la demanda y también se muestra la demanda real de la familia Menaje.

Se puede apreciar que muchas de los métodos siguen un patrón desde el año 2014 hasta el año 2018, con puntos de subida y otros de bajada en algunos meses del año. En la mayoría de métodos, la demanda consigue un máximo alrededor del mes de Enero en todos los años, y un mínimo aproximadamente en el mes de Septiembre en cada año, todo esto hasta el año 2018.

Una vez comenzado el año 2019, cada método sigue sus características para pronosticar la demanda en dicho año.

Se puede examinar en la Figura 14 como aquellos métodos con demanda con tendencia, representan una previsión de ventas que sigue una demanda con tendencia positiva en el caso de Medias Móviles Dobles, o una tendencia levemente negativa en el caso del Ajuste Exponencial Doble y Holt Lineal.

Luego, los métodos Medias Móviles Simples y Ajuste Exponencial Simple siguen una demanda nivelada, con una previsión constante en el año 2019.

Todas las previsiones de los modelos anteriores son resultados irreales si compara con el factor aleatorio que sigue la demanda a lo largo de los anteriores años.

La técnica de Holt-Winters es el que mejor pronóstico de ventas proporciona para el año ya que la demanda de la familia de producto Menaje es estacional.

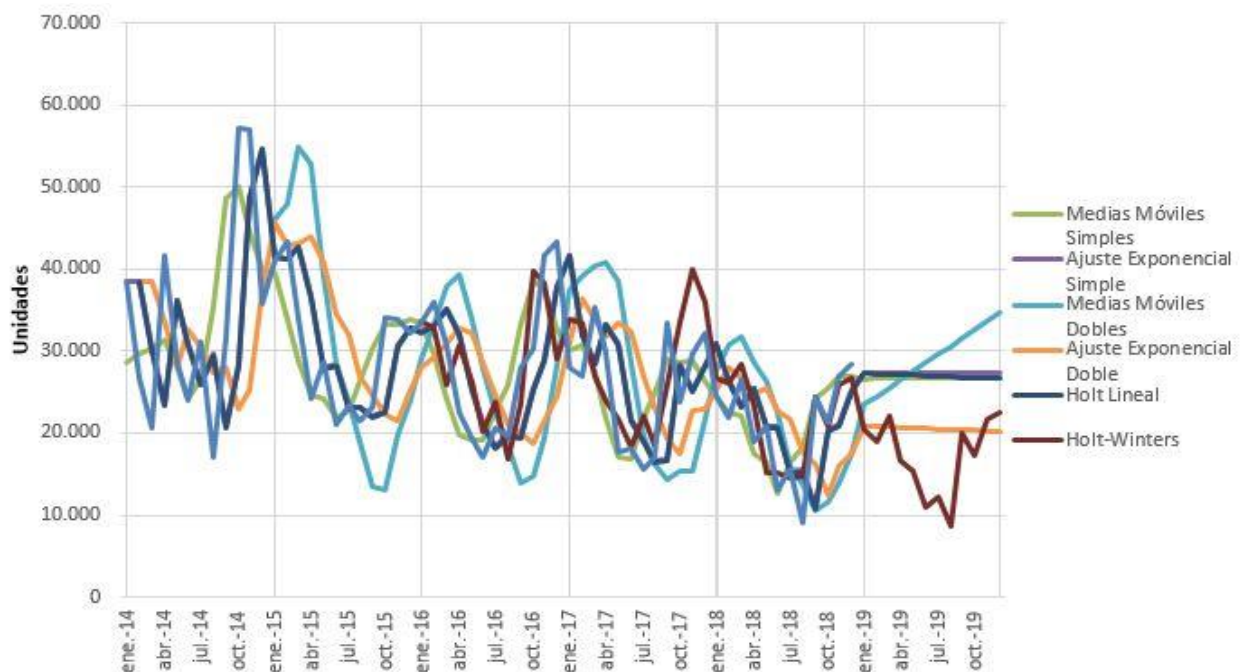


Figura 14: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Menaje

Además, se puede comprobar en la Tabla 12 la diferencia abismal que existe entre los ECM de cada método de previsión.

Tabla 12: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Menaje

Método de previsión	Error Cuadrático Medio
Medias Móviles Simples	82.611.671
Ajuste Exponencial Simple	72.554.616
Medias Móviles Dobles	140.769.347
Ajuste Exponencial Doble	123.189.814
Holt Lineal	73.252.570
Holt-Winters	31.392.297

Se puede observar claramente cómo el método Holt-Winters es el que mejor se ajusta a la demanda real, debido a que la demanda, como se comentó al principio, tiene un mercado de carácter estacional, y como consecuencia su ECM es el menor entre todos los métodos analizados.

Dicho esto, el método Holt-Winters es el modelo más preciso para la previsión de la demanda de la familia de productos Menaje, por lo que se recomendará su uso a la empresa.

La demanda futura prevista para el año 2019 mediante el método Holt-Winters se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Menaje según método de Holt-Winters

Año 2019	Demanda de la familia de productos Menaje (Uds.)
Enero	20.392
Febrero	18.846
Marzo	22.159
Abril	16.726
Mayo	15.439
Junio	10.928
Julio	12.148
Agosto	8.699
Septiembre	19.980
Octubre	17.336
Noviembre	21.647
Diciembre	22.444

A continuación se desagregará la previsión de ventas del año 2019 de la familia Menaje en sus productos finales, para conocer la demanda pronosticada en 2019 de dichos productos.

5.2.8 Desagregación de la familia Menaje en los productos finales

En la Tabla 14 se muestra la previsión de la demanda mensual del año 2019 de los productos individuales que forman la familia de productos Menaje.

Tabla 14: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Menaje

Fecha	Ollas Rápidas	Ollas Convencionales	Sartenes	Menaje Profesional	Baterías de cocina	Familia Menaje
ene-19	13.348	1.978	1.613	93	3.360	20.392
feb-19	11.121	2.565	1.960	153	3.047	18.846
mar-19	12.683	2.145	3.286	336	3.708	22.159
abr-19	10.886	1.401	1.462	318	2.659	16.726
may-19	8.661	1.434	2.159	204	2.981	15.439
jun-19	6.067	1.265	1.615	383	1.598	10.928
jul-19	6.960	1.236	1.407	239	2.307	12.148
ago-19	5.190	853	836	90	1.730	8.699
sep-19	13.086	1.765	1.846	193	3.091	19.980
oct-19	11.083	1.866	1.609	231	2.546	17.336
nov-19	13.428	1.964	2.039	168	4.048	21.647
dic-19	14.535	2.061	2.347	189	3.312	22.444

5.3. Familia de productos PAE

En la Figura 15 se observa la demanda de la familia de productos PAE. La familia PAE sigue una demanda estacional, con una leve tendencia decreciente.

Las características de la demanda histórica son similares a la familia de productos Menaje, por lo que se usará un criterio parecido al de dicha familia. En este caso, se percibe un considerable pico de subida en los meses de octubre de cada año, y vuelve a bajar la demanda en enero de cada año. Los restos de meses son períodos donde la demanda se vuelve más suave con respecto a los otros meses mencionados anteriormente.

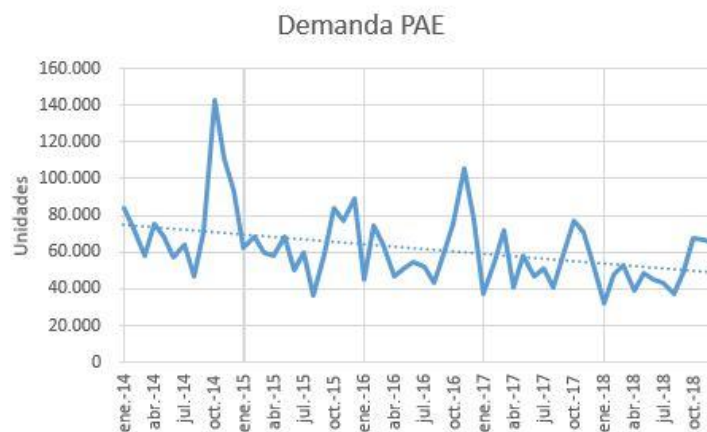


Figura 15: Demanda de la familia de productos PAE

5.3.1 Método de las Medias Móviles Simples

El método de las medias móviles simples es el primero que se usará para analizar la previsión de la demanda de la familia de productos PAE.

Como el método de las medias móviles simples se aplica a aquellas series de tiempo con demanda nivelada, y la familia de productos PAE sigue una demanda estacional, se va a suponer que la demanda de la familia de productos PAE es nivelada.

Se ha decidido usar un período de longitud de $N=3$ meses entre otras opciones. En la Tabla 15 se pueden observar cómo varía el ECM dependiendo de la longitud de los períodos usados para el cálculo del promedio y, en conclusión, se ha elegido $N=3$ meses debido a aquel cuyo resultado presenta un menor $ECM=451.934.055$.

Tabla 15: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos PAE

N	Error Cuadrático Medio
3	451.934.055
4	459.427.970
5	453.630.733
6	458.679.162

De la gráfica de la Figura 16, se puede analizar que el método de las medias móviles simples consigue alisar levemente la demanda a lo largo de los años, pero realiza ese alisamiento con un período de retraso, lo que provoca que el error entre la previsión de la demanda y la demanda real de la empresa sea enorme en algunos meses tal y como se ve en la gráfica, y como consecuencia el ECM es muy elevado.

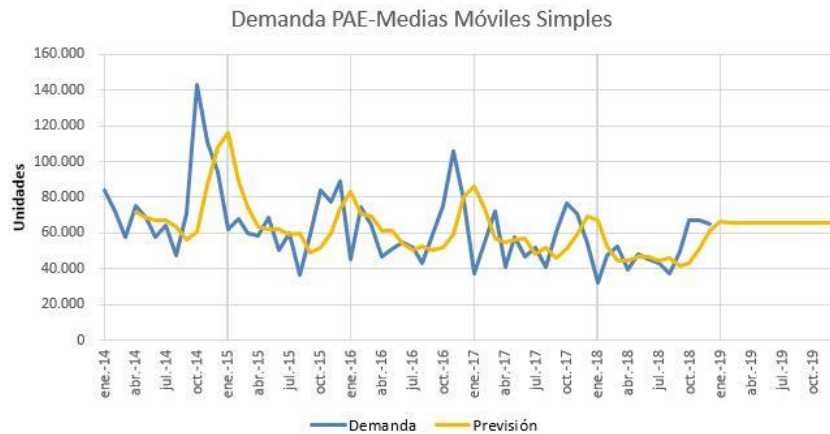


Figura 16: Previsión de la familia de productos PAE según método de las Medias Móviles Simples

Al aplicarse el método de las medias móviles simples en series temporales con demanda regular, la previsión será una demanda constante a lo largo de 2019. Como la demanda real sigue una demanda estacionaria, la previsión usando este método no será precisa para el año 2019.

5.3.2 Método de Ajuste Exponencial Simple

El método de ajuste exponencial doble, al igual que el de las medias móviles simples, se emplea en aquellas series de tiempo que se caracterizan por tener una demanda regular o nivelada. Como la familia de productos PAE sigue una estructura de demanda estacional, se va a considerar para ejecutar este método que dicha familia tiene una demanda regular.

Se ha optado por usar un Alfa=0,5 debido a que, comparado con otros valores de Alfa, el ECM es el menor de todos ellos (ECM=365.520.368). En la Tabla 16 se muestra un resumen de los ECM según los valores de Alfa.

Tabla 16: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos PAE

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	369.021.329
0,30	366.787.391
0,50	365.520.368
0,70	368.192.460

En la Figura 17, se percibe que la previsión calculada con el método de ajuste exponencial simple consigue alisar levemente la demanda usando Alfa=0,5. Si se hubiera optado por un valor menor, la previsión sería aún más suave, lo que provocaría un aumento del error, sobre todo en los períodos donde la demanda real presenta mayor oscilación. Y si se aumenta el valor de Alfa, responderá mejor a las oscilaciones, aunque eso no quiere decir que la previsión sea más exacta.

A pesar de ello, como se ve en la Tabla 16, el ECM sigue siendo muy elevado para cualquiera de los valores de Alfa.

Además, debido a que el modelo de ajuste exponencial simple sigue una configuración de demanda constante, el pronóstico de ventas para el año 2019 es constante, y ese resultado podría considerarse impreciso observando las irregularidades que muestra la demanda histórica de la familia de productos PAE desde el año 2014.

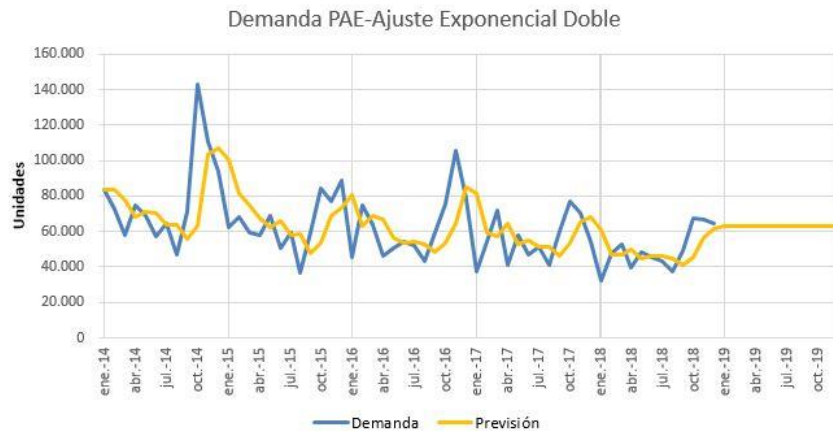


Figura 17: Previsión de la familia de productos PAE según método de Ajuste Exponencial Simple

5.3.3 Método de las Medias Móviles Dobles

Ahora, se asignará el método de las medias móviles dobles a los productos de la familia PAE. Para ello se supondrá que la estructura de la demanda de la familia de productos PAE es una serie con tendencia lineal, es decir, los datos de la demanda crecen o decrecen linealmente con el tiempo: $D_t = D + p_t + E_t$

Como se contempla en la Tabla 17, de las dos alternativas posibles, aquella con una longitud de período $N=6$ meses es el que menor ECM presenta ($ECM=553.552.164$), y es el que se ha utilizado para analizar este método.

Tabla 17: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos PAE

N	Error Cuadrático Medio
3	766.017.880
6	553.552.164

Tal y como se puede apreciar en la gráfica de la Figura 18, la demanda prevista no se ajusta correctamente a la demanda real, lo que provoca grandes errores y, consecuencia de ello, un elevado ECM.

La demanda prevista sigue un patrón cada año, con una bajada considerable a principio de año hasta octubre, y otra subida desde el mes de octubre hasta el comienzo del siguiente año.

El problema está en que el método, al usar el promedio de los promedios de los últimos 6 meses de la demanda real, depende mucho de la demanda que pertenece a ese rango de meses recientes por lo que, si ocurre un cambio drástico en la demanda en un período, el método no podrá predecirlo con exactitud.

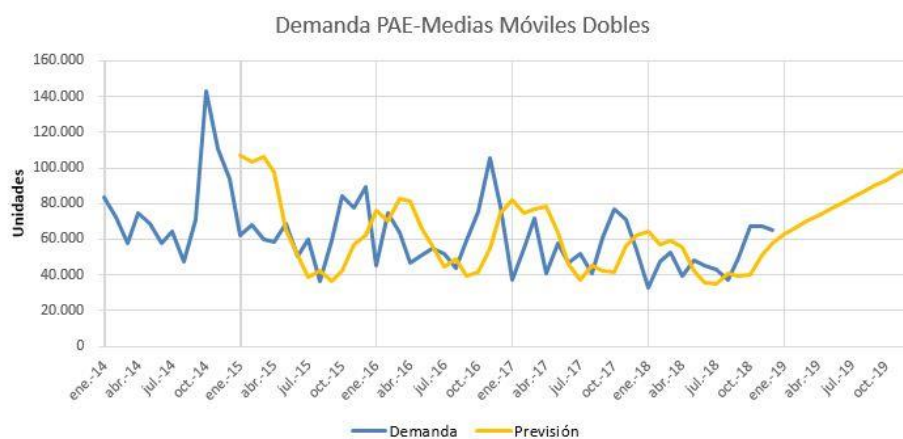


Figura 18: Previsión de la familia de productos PAE según método de las Medias Móviles Dobles

El método de las medias móviles dobles funciona correctamente en aquellas series temporales con demanda con tendencia lineal. Puesto que la demanda de la familia de productos PAE sigue una demanda estacional, y no con tendencia lineal, el método de las medias móviles dobles no calculará una previsión adecuada para el año 2019, tal y como se ve en la Figura 18.

5.3.4 Método de Ajuste Exponencial Doble

Para poder usar el método de ajuste exponencial doble, se supondrá que la familia de productos PAE sigue una demanda con tendencia lineal, pues es la característica principal de los modelos que suelen emplear el método de ajuste exponencial doble.

Como se puede observar en la Tabla 18, el ECM aumenta a medida que incrementa el valor de Alfa. De todos los valores de Alfa que se han probado, el mejor resultado se obtiene con Alfa=0,1 con ECM=438.999.981.

Tabla 18: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos PAE

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	438.999.981
0,20	540.032.046
0,30	623.787.623
0,40	696.546.057
0,50	769.048.101
0,60	847.703.797
0,70	935.864.891

Este método de previsión de la demanda consigue alisar la previsión de la demanda histórica, a medida que va disminuyendo el valor de Alfa. Con valores altos de Alfa, la previsión de la demanda presentaría un mayor número de oscilaciones a lo largo del tiempo, y eso llevaría a una mayor diferencia entre la demanda real y la demanda prevista, provocando el aumento del ECM.

Los resultados de la previsión de la demanda con Alfa=0,1 siguen un patrón con tendencia negativa a lo largo de los períodos, tal y como se muestra en la Figura 19. A medida que se va avanzando en el tiempo, debido al bajo valor del Alfa, la curva de la previsión se va convirtiendo cada vez más uniforme, y es por eso que en el año 2019 la previsión de la demanda sigue una tendencia lineal negativa, pero con muy poca variación.

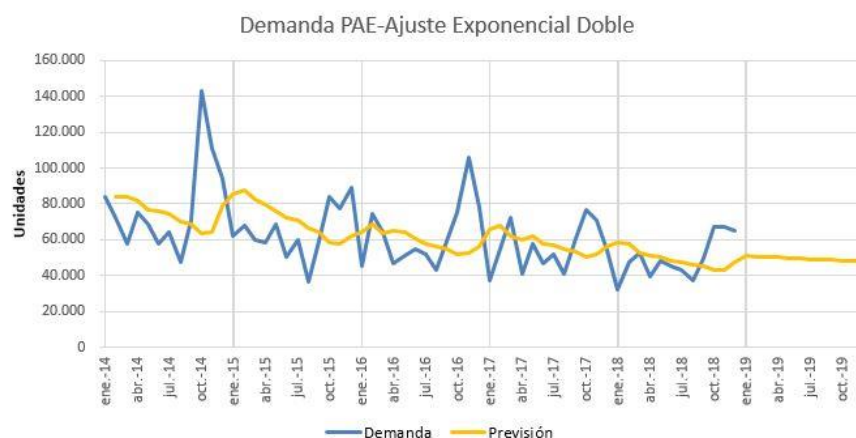


Figura 19: Previsión de la familia de productos PAE según método de Ajuste Exponencial Doble

En definitiva, como la familia de productos PAE tiene una demanda estacional, no es apropiado utilizar el método de ajuste exponencial doble debido a que la demanda prevista para 2019 no presenta apenas oscilaciones, sino que sigue una tendencia lineal negativa, y se intuye que en 2019 haya una demanda con fluctuaciones al igual que en los periodos anteriores de la demanda real.

5.3.5 Método de Holt Lineal

Al emplear el método de Holt Lineal, las series de tiempo deben poseer una estructura con tendencia lineal. La familia de productos PAE no posee dicha estructura, así que se considerará que tiene estructura con tendencia lineal para poder aplicar este método.

En la tabla 19 se recogen los ECM resultados de emplear diferentes combinaciones de los valores de Alfa y Beta. Se puede ver que el mejor resultado coincide con los valores Alfa=0,1 y Beta=0,05 donde el ECM es el menor de todos (ECM=361.927.298).

Tabla 19: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos PAE

Alfa	Beta	Error Cuadrático Medio
0,10	0,01	363.395.525
0,10	0,05	361.927.298
0,10	0,10	367.785.656
0,20	0,01	366.468.895
0,20	0,05	376.438.297
0,20	0,10	391.406.226
0,30	0,01	369.654.850
0,30	0,05	383.114.720
0,30	0,10	401.397.791
0,50	0,01	369.004.981
0,50	0,05	383.309.293
0,50	0,10	401.588.101
0,70	0,01	371.689.806
0,70	0,05	385.732.700
0,70	0,10	403.303.252

Se puede analizar de la gráfica de la Figura 20 cómo el método de Holt, con los parámetros escogidos, consigue suavizar enormemente la demanda histórica de la familia de productos PAE. En el método de Holt lineal, la previsión depende mucho de la demanda prevista anterior, por lo que si esa última no presenta un cambio enorme, la previsión siguiente será parecida con un leve cambio, y así seguirá a lo largo del tiempo.

Al alisar la curva de la demanda, el error es considerablemente grande, pero es menor que otros valores que pronostican una demanda con mayor número de oscilaciones, y si no son precisas esas previsiones oscilatorias a lo largo del tiempo, pueden provocar un coste altísimo.

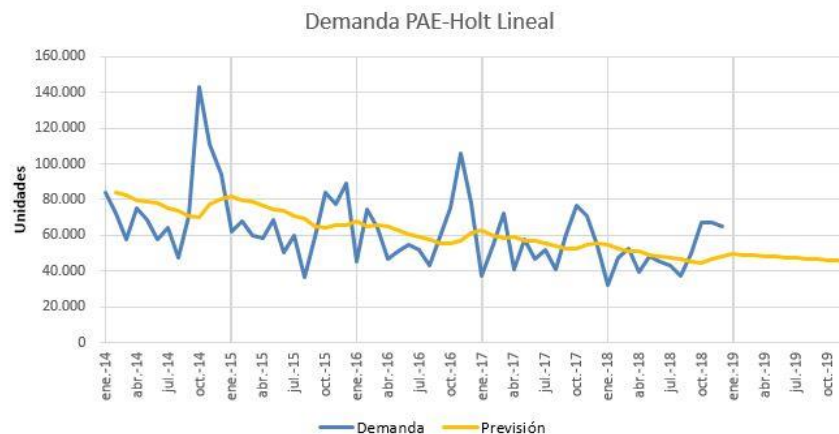


Figura 20: Previsión de la familia de productos PAE según método de Holt Lineal

El método de Holt Lineal está destinado a aquellas series temporales cuya demanda sea con tendencia lineal, ya sea positiva o negativa. La demanda de la familia de productos PAE, al poseer una estructura estacional, no sería correcto aplicar el método de Holt Lineal pues provocará una previsión imprecisa para el año 2019.

5.3.6 Método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters se emplea en aquellas series de tiempo con una estructura estacional. Como la familia de productos PAE presenta una demanda estacional, a priori este método debería ser eficaz y proporcionar una previsión coherente.

Al emplearse tres parámetros en el cálculo de la previsión (Alfa para el nivel de demanda, Beta para el factor de tendencia, y Gamma para el factor estacionalidad) existen un sinfín de combinaciones posibles para calcular la previsión de la demanda. En la Tabla 20 se muestran varias combinaciones de parámetros que pueden resultar razonables. Se ha escogido los siguientes valores porque el ECM es el menor entre todas las combinaciones de valores: Alfa=0,1 Beta=0,1 Gamma=0,6 con ECM=128.373.103.

Se puede observar que el ECM es muy bajo si se relaciona con el ECM de otros métodos de previsión.

Tabla 20: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos PAE

Alfa	Beta	Gamma	Error Cuadrático Medio
0,10	0,10	0,10	158.635.417
0,10	0,10	0,20	146.623.395
0,10	0,20	0,10	156.142.880
0,10	0,20	0,20	144.940.403
0,10	0,10	0,60	128.373.103
0,30	0,10	0,10	186.693.424
0,30	0,20	0,10	194.610.667
0,30	0,10	0,20	173.099.686
0,30	0,20	0,20	180.083.548
0,50	0,10	0,10	230.564.318
0,50	0,20	0,10	244.999.702
0,50	0,10	0,20	216.181.379
0,50	0,20	0,20	229.413.001
0,70	0,10	0,10	286.990.824
0,70	0,20	0,10	309.334.469
0,70	0,10	0,20	274.419.130
0,70	0,20	0,20	295.615.049

Analizando la Figura 21, previsión de la demanda se ajusta con gran precisión a la demanda histórica. Existen similares oscilaciones de la demanda en los muchos períodos, y la previsión de 2019 también presenta cambios en la demanda que pueden ser acordes a la demanda.

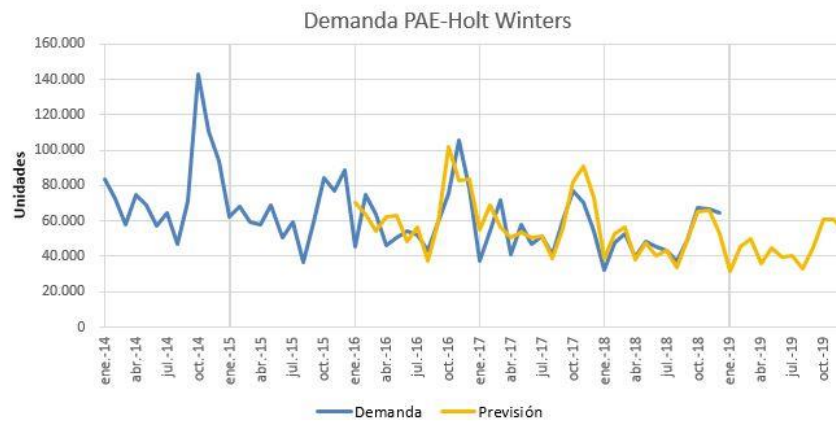


Figura 21: Previsión de la familia de productos PAE según método de Holt-Winters

5.3.7 Comparación de todos los métodos de previsión

La Figura 22 recoge todas las curvas de las diferentes técnicas de previsión de la demanda y también se muestra la demanda real de la familia PAE.

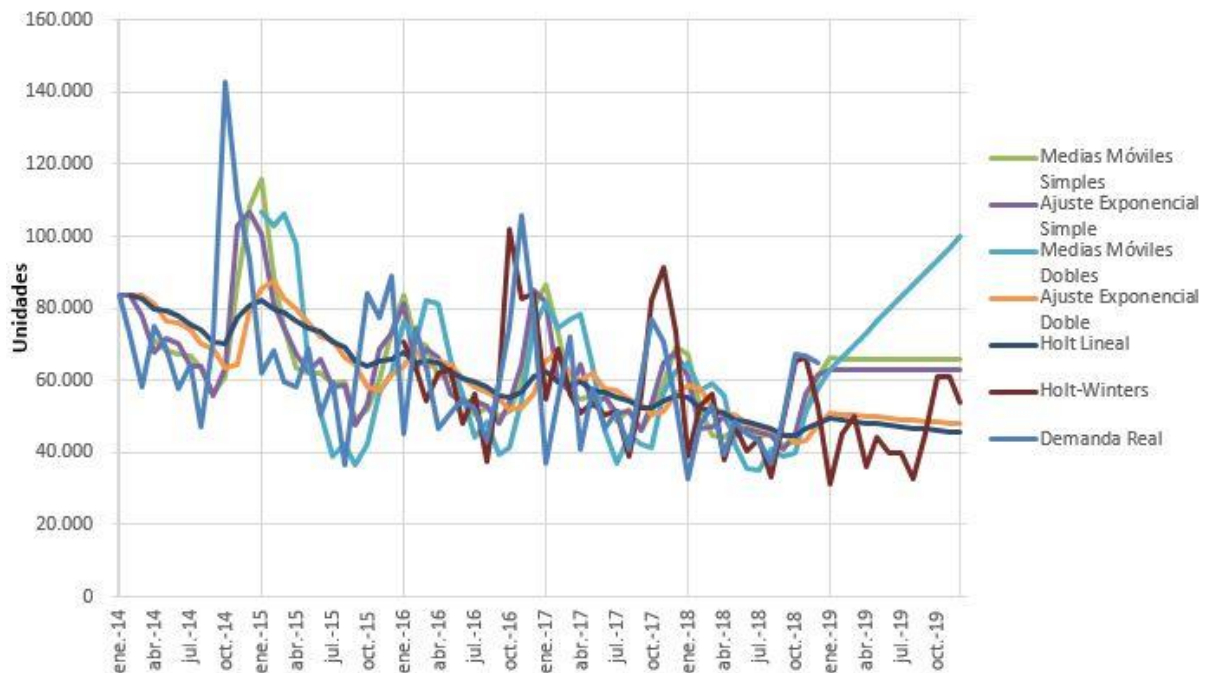


Figura 22: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos PAE

Se puede extraer del gráfico que casi todos los métodos, exceptuando el método de ajuste exponencial doble y el método de Holt Lineal, presentan muchas oscilaciones a lo largo del tiempo hasta diciembre de 2018. La mayoría de métodos prevé máximos en la demanda aproximadamente en los meses de octubre o noviembre, luego una bajada en enero, y unas ventas mínimas en julio o agosto, todos los años desde 2014 hasta 2018.

En el año 2019, cada uno de las técnicas de previsión sigue se estructura para calcular la previsión de la demanda.

Aquellos métodos con demanda nivelada, representan en la gráfica una previsión de la demanda con una estructura de ventas constante, como se puede ver en los métodos de Medias Móviles Simples y de ajuste Exponencial Simple.

Los métodos que siguen una demanda con tendencia lineal, presentan una previsión de ventas con una gran tendencia positiva en el caso del modelo de Medias Móviles Dobles, ya que la pendiente es grande y positiva; y en los métodos de Ajuste Exponencial Doble y de Holt Lineal, la demanda prevista sigue una tendencia ligeramente negativa.

Los modelos analizados anteriormente prevén una demanda muy dispar en comparación de la demanda real de los años anteriores. Se presiente que la demanda en 2019 tendrá una estructura estacional al igual que entre los años 2014 y 2018, por lo que las precisiones de los modelos previos no serán precisas.

El método de Holt-Winters es la única técnica de previsión que se ajusta con mayor precisión a la demanda histórica de la familia de productos PAE, siguiendo el mismo patrón que ésta última desde enero de 2016 hasta diciembre de 2018. Esto es debido a que la estructura estacional que presenta la demanda de la familia de productos PAE coincide con los modelos con los que se emplea el método de Holt-Winters.

En la Tabla 21 se observa cómo el método de Holt-Winters presenta el menor ECM entre todos los métodos de previsión que se han utilizado para pronosticar la demanda de la familia de productos PAE.

Entonces, el método de Holt-Winters es la técnica de previsión más eficiente a la hora de calcular la previsión para el año 2019 de la familia de productos PAE.

Tabla 21: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos PAE

Métodos de previsión	Error Cuadrático Medio
Medias Móviles Simples	451.934.055
Ajuste Exponencial Simple	365.520.368
Medias Móviles Dobles	553.552.164
Ajuste Exponencial Doble	438.999.981
Holt Lineal	361.927.298
Holt-Winters	128.373.103

Por lo tanto, al haber elegido el método de Holt-Winters como técnica de predicción, la previsión de la demanda para el año 2019 de la familia de productos PAE sería la siguiente:

Tabla 22: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos PAE según método de Holt-Winters

Año 2019	Demanda de la familia de productos PAE (Uds.)
Enero	31.370
Febrero	45.381
Marzo	49.969
Abril	35.949
Mayo	44.449
Junio	39.943
Julio	39.993
Agosto	32.747
Septiembre	45.001
Octubre	60.921
Noviembre	60.938
Diciembre	54.112

Seguidamente, se realizará la desagregación de la previsión de la demanda del año 2019 de la familia de productos PAE en sus productos individuales.

5.3.8 Desagregación de la familia PAE en los productos finales

En la Tabla 23 se muestra la previsión de la demanda mensual del año 2019 de los productos individuales que forman la familia de productos PAE.

Tabla 23: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos PAE

Fecha	Cafeteras	Grill	Tostadores	Batidoras	Freidoras	Licadoras	Cortafiambres	Microondas pequeños	Aspiradoras	Cuidado Personal	Planchas	Pequeño Aparato	Familia PAE
ene-19	4.609	4.345	4.850	1.701	1.234	2.932	1.617	1.534	1.366	2.788	1.593	2.765	31.334
feb-19	6.682	4.409	6.491	2.904	1.661	5.504	1.575	1.872	1.529	4.820	3.261	4.659	45.367
mar-19	7.379	3.315	7.838	4.549	1.485	5.342	1.050	2.631	2.417	6.124	4.166	3.700	49.995
abr-19	5.205	2.770	5.422	3.605	961	3.197	948	1.900	1.520	4.750	3.125	2.544	35.947
may-19	5.873	3.847	6.060	3.799	906	4.627	1.012	2.426	1.642	5.810	5.256	3.206	44.464
jun-19	6.251	3.606	5.563	3.928	1.151	3.741	1.000	1.874	1.697	4.367	4.412	2.378	39.968
jul-19	6.300	4.172	5.200	3.628	1.258	2.996	918	1.664	1.483	4.271	5.760	2.355	40.004
ago-19	5.147	2.965	4.431	3.447	906	2.846	851	1.528	1.237	3.069	4.030	2.317	32.775
sep-19	7.410	3.732	5.826	3.906	1.322	3.279	1.120	1.822	2.316	5.749	5.164	3.382	45.028
oct-19	8.671	5.401	6.008	6.078	1.769	4.509	1.462	2.934	2.992	9.724	7.138	4.252	60.938
nov-19	8.955	5.719	8.023	5.333	1.904	4.128	1.412	3.204	3.244	8.847	5.470	4.718	60.958
dic-19	8.763	5.016	5.923	4.396	1.595	4.724	1.622	2.093	2.291	7.130	5.865	4.728	54.146

5.4. Familia de productos Ventilación

En la Figura 23 se observa la demanda de la familia de productos Ventilación. La familia Ventilación sigue una demanda estacional, con una leve tendencia decreciente. El patrón es curioso, pues los clientes solo adquieren productos de ventilación en épocas de temperaturas altas o cálidas. Por eso hay períodos donde no se realiza ninguna venta., sobre todo en los meses de las estaciones de otoño e invierno.

En consecuencia, los períodos de meses de primavera y verano son aquellos en los que se realizan ventas de productos de esta familia. Se puede observar en la gráfica cómo en mayo o junio se presentan las ventas máximas en casi todos los años desde 2014.

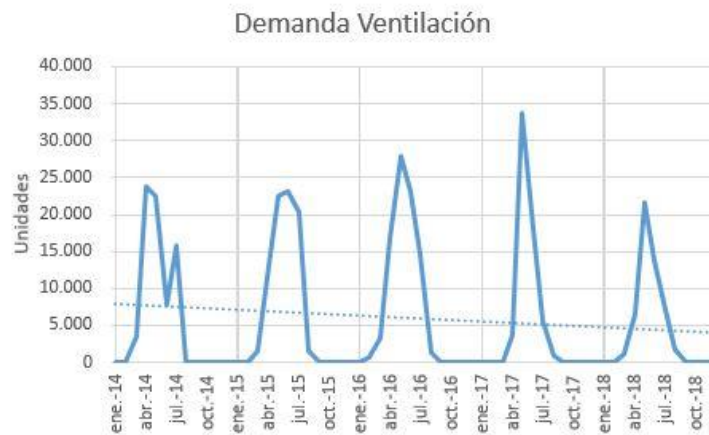


Figura 23: Demanda de la familia de productos Ventilación

5.4.1 Método de las Medias Móviles Simples

Para aplicar el método de las medias móviles simples, se va a suponer que la demanda de la familia de productos Ventilación va a ser nivelada, es decir, la demanda de dicha familia sigue el siguiente modelo: $D_t = D + E_t$

Para la realización de la previsión usando este método, se ha elegido utilizar un período para el promedio de $N=3$ meses. Como se puede comprobar en la Tabla 24, el período de 3 meses es el que mejor resultado ofrece al poseer un ECM menor que las otras opciones cuyo valor es 107.948.065.

Tabla 24: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Ventilación

N	Error Cuadrático Medio
3	107.948.065
4	113.785.295
5	116.673.723
6	120.853.153

En la gráfica de la Figura 24 se puede observar la evolución de la previsión de la demanda usando el método de las medias móviles simples. La previsión utiliza los datos históricos de los últimos 3 meses para realizar el promedio, lo que provoca que la demanda prevista se ajuste a la demanda real con un mes de retraso. Eso significa que, ante cambios bruscos de la demanda, este método no puede calcular previsiones precisas. Un ejemplo de ello es la enorme diferencia entre la demanda real y prevista que existe en el mes de Mayo de 2017, mostrado en la Figura 24.

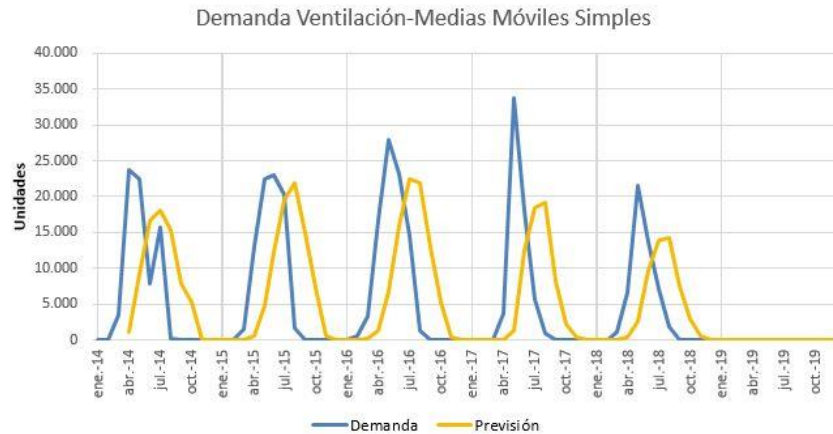


Figura 24: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de las Medias Móviles Simples

Para el año 2019 la previsión de la demanda será nula y constante a lo largo de dicho año debido a que los datos que se utilizan para calcular el pronóstico en 2019 son nulos.

En conclusión, el método de las medias móviles simples es eficaz cuando la serie de tiempo tiene una estructura regular o nivelada. Como la familia de productos Ventilación posee una demanda estacional, y no nivelada, el método no sería efectivo para esta familia.

5.4.2 Método de Ajuste Exponencial Simple

Aquellas series temporales que emplean el método de previsión de ajuste exponencial simple tienen una configuración regular o nivelada. Para poder utilizar este método, se imaginará que la demanda de la familia de productos Ventilación es constante.

Como se puede analizar de la Tabla 25, el mejor parámetro para pronosticar la demanda con este método es Alfa=0,7 porque su ECM es el más bajo de todos los parámetros probados (ECM=71.265.869).

Tabla 25: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Ventilación

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	92.256.652
0,30	89.532.926
0,50	79.944.116
0,70	71.265.869

De la Figura 25 se puede extraer que el método suaviza ligeramente la demanda real de la familia de productos Ventilación. Además, se ajusta a la demanda con un período de demora. Esto, al igual que el método de las medias móviles simples, provoca que haya grandes errores en la previsión debido a que el método de ajuste exponencial doble no responde con efectividad a la aleatoriedad en la demanda. Más bien utiliza los datos del pasado para pronosticar un valor similar a la demanda anterior.

Asimismo, como el método de ajuste exponencial se usa en estructuras niveladas y también depende mucho de los datos antiguos más recientes, la previsión de la demanda para el año 2019 será constante a partir del último mes con datos históricos, diciembre de 2018. Como la demanda en los últimos meses de 2018 es nula, entonces la previsión de la demanda para principios de 2019 y para todo el año será también cero.

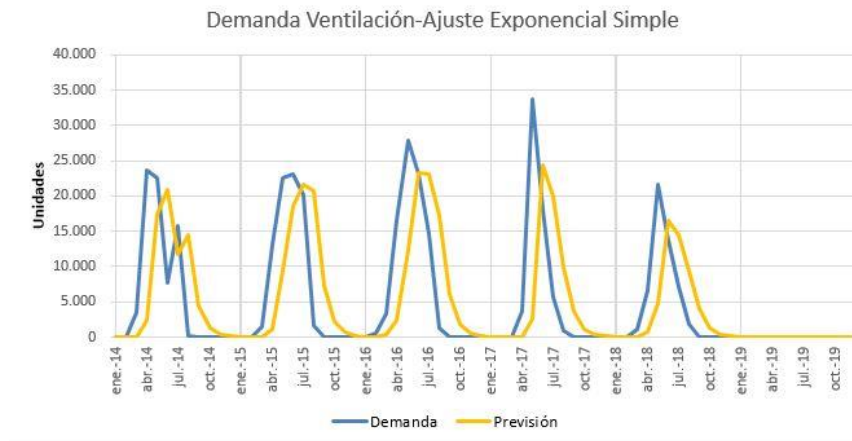


Figura 25: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Ajuste Exponencial Simple

En definitiva, el método de ajuste exponencial no es correcto a la hora de aplicarlo sobre una serie temporal con demanda estacional como la que sigue la demanda de la familia de productos Ventilación.

5.4.3 Método de las Medias Móviles Dobles

El método de las medias móviles dobles es apropiado de aplicar en aquellas series temporales con demanda con tendencia lineal. Se considerará que la demanda de la familia de productos Ventilación posee una demanda con tendencia lineal para poder calcular el pronóstico de la demanda usando esta técnica de previsión.

A la hora de elegir el número de períodos para realizar los promedios, se ha comparado el ECM de cada una de las dos alternativas recogidas en la Tabla 26. Se ha elegido un período de $N=3$ meses porque el ECM es más bajo que el período de 6 meses ($ECM=130.651.241$).

Tabla 26: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Ventilación

N	Error Cuadrático Medio
3	130.651.241
6	170.383.200

El método depende mucho de los datos recientes de la demanda real. Se puede demostrar en la gráfica de la Figura 26 cómo la previsión no se ajusta a la demanda real. Sigue un patrón similar, pero los valores desvarían mucho de la realidad. Es por eso que el ECM de este método es más elevado que los anteriores.

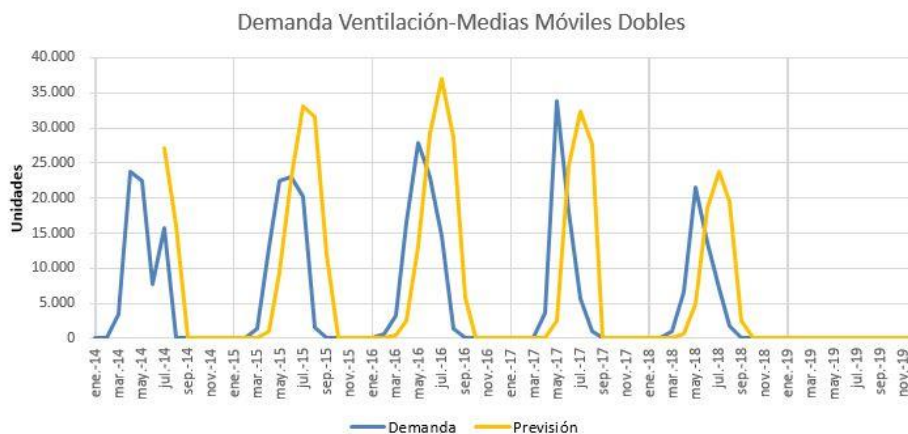


Figura 26: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de las Medias Móviles Dobles

Respecto a la previsión de la demanda de 2019, la demanda sigue una tendencia negativa, pero al llegar al valor de cero unidades en noviembre de 2018, se vuelve constante debido a que no existen valores de unidades menores que cero, es decir, no existen unidades de ventas negativas.

El método de las medias móviles dobles no es preciso respecto a la demanda de la familia de productos Ventilación ya que la estructura de la familia es estacional, y el método se usa en series temporales con demanda con tendencia lineal.

5.4.4 Método de Ajuste Exponencial Doble

El método de ajuste exponencial doble se usa en aquellas demandas que siguen una tendencia lineal. Para poder aplicarlo sobre la familia de productos Ventilación, se considerará que tiene una estructura con tendencia lineal.

Se ha escogido usar como parámetro Alfa=0,1 debido a que su ECM, cuyo valor es $ECM=121.925.759$, es el más bajo de los demás valores de Alfa que se han probado, mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Ventilación

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	121.925.759
0,20	152.079.165
0,30	169.769.800
0,40	176.839.168
0,50	179.296.803
0,60	181.153.624
0,70	184.108.409

El método consigue alisar la demanda histórica con el valor Alfa=0,1. Se puede observar en la Figura 27 un patrón estacional que se repite cada año, con subidas entre mayo y septiembre, y bajadas entre octubre y abril.

El problema está en el posicionamiento de dicho patrón a lo largo del tiempo, pues no coincide en absoluto con el patrón estacional de la demanda real. En la gráfica se puede analizar cómo coincide el punto máximo de la demanda real en un año con el punto mínimo de la previsión, y eso desencadena un gran error en el pronóstico.

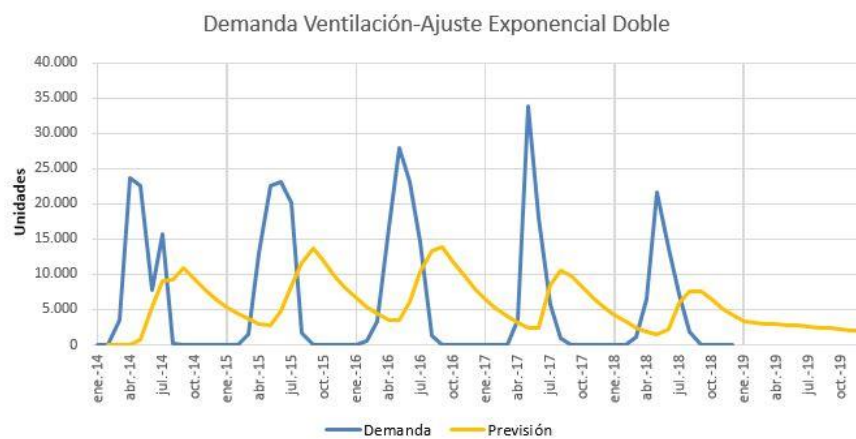


Figura 27: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Ajuste Exponencial Doble

Hay que añadir que el pronóstico de las ventas del año 2019 sigue una tendencia lineal negativa a lo largo del año. Teniendo en cuenta los datos de los años anteriores, donde la demanda es nula en los meses fríos y crecen las ventas en los meses más calurosos, se puede intuir que la previsión del método de ajuste exponencial doble será muy imprecisa para el año 2019.

5.4.5 Método de Holt Lineal

Para aplicar el método de Holt Lineal, se va a suponer que la demanda de la familia de productos Ventilación sigue alguna tendencia lineal, ya sea positiva o negativa. Eso es debido a que el método de Holt Lineal se emplea en aquellas series de tiempo con una estructura con tendencia lineal.

A la hora de implementar el método, se han probado varias combinaciones de los valores de los parámetros utilizados en el método. Para elegir los parámetros más eficientes, hay que comprobar cuál combinación posee el ECM más bajo. La Tabla 28 recoge algunas alternativas, y se puede observar que $ECM=72.078.012$ es el más pequeño, y sus parámetros son $\text{Alfa}=0,7$ y $\text{Beta}=0,01$.

Tabla 28: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Ventilación

Alfa	Beta	Error Cuadrático Medio
0,10	0,01	92.959.218
0,10	0,05	95.077.148
0,10	0,10	97.041.862
0,20	0,01	93.120.501
0,20	0,05	96.809.584
0,20	0,10	101.874.734
0,30	0,01	90.682.710
0,30	0,05	95.300.633
0,30	0,10	101.698.842
0,50	0,01	80.986.471
0,50	0,05	85.176.008
0,50	0,10	90.644.415
0,70	0,01	72.078.012
0,70	0,05	75.277.948
0,70	0,10	79.202.055

Con esos parámetros, se calcula la previsión de la demanda representada en la gráfica de la Figura 28. Se puede afirmar que el método de Holt Lineal alisa ligeramente la demanda histórica. Además, posee un patrón similar a la demanda histórica de la familia de productos Ventilación, pero dichos patrones no coinciden temporalmente. Es por ello que el error de la previsión es considerablemente grande, ya que en algunos meses la diferencia es muy amplia, sobre todo en aquellos períodos de crecimiento o de decrecimiento.

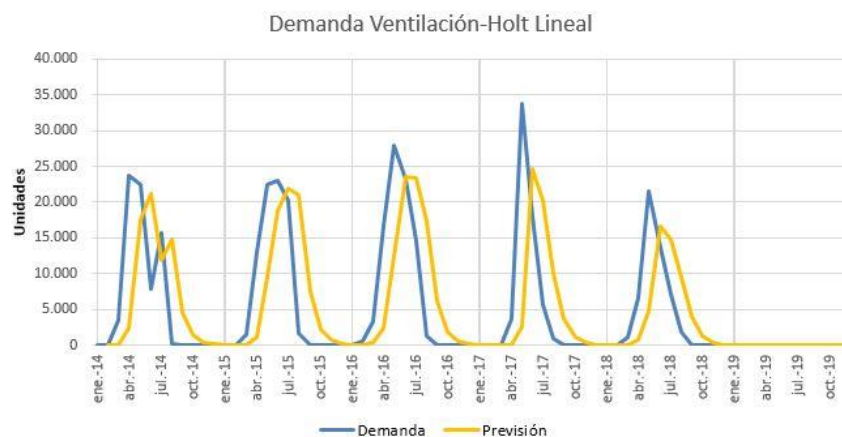


Figura 28: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Holt Lineal

La técnica realiza una previsión de la demanda del año 2019 inexacta, ya que el modelo pronostica que la demanda en 2019 va a ser nula. La previsión con el método de Holt Lineal depende de los datos del pasado más recientes por lo que, sabiendo que a finales de 2018 la demanda histórica es nula, va a prever que la demanda al principio de 2019, y por consiguiente en todo 2019, es nula.

El método de Holt Lineal se emplea en series de tiempo que siguen un modelo con tendencia lineal. Entonces, como la demanda de la familia de productos Ventilación posee una demanda estacional, no sería correcto utilizar el método de Holt Lineal pues provocará una previsión muy imprecisa para el año 2019. Tan solo hay que mirar la gráfica y, observando que la demanda desde 2014 es estacional, entonces en 2019 será también parecida a los otros años.

5.4.6 Método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters se aplica en series de tiempo con una estructura estacional. En principio sería el método más preciso debido a que la familia de productos Ventilación sigue una demanda con estructura estacional.

Se ha calculado la previsión de la demanda con los siguientes parámetros: Alfa=0,1 Beta=0,1 Gamma=0,9. Con estos valores, el ECM es el menor de todos los errores calculados mediante otras estimaciones de los parámetros, que se muestran en la Tabla 29. Con los valores escogidos, el ECM es igual a 34.805.407.

Tabla 29: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Ventilación

Alfa	Beta	Gamma	Error Cuadrático Medio
0,10	0,10	0,10	49.712.445
0,10	0,10	0,20	48.741.654
0,10	0,20	0,10	57.549.635
0,10	0,20	0,20	56.290.735
0,10	0,10	0,70	40.333.136
0,10	0,10	0,90	34.805.407
0,30	0,10	0,10	61.905.021
0,30	0,20	0,10	67.632.972
0,30	0,10	0,20	99.864.992
0,30	0,20	0,20	60.733.161
0,50	0,10	0,10	55.279.238
0,50	0,20	0,10	60.955.140
0,50	0,10	0,20	54.234.551
0,50	0,20	0,20	60.720.568
0,70	0,10	0,10	50.800.688
0,70	0,20	0,10	53.085.408
0,70	0,10	0,20	50.561.835
0,70	0,20	0,20	51.541.672

Se puede analizar de la gráfica de la Figura 29 cómo la previsión del método de Holt-Winters, usando los valores de los parámetros escogidos, se ajusta con una clara precisión a la demanda real de la familia de productos Ventilación.

Se observa que en 2017 no pronostica correctamente la demanda, sobre todo en mayo donde la diferencia es enorme. En cambio, en el año 2018 la previsión de la demanda se ajusta con una enorme exactitud a la demanda histórica, con un error levemente apreciable.

La previsión para el año 2019 sigue una estructura similar a la de los años anteriores. En abril habría una subida de ventas hasta obtener un máximo en mayo o junio, y volvería a decaer a partir de agosto, coincidiendo con el final de los meses calurosos. A partir de entonces, la demanda de productos de Ventilación sería muy baja o incluso nula.

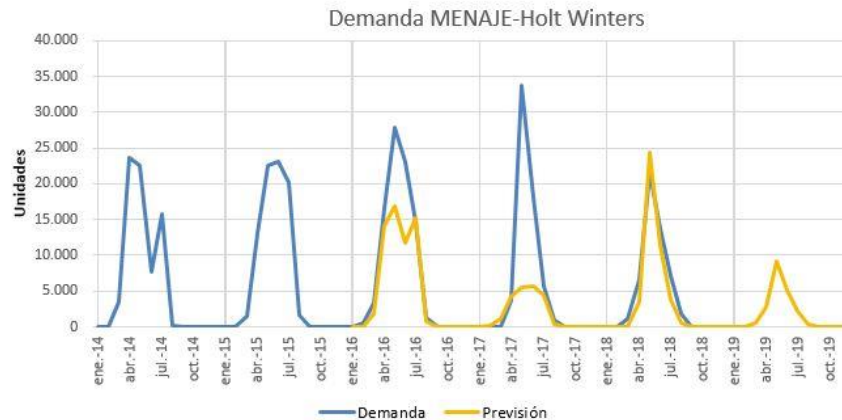


Figura 29: Previsión de la familia de productos Ventilación según método de Holt-Winters

5.4.7 Comparación de todos los métodos de previsión

La Figura 30 muestra las previsiones de la demanda de todos los métodos aplicados a la familia de productos Ventilación.

Se puede observar que todas las previsiones siguen un patrón similar cada año desde 2014 hasta 2018, con valores altos en los meses más calurosos de cada año, y con ventas muy bajas o incluso nulas en periodos del año con temperaturas más frescas. Esto ocurre en prácticamente todos los métodos de previsión.

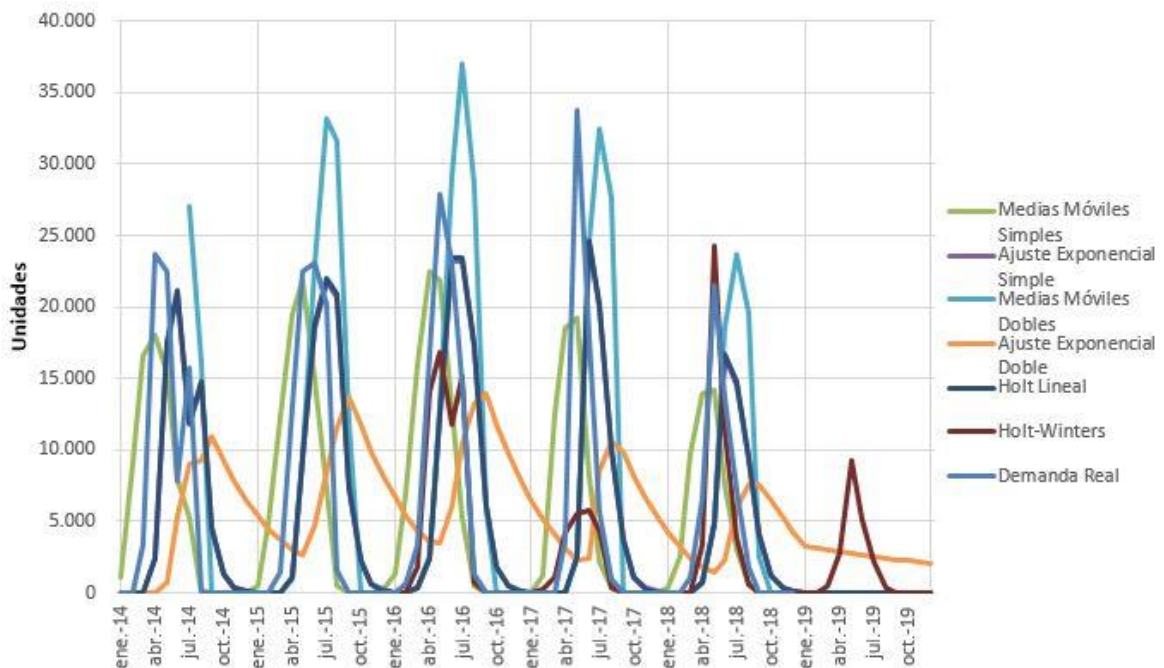


Figura 30: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Ventilación

En cambio, cuando comienza la previsión de 2019 y ya no se poseen datos históricos en ese año, se puede ver previsiones diferentes.

Aquellas técnicas que dependen mucho de los datos históricos más recientes, prevén una demanda constante y nula a lo largo de todos los meses del año 2019. Esas técnicas siguen una estructura nivelada o con tendencia, dependen de los últimos datos del pasado, y sabiendo que esos datos son los meses de noviembre y diciembre de 2018 donde la demanda de productos es nula debido a las bajas temperaturas, entonces la previsión de ventas

será similar a esos dos meses más recientes y por tanto será una demanda nula. Eso ocurre en la mayoría de los modelos de previsión: el método de las Medias Móviles Simples Ajuste Exponencial Simple, Medias Móviles Dobles y método de Holt Lineal.

La excepción es el método de Ajuste Exponencial Doble, que pronostica una demanda con tendencia lineal negativa en 2019.

En cambio, cuando se observa la demanda prevista por el método de Holt-Winters, se observa que sigue el mismo patrón que la demanda real de la familia de productos Ventilación, la cual aumenta sus ventas en abril y mayo, y decrecen en julio hasta no realizar venta alguna a partir de agosto, cuando la temperatura comienza a bajar.

En la Tabla 30 se pueden comparar los ECM resultantes de los pronósticos de los distintos modelos de previsión. Se observa que el método de Holt-Winters es, con diferencia, el que menor ECM da como resultado entre todas las técnicas de previsión.

Tabla 30: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Ventilación

Métodos de previsión	Error Cuadrático Medio
Medias Móviles Simples	107.948.065
Ajuste Exponencial Simple	71.265.869
Medias Móviles Dobles	130.651.241
Ajuste Exponencial Doble	121.925.759
Holt Lineal	72.078.012
Holt-Winters	34.805.407

Así que se puede afirmar que el método de Holt Winters es el modelo de previsión más preciso a la hora pronosticar el número de ventas de la familia de productos Ventilación para el año 2019, que se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Ventilación según método Holt-Winters

Año 2019	Demanda de la familia de productos Ventilación (Uds.)
Enero	0
Febrero	1
Marzo	505
Abril	2.829
Mayo	9.226
Junio	5.152
Julio	2.164
Agosto	379
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	0

5.4.8 Desagregación de la familia Ventilación en los productos finales

La previsión de los productos individuales Ventilación coincide con la previsión de la familia de productos Ventilación, porque dicha familia solo la componen un tipo de producto: Ventilación. Así que la previsión de la demanda del artículo ventilación sería la mostrada en la Tabla 31.

5.5. Familia de productos Calefacción

Como se muestra en la Figura 31, la demanda de la familia de productos Calefacción sigue un patrón que se repite cada cierto tiempo. Para ser más exactos, las ventas de productos de esta familia crecen enormemente en el mes de septiembre y sufren una bajada considerable aproximadamente en el mes de diciembre, y dichas características se repiten todos los años desde 2014 hasta 2018. Eso quiere decir que la familia de productos Calefacción tiene la estructura de una demanda estacional, con una leve tendencia decreciente. Como consecuencia, los períodos previos a los meses con temperaturas más bajas (diciembre y enero) son los meses con mayor número de ventas de productos de esta familia.

Además, los meses de febrero, marzo, mayo, junio y julio apenas hay demanda de los clientes debido a las altas temperaturas en dichos períodos.

Todos esos factores componen las características de una demanda estacional, así que se puede afirmar que la familia de productos Calefacción posee una demanda con dicha estructura.



Figura 31: Demanda de la familia de productos Calefacción

5.5.1 Método de las Medias Móviles Simples

Se va a suponer que la demanda de la familia de productos Calefacción es nivelada o regular. Dicho esto, se puede aplicar el método de las medias móviles simples.

Para calcular la previsión de la demanda, se han comprobado varias longitudes de tiempo para calcular los promedios que se usan a la hora de calcular la previsión de la demandad. Para escoger el mejor de ellos, hay que analizar qué ECM de dichas variantes es menor. Aquella opción con menor ECM será elegida para calcular la previsión, y ese será $N=3$ meses, pues su $ECM=205.975.124$ es menor que los otros mostrados en la Tabla 32.

Tabla 32: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Calefacción

N	Error Cuadrático Medio
3	205.975.124
4	230.156.470
5	246.561.442
6	258.114.600

La gráfica de la Figura 32 representa la previsión de la demanda de la familia de productos Calefacción según el método de las medias móviles simples. Se puede observar en la gráfica que la previsión sigue una pauta similar a la demanda histórica, con subidas y bajadas considerables una vez al año, alisando levemente la demanda más reciente en un cierto período. Pero ese patrón que se repite a lo largo de los años no se ajusta temporalmente al patrón de los datos reales, lo que provoca grandes errores en muchos períodos.

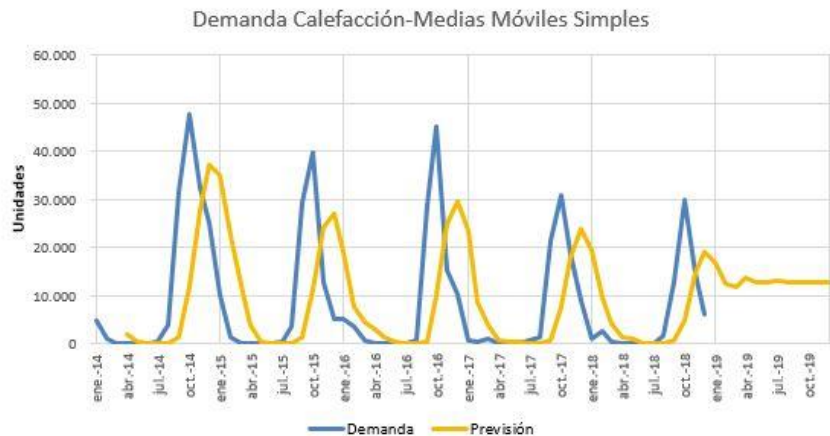


Figura 32: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de las Medias Móviles Simples

Con respecto al año 2019, se puede admirar cómo en enero sigue el mismo patrón de todos los años, pero a medida que avanza el año, la demanda se estabiliza. Eso es debido a que la previsión del método de las medias móviles simples depende mucho de las entradas más recientes, en este caso de los 3 meses anteriores al período pronosticado.

El método es efectivo en casos donde la demanda real sigue una estructura nivelada. La familia de productos Calefacción no posee dicha estructura, sino más bien una demanda estacional, por eso el error de la previsión es tan grande.

5.5.2 Método de Ajuste Exponencial Simple

El método de ajuste exponencial doble, se singulariza por emplearse en series temporales que se caracterizan por tener una demanda regular o nivelada, al igual que el modelo de las medias móviles simples. Como la familia de productos Calefacción sigue una demanda estacional, se considerará que la familia tiene una demanda nivelada para ejecutar este método.

Se ha escogido Alfa=0,7 debido a que es el valor entre otros parámetros que mejor ECM presenta (ECM=132.641.910), pues dicho ECM es más bajo comparado con ECM de los otros valores comprobados, tal y como se ve en la Tabla 33.

Tabla 33: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Calefacción

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	174.002.660
0,30	169.331.214
0,50	150.497.830
0,70	132.641.910

Observando la gráfica de la Figura 33, el método de ajuste exponencial simple consigue alisar levemente la demanda histórica de la familia de productos Calefacción. Pero, como la previsión depende de la última entrada de la demanda más reciente, la previsión de la demanda del método no predice correctamente los cambios bruscos de la demanda, y es por eso por lo que la previsión no se ajusta a la demanda histórica, ocasionando un gran error entre la previsión y la demanda.

Como el método se utiliza en series temporales con demanda nivelada, entonces la demanda prevista seguirá una estructura constante a partir de enero de 2019.

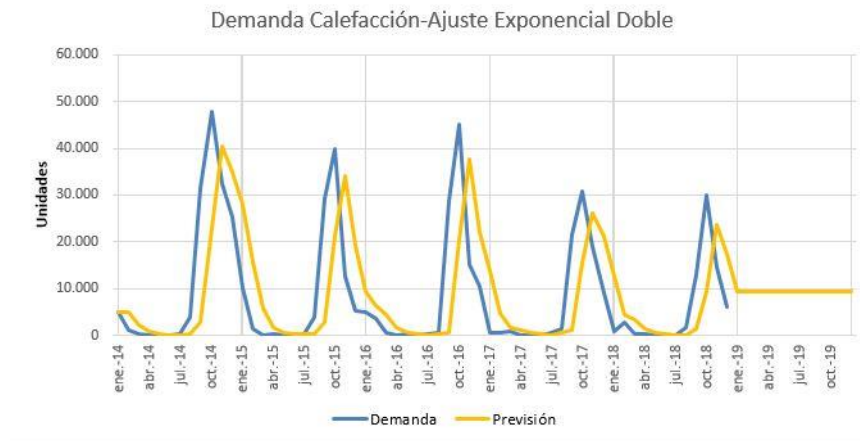


Figura 33: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Ajuste Exponencial Simple

Puesto que la configuración de la demanda de la familia de productos Calefacción es estacional y, por lo tanto, se intuye que en el año 2019 habrá un patrón similar al de los años anteriores; la técnica de previsión de ajuste exponencial doble no será precisa para dicha familia.

5.5.3 Método de las Medias Móviles Dobles

Se imaginará que la demanda de la familia de productos Calefacción sigue una tendencia lineal para poder aplicar el método de las medias móviles dobles.

Para poder analizar la previsión de la demanda según este método, se ha calculado la previsión usando dos períodos para el cálculo de los promedios. Éstos se recogen en la Tabla 34, junto a su respectivo ECM. Se empleará $N=3$ meses porque su $ECM=293.920.906$ es menor que la otra alternativa.

Tabla 34: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Calefacción

N	Error Cuadrático Medio
3	293.920.906
6	333.251.377

En la Figura 34 se puede ver que la previsión sigue una configuración como la demanda histórica de la familia de productos Calefacción, pues en cierto mes la demanda crece con una gran tendencia lineal y, al llegar al punto máximo, la demanda vuelve a decaer con gran pendiente hasta llegar a un mes con ventas mínimas o incluso nulas. Eso es debido a que la previsión calculada por el método de las medias móviles dobles depende muchísimo de la demanda histórica más reciente, en este caso de los datos de los tres meses previos a la previsión.

Además, se observa en la gráfica como la previsión no se ajusta a la línea temporal de la demanda histórica, sino que se retrasa un mes. Esto significa que la previsión es imprecisa, al no ser capaz de prever los cambios aleatorios de la demanda, y provoca que el error de la previsión sea elevado.

Si se observa el período de comprenden los meses del año 2019 en la Figura 34, la demanda se dispara siguiendo una tendencia lineal positiva. Esto ocurre debido a la configuración con tendencia lineal que posee el método de las medias móviles dobles cuando realiza una previsión de la demanda.

Se sospecha que la demanda en 2019 seguirá un modelo parecido a los demás años, con una decadencia de los números de ventas desde enero hasta que en marzo no haya demanda alguna, y con un incremento de la demanda en julio y agosto, alcanzando un máximo aproximadamente en diciembre. Como la previsión de la demanda para 2019 según el método de las medias móviles dobles no sigue ese patrón, se considerará ineficiente dicho modelo para prever la demanda de la familia de productos Calefacción.

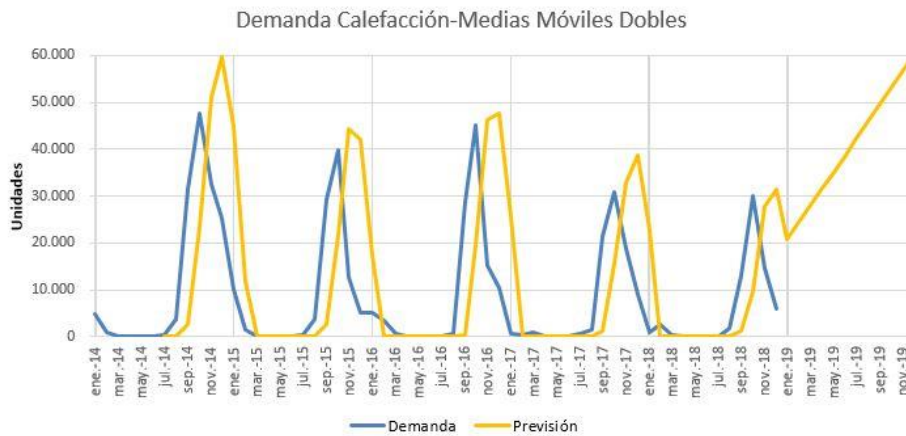


Figura 34: Previsión de la familia Calefacción de productos según método de las Medias Móviles Dobles

5.5.4 Método de Ajuste Exponencial Doble

Para la aplicación del método de ajuste exponencial doble en el cálculo de la previsión de la demanda de la familia de productos Calefacción, se va a suponer que esta familia posee un sistema con tendencia lineal, es decir, que la demanda sigue un crecimiento o decrecimiento lineal a lo largo del tiempo, modelado en la expresión siguiente: $D_t = D + p_t + E_t$

Se han probado varios valores de Alfa para decidir cuál es el mejor parámetro para el cálculo de la previsión. Para ello, se escogerá aquel cuyo ECM sea menor, lo que significará que ese valor de Alfa calcula una previsión con menor error que los demás. De la Tabla 35 se puede extraer que Alfa=0,1 es el que menor ECM tiene como resultado de la previsión (ECM=234.949.591).

Tabla 35: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Calefacción

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	234.949.591
0,20	292.075.048
0,30	326.631.605
0,40	343.298.481
0,50	352.241.145
0,60	360.007.509
0,70	368.777.049

Se puede observar en la Figura 35 como el método consigue alisar la demandan real de la familia de productos Calefacción. La previsión sigue un patrón que se repite cada año, con una bajada al principio y una pequeña subida en los meses finales de cada año. Cada año que pasa el número de ventas es menor, por lo que la previsión de la demanda sigue una tendencia negativa.

Existe una gran diferencia entre la demanda real y la demanda prevista, porque la previsión no se consigue ajustar a la demanda histórica de los productos, y como consecuencia el ECM es enorme.

Este método de previsión se usa en aquellos artículos con una configuración con tendencia, y el resultado predictivo para el año 2019 del modelo es una previsión de la demanda con una ligera tendencia lineal positiva como se puede observar en la Figura 35. El método de ajuste exponencial doble no proporcionará una previsión precisa ya que de la familia de productos Calefacción sigue una demanda estacional, y no una demanda con tendencia lineal tal y como se utiliza en este método.

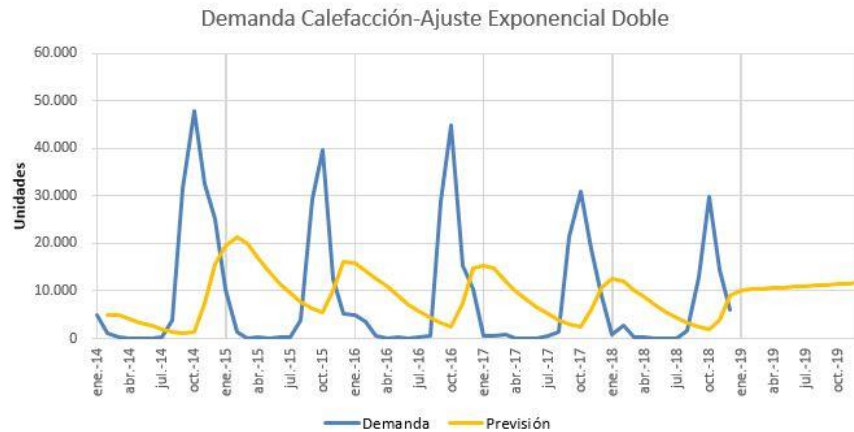


Figura 35: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Ajuste Exponencial Doble

5.5.5 Método de Holt Lineal

Para aplicar el método de Holt Lineal en el cálculo de la previsión de la demanda de la familia de productos Calefacción, se va a considerar que dicha familia posee una demanda con tendencia lineal.

Se ha escogido como valor de los parámetros Alfa=0,7; y Beta=0,01. Con esos valores se consigue un ECM muy bajo (ECM=134.624.247) comparado con los resultados usando otros valores, recogidos en la Tabla 36.

Tabla 36: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Calefacción

Alfa	Beta	Error Cuadrático Medio
0,10	0,01	175.257.940
0,10	0,05	180.664.336
0,10	0,10	187.369.424
0,20	0,01	176.631.620
0,20	0,05	184.693.879
0,20	0,10	195.301.000
0,30	0,01	171.533.928
0,30	0,05	180.796.417
0,30	0,10	193.166.980
0,50	0,01	152.484.565
0,50	0,05	160.624.937
0,50	0,10	171.044.895
0,70	0,01	134.624.247
0,70	0,05	140.251.047
0,70	0,10	147.936.183

Una vez elegido los valores, se calcula la previsión de la demanda usando el método de Holt Lineal desde el año 2014 hasta 2019, y se representa en la gráfica de la Figura 36.

Se puede comprobar en la gráfica cómo el modelo alisa levemente la demanda histórica de la familia. Además, como la previsión depende de la demanda y del factor atenuación del período anterior, dicha previsión nunca se ajustará a la demanda histórica ya que no es capaz de prever los cambios bruscos originados en la demanda con la antelación necesaria. Eso lleva a que el error de grande, y el ECM sea elevado.

Observando el período correspondiente al año 2019 en la Figura 36, se puede analizar que la demanda prevista para el año 2019 es muy ligeramente creciente, debido a que la configuración de la previsión del método de Holt Lineal es una demanda con tendencia lineal.

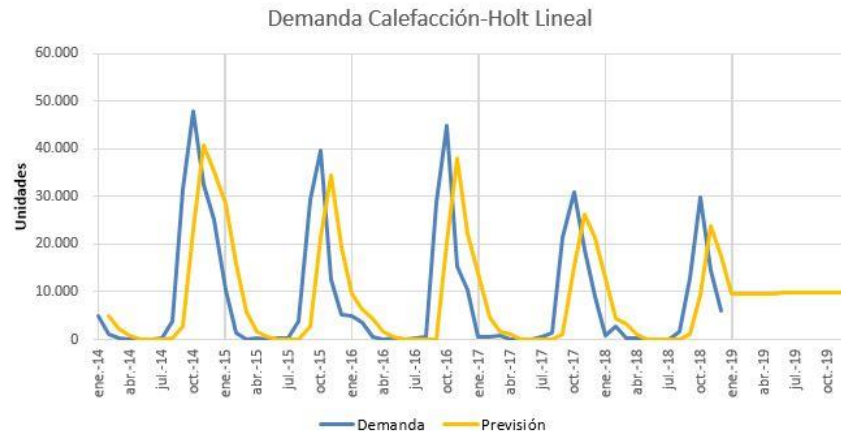


Figura 36: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Holt Lineal

Percibiendo que la demanda de la familia de productos Calefacción es estacional tal y como se representa en la gráfica, se ratifica que el método de Holt Lineal pronostica una previsión imprecisa para el año 2019.

5.5.6 Método de Holt-Winters

El método de Holt Winters se utiliza en series de tiempo con una demanda estacional, coincidiendo con la configuración de la demanda de la familia de productos Calefacción.

Para realizar el cálculo de la previsión, se han probado una serie de combinaciones de los parámetros que se necesitan para la previsión mediante el método de Holt-Winters. Estas combinaciones de valores se recogen en la Tabla 37. Para escoger aquellos valores que pronostiquen con mucha efectividad la demanda, se elegirán aquellos cuyo ECM resultante de la previsión sea menor. El menor ECM sería 19.185.634, coincidiendo con los valores Alfa=0,1; Beta=0,1; y Gamma=0,6.

Tabla 37: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Calefacción

Alfa	Beta	Gamma	Error Cuadrático Medio
0,10	0,10	0,10	85.461.943
0,10	0,10	0,20	37.833.474
0,10	0,20	0,10	91.687.534
0,10	0,20	0,20	36.688.760
0,10	0,10	0,60	19.185.634
0,10	0,10	0,90	59.573.627
0,30	0,10	0,10	84.380.553
0,30	0,20	0,10	30.537.423
0,30	0,10	0,20	45.055.250
0,30	0,20	0,20	31.784.388
0,50	0,10	0,10	58.073.313
0,50	0,20	0,10	31.219.505
0,50	0,10	0,20	57.166.714
0,50	0,20	0,20	36.143.634
0,70	0,10	0,10	58.913.083
0,70	0,20	0,10	35.594.556
0,70	0,10	0,20	56.949.935
0,70	0,20	0,20	51.541.672

En la Figura 37 se puede comprobar cómo la previsión calculada mediante el método de Holt-Winters se ajusta perfectamente a la demanda histórica de la familia de productos Calefacción. Esto se debe a que el método emplea tres parámetros, y cada uno actúa en un componente diferente: Alfa maneja el nivel de la previsión, Beta manipula el factor tendencia y, por último, Gamma se encarga del factor estacional.

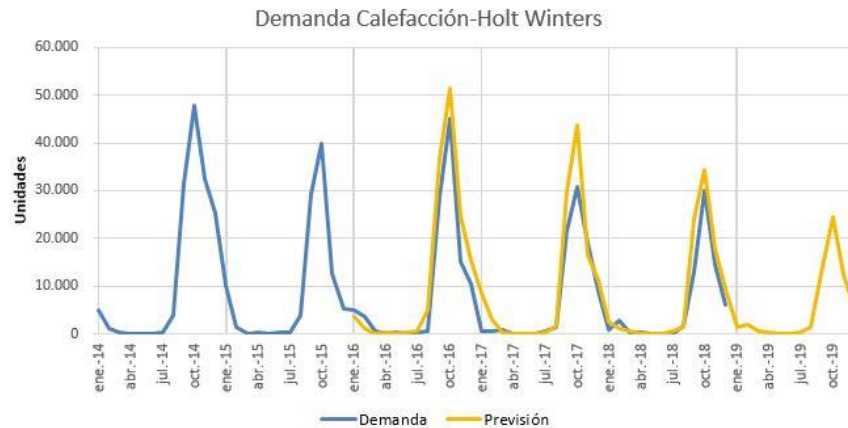


Figura 37: Previsión de la familia de productos Calefacción según método de Holt-Winters

En el año 2019, el método predice una demanda coherente pues, si se comprueban los datos de la demanda de los demás años, existe una subida del número de ventas durante el mes de septiembre, y una bajada considerable a partir del mes de octubre de cada año.

Además, sabiendo que la estructura de la demanda de la familia de productos Calefacción y de la previsión del método de Holt-Winters es estacional, se intuye que la previsión para el año 2019 puede ser aproximada.

5.5.7 Comparación de todos los métodos de previsión

A continuación, en la gráfica de la Figura 38, se recogen las previsiones de todas las técnicas de previsión de la demanda aplicadas a la familia de productos Calefacción, desde el año 2014 hasta el año 2019.

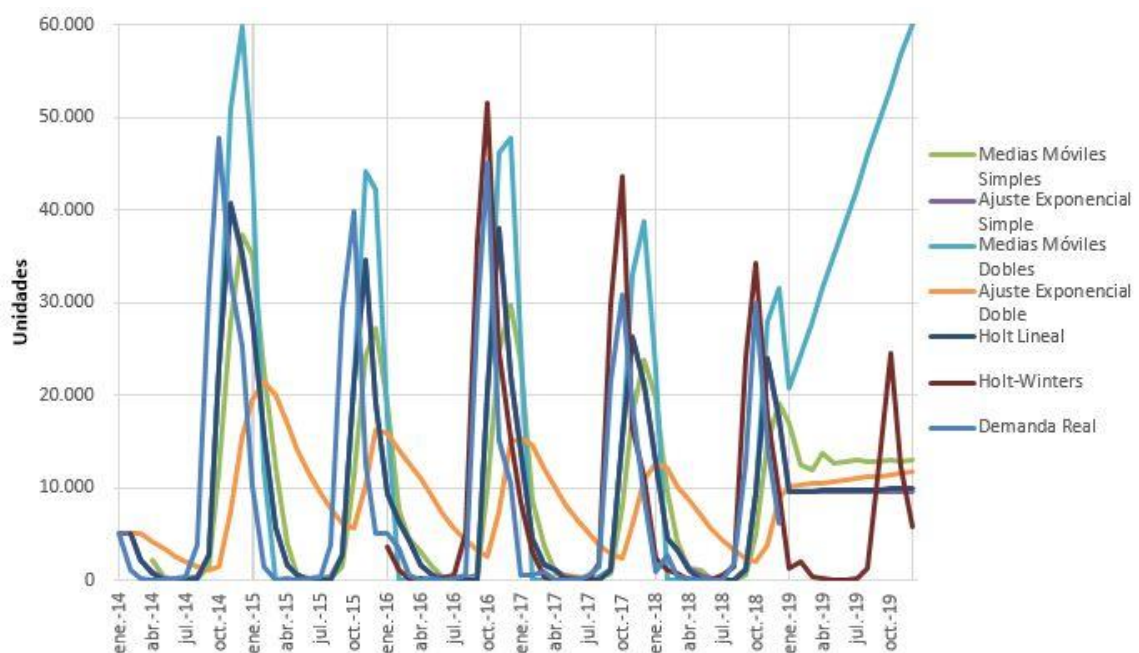


Figura 38: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Calefacción

Se observa en la Figura 38 cómo todos los métodos de previsión, exceptuando al método de ajuste exponencial doble, siguen un patrón similar a la demanda histórica de la familia de productos Calefacción desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018, con meses en los que no existe demanda de productos coincidiendo con los meses más calurosos del año, y otros meses donde la demanda por parte de los clientes es muy alta, correspondiendo con los meses próximos al invierno.

A partir de enero de 2019, al calcularse la previsión de la demanda sin información de los meses de 2019, cada método desarrolla sus singularidades para pronosticar la demanda.

Los métodos que poseen una estructura nivelada de la demanda en 2019 no se parecen a la estructura estacional de los datos históricos mostrada desde el año 2014 hasta 2018. El método de las medias móviles simples va estabilizando la demanda durante el año 2019 hasta que al final de dicho año la demanda es prácticamente constante, y el método de ajuste exponencial doble pronostica una demanda constante desde el primer mes hasta el final del año 2019.

Aquellos métodos que siguen una demanda con tendencia, pronostican para el año 2019 una demanda con una estructura con tendencia lineal positiva, y se distancia del patrón estacional que sigue la demanda real desde el año 2014 hasta el 2018. El método de las medias móviles dobles realiza una previsión irreal donde la demanda crece linealmente a lo largo del año 2019 con una pendiente enorme. La técnica de ajuste exponencial doble prevé un número de ventas más liviano que el método anterior, pero sigue distanciándose de la realidad. Y el método de Holt Lineal pronostica una demanda prácticamente constante, con muy pocas variaciones en la demanda a lo largo de los meses de 2019.

El método de Holt-Winters es el modelo más ajustado a la demanda de la familia de productos Calefacción desde 2014 hasta 2018, porque la demanda de la familia tiene un factor estacional y, por tanto, el ECM del método de Holt-Winters es mucho menor que los ECM de las demás técnicas de previsión de la demanda.

Esa diferencia tan grande entre los valores de los distintos ECM supone que los métodos de previsión con demanda nivelada o con tendencia lineal son muy ineficientes cuando se aplican en series de tiempo con estructura estacional, al contrario que sucede cuando se emplea el método de Holt-Winters.

En la Tabla 38 se recogen los mejores ECM obtenidos de cada modelo de previsión.

Tabla 38: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Calefacción

Métodos de previsión	Error Cuadrático Medio
Medias Móviles Simples	205.975.124
Ajuste Exponencial Simple	132.641.910
Medias Móviles Dobles	293.920.906
Ajuste Exponencial Doble	234.949.591
Holt Lineal	134.624.247
Holt-Winters	19.185.634

Entonces, se afirma que el método de Holt-Winters es el más preciso entre todos los modelos de previsión ya que la estructura de previsión del método es coherente si se relaciona con la demanda histórica de los últimos años., y se utilizará para el cálculo de la previsión de demanda de la familia de productos Calefacción de la empresa para el año 2019.

La demanda futura prevista de la familia de productos Calefacción para el año 2019 mediante el método de Holt-Winters se indica en la Tabla 39.

Tabla 39: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Calefacción según método Holt-Winters

Año 2019	Demanda de la familia de productos Calefacción (Uds.)
Enero	1.623
Febrero	1.860
Marzo	392
Abril	121
Mayo	42
Junio	31
Julio	158
Agosto	1.261
Septiembre	12.773
Octubre	23.788
Noviembre	11.807
Diciembre	5.663

A continuación, se realizará la desagregación de la previsión de la demanda, para el año 2019, de la familia de productos Calefacción en sus productos finales.

5.5.8 Desagregación de la familia Calefacción en los productos finales

En la Tabla 40 se muestra la previsión de la demanda mensual en el año 2019 de los productos individuales que se agrupan para formar la familia de productos Calefacción.

Tabla 40: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Calefacción

Fecha	Calefacción	Eco-emisores	Deshumificadores	Familia Calefacción
ene-19	933	179	221	1.333
feb-19	1.073	277	655	2.005
mar-19	0	0	413	413
abr-19	0	0	136	136
may-19	0	0	45	45
jun-19	1	0	27	28
jul-19	1	4	139	145
ago-19	1.035	122	141	1.298
sep-19	10.740	1.315	494	12.550
oct-19	21.154	2.211	1.232	24.596
nov-19	9.949	1.621	784	12.354
dic-19	4.165	983	596	5.745

5.6. Familia de productos Línea Blanca

La demanda de la familia de productos Línea Blanca se representa en la gráfica de la Figura 39. Dicha familia representa el mayor número de ventas de la empresa, comparándolas con el número de unidades de las demás familia de productos. Resulta difícil analizar la estructura de la demanda de esta familia, debido a que el elevado número de unidades de productos vendidos puede variar enormemente de un período a otro.

Se puede suponer que la demanda de la familia de productos Línea Blanca sigue un patrón estacional cada cierto número de meses. Se puede observar en la Figura 39 cómo al principio de cada año se produce una bajada del número de ventas de la familia. Luego, la demanda padece un crecimiento considerable aproximadamente en los meses de verano, y en los meses posteriores vuelve a decaer la demanda. En el año 2018 no se distingue tanto la diferencia de crecimiento y decrecimiento de la demanda, pero sí se aprecia algunos puntos de subida y de bajada, aunque no sean tan exagerados como en años anteriores.

Entonces, se podría afirmar que la demanda de la familia de productos Línea Blanca tiene una configuración estacional, con una tendencia negativa, desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018.

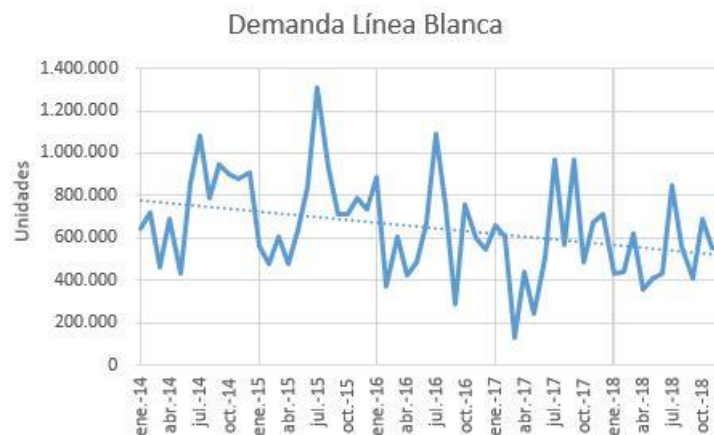


Figura 39: Demanda de la familia de productos Línea Blanca

5.6.1 Método de las Medias Móviles Simples

El primer método que se va a analizar va a ser el método de las medias móviles simples. Este método se usa en series de tiempo cuya estructura de la demanda es nivelada. Entonces, se va a suponer que la familia de productos Línea Blanca presenta una demanda regular o nivelada para poder analizar la previsión del método de las medias móviles simples, es decir, suponer que los datos de la demanda de la familia se agrupan en torno a un valor que no varía con el tiempo: $D_t = D + E_t$

Para realizar el cálculo del pronóstico, se han utilizado varios períodos para el uso del promedio de la demanda. De las alternativas recogidas en la Tabla 41, se ha escogido aquellas cuyo ECM es menor entre todas, y dicho período es $N=3$ meses, cuyo $ECM=58.115.349.666$.

Tabla 41: ECM del método de las Medias Móviles Simples de la familia de productos Línea Blanca

N	Error Cuadrático Medio
3	58.115.349.666
4	61.421.917.310
5	61.393.566.509
6	60.519.745.835

El método de las medias móviles simples consigue alisar la demanda real a lo largo de todos los períodos, ajustándose a la demanda en algunos puntos de la gráfica, sobre todo en los últimos meses de cada año, donde la demanda histórica se estabiliza.

En los demás meses, la diferencia entre la previsión y la demanda real en un mismo período es muy grande, provocando que el error y el ECM sean elevados.

Esto es debido a que el método depende excesivamente, en este caso, de la demanda de los tres períodos anteriores al mes pronosticado, y es por eso que, cuando la demanda sufre muchas oscilaciones, la previsión no se ajusta a la demanda real; pero cuando la demanda apenas tiene oscilaciones y se estabiliza, la previsión sí consigue ser más precisa.

En el año 2018, como la demanda real no presenta oscilaciones tan grandes como la de años anteriores, la previsión de la demanda se estabiliza en dicho año, y por eso en el año 2019 la previsión de la demanda es prácticamente constante.

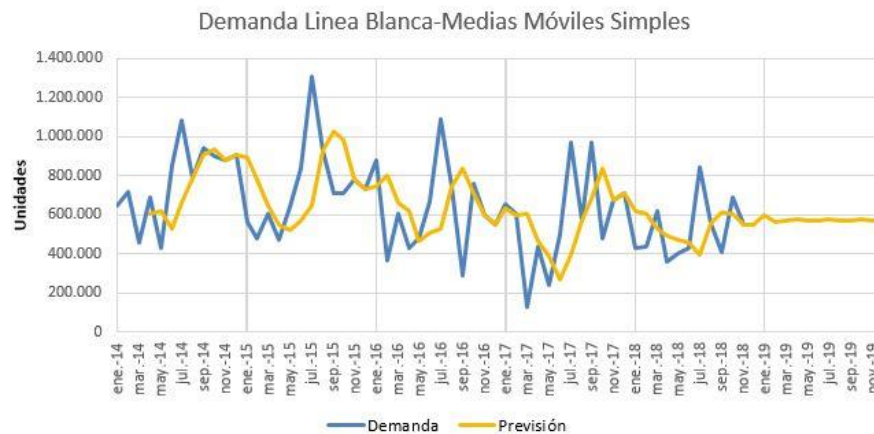


Figura 40: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de las Medias Móviles Simples

El método de las medias móviles simples, como se dijo al principio del punto, es efectivo en series de tiempo con demanda nivelada. Como la demanda de la familia de productos Línea Blanca no es nivelada, sino más bien es estacional, se considerará que la previsión de la demanda calculada mediante el método de las medias móviles simples no será exacto.

5.6.2 Método de Ajuste Exponencial Simple

Para emplear el método de ajuste exponencial simple, ya que posee la misma configuración que el método de las medias móviles simples (una demanda nivelada), se va a considerar que la familia de productos Línea Blanca tiene una demanda nivelada.

Se ha escogido como parámetro Alfa=0,1 debido a que es el valor del parámetro que se usa en el método cuyo ECM es menor entre otros valores. Dicha comparación se muestra en la Tabla 42, donde se muestra el ECM para cada valor de Alfa utilizado en el método.

Tabla 42: ECM del método de Ajuste Exponencial Simple de la familia de productos Línea Blanca

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	48.504.206.743
0,30	50.549.189.745
0,50	53.071.636.274
0,70	57.267.095.435

Con Alfa=0,1, se obtiene un alisamiento muy notable de la demanda histórica de la familia, representado en la gráfica de la Figura 41. Se observa cómo la previsión de la demanda consigue estabilizarse a lo largo de los años, sobre todo en 2018 donde la demanda real no presenta oscilaciones tan grandes como en otros años.

En el año 2019, una vez que no se posee información histórica de la demanda, la previsión de un mes es igual a la previsión del mes anterior, por lo que el pronóstico del número de ventas para el año 2019 es constante durante todo ese año.

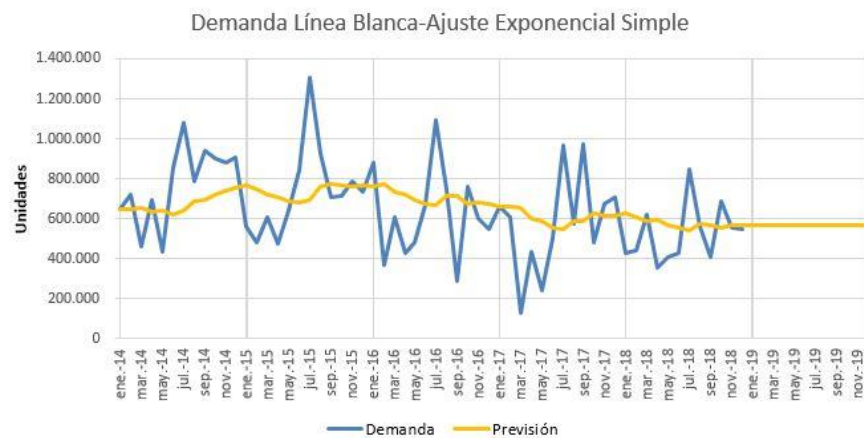


Figura 41: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Ajuste Exponencial Simple

La previsión del método de ajuste exponencial simple es precisa si se emplea en series de tiempo con demanda regular o constante. La demanda de la familia de productos Línea Blanca no es nivelada, sino más bien es estacional, así que la previsión de la demanda pronosticada usando el método de ajuste exponencial simple no será precisa.

5.6.3 Método de las Medias Móviles Dobles

A continuación, se analizará el método de las medias móviles dobles a los productos de la familia Línea Blanca, y para ello se considerará que la estructura de la demanda de la familia de productos Línea Blanca es una serie de tiempo con tendencia lineal, es decir, los datos de la demanda incrementan o disminuyen linealmente con el tiempo: $D_t = D + p_t + E_t$

Se han aplicado dos longitudes de tiempo para emplear los promedios del método. Estas dos alternativas se muestran en la Tabla 43, junto al ECM resultado del cálculo de la previsión de cada una de las alternativas. Se puede observar que para $N=3$ meses el método pronostica con mayor precisión la demanda, por lo que será el período de tiempo que se utilice para el análisis del método de las medias móviles dobles.

Tabla 43: ECM del método de las Medias Móviles Dobles de la familia de productos Línea Blanca

N	Error Cuadrático Medio
3	88.450.868.214
6	90.023.398.741

En la gráfica de la Figura 42 se puede examinar cómo la previsión calculada por el método de las medias móviles dobles no se ajusta con precisión a la demanda real de la familia, exceptuando unos pocos meses contados.

La previsión de la demanda calculada con el método presenta grandes oscilaciones durante todos los años, salvo en el caso del último tramo del año 2018 donde la demanda real se vuelve más estable. Esto provoca que el error de la previsión, y por consiguiente el ECM, sea de gran valor.

En el año 2019, se observa que la demanda sigue una tendencia lineal positiva con gran pendiente, debido a que la previsión para varios períodos según el método depende del comportamiento de la demandan histórica más reciente. Además, se puede analizar que la previsión no sigue el patrón de la demanda real mostrado desde el año 2014 hasta 2018, pues se intuye que la demanda seguirá un patrón similar al de los años anteriores.

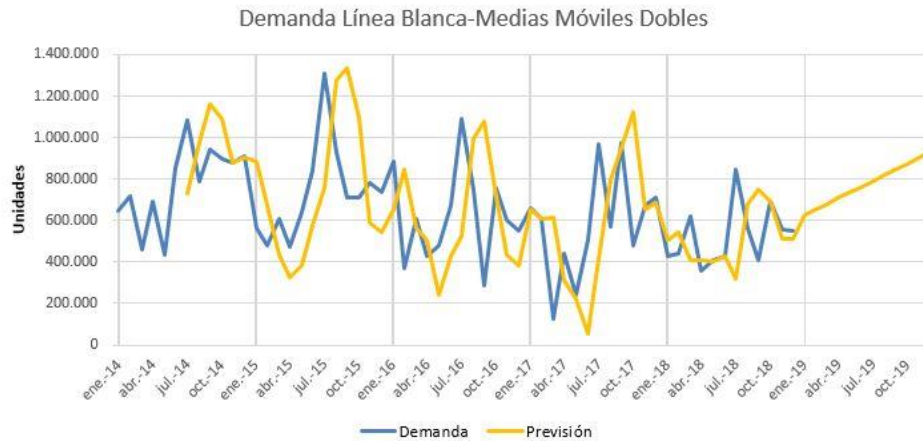


Figura 42: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de las Medias Móviles Dobles

Esta técnica de previsión de la demanda se suele aplicar para aquellos productos que poseen una estructura con tendencia lineal. La familia de productos Línea Blanca sigue un patrón estacional, por lo que el método de las medias móviles dobles no sería una técnica efectiva para el cálculo de la previsión de la demanda del año 2019.

5.6.4 Método de Ajuste Exponencial Doble

Para poder calcular la previsión empleando el método de ajuste exponencial doble, hay que imaginar que la estructura de la demanda de la familia de productos Línea Blanca sigue una tendencia lineal, ya sea positiva o negativa.

El cálculo de la previsión mediante este método depende de un parámetro llamado Alfa. A medida que Alfa sea más grande, mayor será el número y el tamaño de las oscilaciones de la demanda prevista, pero eso no quiere decir que esa previsión sea mejor que la de otras previsiones calculadas con diferentes valores de Alfa. Como se puede apreciar en la Tabla 44, aquel que tiene menor ECM y, por tanto, es el parámetro con el resultado más preciso entre todos, es Alfa=0,1, con ECM=55.795.938.870.

Tabla 44: ECM del método de Ajuste Exponencial Doble de la familia de productos Línea Blanca

Alfa	Error Cuadrático Medio
0,10	55.795.938.870
0,20	65.767.540.783
0,30	74.750.052.497
0,40	82.841.359.853
0,50	91.781.439.674
0,70	118.813.852.692

La previsión de la demanda del método de ajuste exponencial doble, con Alfa=0,1, se representa en la gráfica de la Figura 43. Se puede observar en la gráfica como la previsión alisa enormemente la demanda histórica de la familia, que presenta muchas oscilaciones a lo largo de los años. Existen pocos períodos donde el error es minúsculo y, en cambio, otros muchos donde la diferencia es muy significativa. Es por eso que el ECM del método es muy grande.

Analizando el año 2019, se puede comprobar cómo el método pronostica una demanda con tendencia lineal a lo largo de todo el año 2019, sin cambios aleatorios en la demanda como los que se observan en los años anteriores, ya que la configuración de la familia de productos Línea Blanca es estacional. Como el método de ajuste exponencial doble es utilizado en series de tiempo con estructura con tendencia lineal, la previsión de la demanda para el año 2019 no sería preciso usando este método.

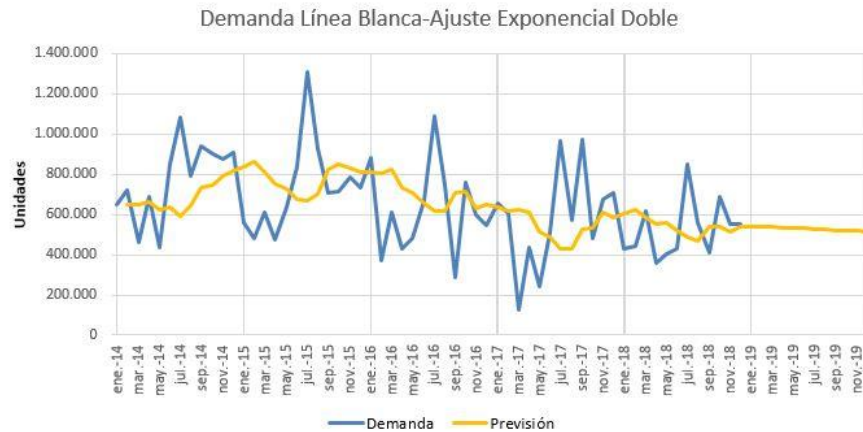


Figura 43: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Ajuste Exponencial Doble

5.6.5 Método de Holt Lineal

Para aplicar el modelo de previsión de Holt Lineal, empleado en series de tiempo con una configuración con tendencia lineal, se va a considerar que la estructura de la familia de productos Ventilación sigue una demanda con tendencia lineal.

Para el cálculo de la previsión de la demanda con la técnica de Holt Lineal, se han utilizado como parámetros los valores Alfa=0,1; y Beta=0,01. Con estos valores se consigue un ECM mínimo (ECM=48.847.403.817), comparado con los resultados usando otros valores, mostrados en la Tabla 45.

Tabla 45: ECM del método de Holt Lineal de la familia de productos Línea Blanca

Alfa	Beta	Error Cuadrático Medio
0,10	0,01	48.846.774.559
0,10	0,05	49.930.245.604
0,10	0,10	51.243.443.144
0,20	0,01	49.712.683.827
0,20	0,05	51.072.311.954
0,20	0,10	52.728.417.111
0,30	0,01	50.958.178.274
0,30	0,05	52.598.221.530
0,30	0,10	54.730.346.041
0,50	0,01	53.519.945.193
0,50	0,05	55.332.755.065
0,50	0,10	57.661.815.253
0,70	0,01	57.755.156.972
0,70	0,05	59.719.580.676
0,70	0,10	62.202.238.304

Analizando la gráfica de la Figura 44, donde se visualiza la previsión de la demanda usando el método de Holt Lineal con los parámetros escogidos, se puede afirmar que el método consigue alisar la demanda real de la familia a lo largo de todos los años. Durante los años 2014, 2015 y 2016, la previsión aparenta ser inestable, debido a la multitud de grandes oscilaciones que existen en la demanda histórica; pero en 2017 y 2018 la demanda es menos variable, lo que significa que la previsión se vuelve más estable.

Debido a esa estabilidad en los últimos meses del año 2018, la previsión para el año 2019 resulta ser una demanda prevista con una tendencia lineal negativa tan poco apreciable que parece una demanda constante.

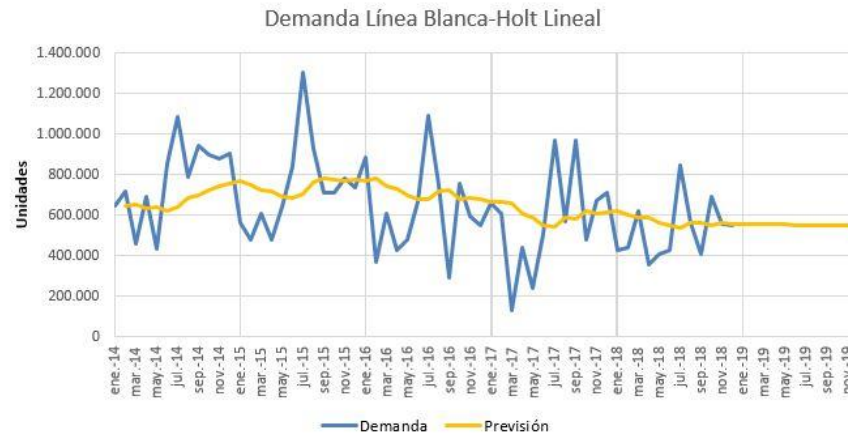


Figura 44: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Holt Lineal

Esa previsión de la demanda para el año 2019 ocurre porque el método de Holt Lineal se emplea en aquellas series de tiempo que siguen una demanda con tendencia lineal. En el caso de la familia de productos Línea Blanca, la estructura de la demanda es estacional, por lo que se intuye que la previsión de la demanda en 2019 empleando este método va a ser inexacta.

5.6.6 Método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters se aplica en las series de tiempo que siguen una configuración de demanda estacional. La demanda de la familia de productos Línea Blanca también presenta una estructura estacional, así que este método debería ser efectivo a la hora de calcular la previsión de 2019.

Para analizar la previsión del método, hay que elegir tres parámetros importantes para el cálculo de la previsión, se ha comparado el error entre muchas combinaciones de dichos parámetros. En la Tabla 46 se recogen cada ECM de las previsiones utilizando diferentes combinaciones de valores de los parámetros. Como se puede observar, con Alfa=0,1; Beta=0,1 y Gamma=0,1 se consigue el menor ECM entre todos los aplicados (ECM=30.689.634.133), y serán esos los parámetros escogidos para el análisis.

Tabla 46: ECM del método de Holt-Winters de la familia de productos Línea Blanca

Alfa	Beta	Gamma	Error Cuadrático Medio
0,10	0,10	0,10	30.689.634.133
0,10	0,10	0,20	32.174.162.250
0,10	0,20	0,10	33.742.408.362
0,10	0,20	0,20	35.477.588.486
0,30	0,10	0,10	34.552.123.728
0,30	0,20	0,10	36.425.724.912
0,30	0,10	0,20	36.664.892.767
0,30	0,20	0,20	38.815.097.065
0,50	0,10	0,10	40.273.007.610
0,50	0,20	0,10	43.012.011.229
0,50	0,10	0,20	42.801.540.982
0,50	0,20	0,20	45.910.413.720
0,70	0,10	0,10	48.416.764.475
0,70	0,20	0,10	52.354.807.601
0,70	0,10	0,20	50.914.909.038
0,70	0,20	0,20	55.280.579.437

En la Figura 45 se puede observar cómo la previsión calculada con el método de Holt-Winters consigue ajustarse con éxito en varios períodos, pero en otros la diferencia entre la demanda real y la previsión es muy grande. Además, usando los parámetros escogidos, el método consigue alisar la demanda histórica en muchos periodos con grandes fluctuaciones de la demanda.

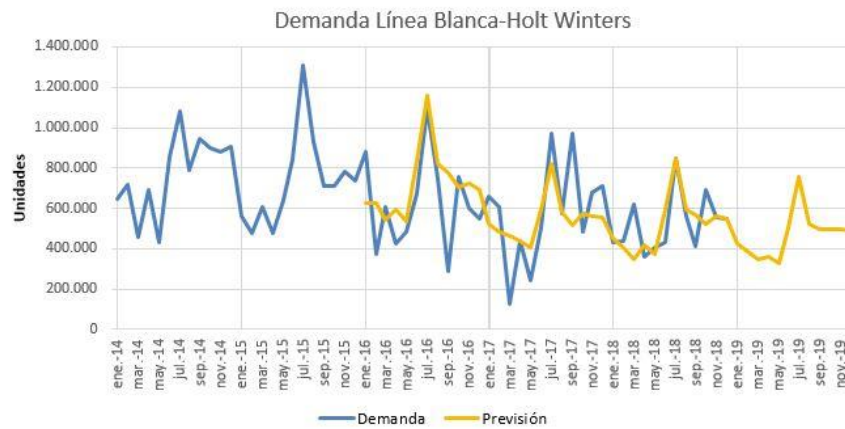


Figura 45: Previsión de la familia de productos Línea Blanca según método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters se utiliza para series de tiempo que poseen una demanda estacionaria, y la demanda de la familia de productos Línea Blanca presenta una estructura estacionaria, por lo que la previsión de 2019 puede ser coherente. Además, hay que tener en cuenta que la previsión de la demanda para el año 2019 sigue un patrón similar a la demanda real de los años anteriores.

5.6.7 Comparación de todos los métodos de previsión

En la Tabla 46 mostrada seguidamente, se representan las previsiones de todos los métodos de previsión analizados aplicados a la familia de productos Línea Blanca. También se representa la demanda real de dicha familia.

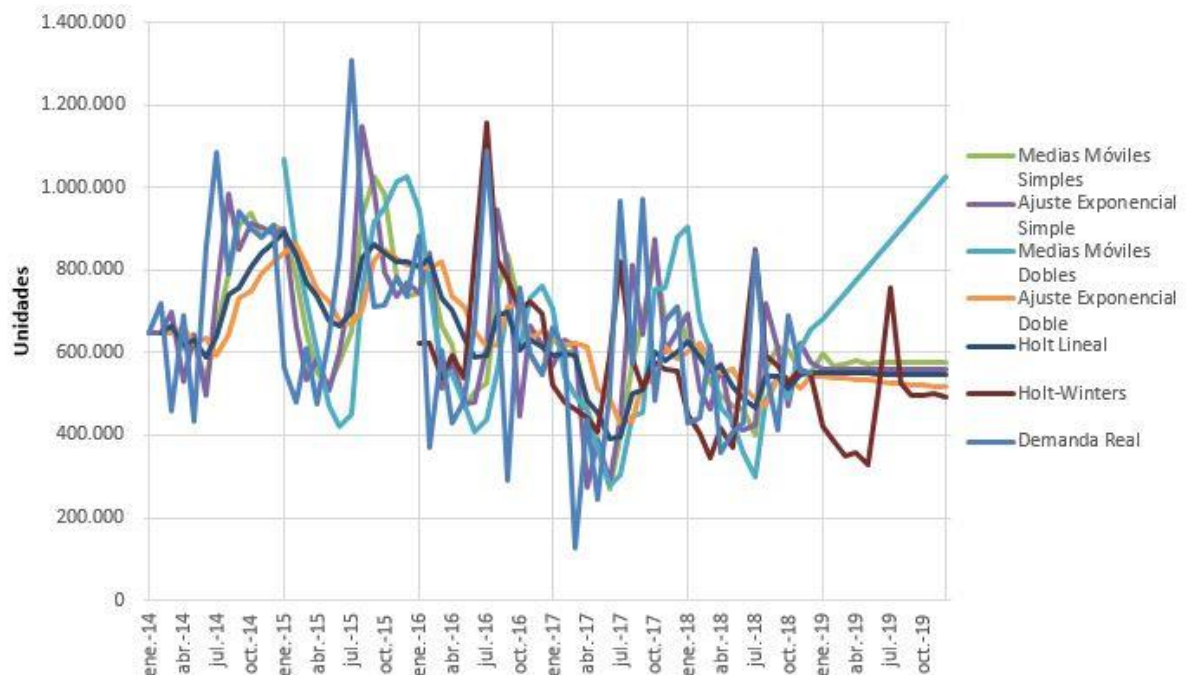


Figura 46: Comparación de todos los métodos de previsión para la familia de productos Línea Blanca

En la familia de productos Línea Blanca, al contrario que las demás familias, no existe un patrón común para todos o casi todos los métodos de previsión, porque existe una gran aleatoriedad en la demanda histórica de esta familia. Esto ocurre debido a que existen un montón de oscilaciones que, en algunos períodos de tiempo entre 2014 y 2018, no se repiten, perdiendo en algunos meses ese factor estacionalidad característico, por lo que lo resulta difícil pronosticar una demanda precisa para la mayoría de métodos. En la Tabla 47 se puede comprobar lo alto que son los ECM en prácticamente todos los métodos de previsión.

Tabla 47: ECM de los métodos de previsión para la familia de productos Línea Blanca

Métodos de previsión	Error Cuadrático Medio
Medias Móviles Simples	58.115.349.666
Ajuste Exponencial Simple	48.504.206.743
Medias Móviles Dobles	88.450.868.214
Ajuste Exponencial Doble	55.795.938.870
Holt Lineal	48.846.774.559
Holt-Winters	30.689.634.133

Otro factor determinante a la hora de calcular el error de los métodos es el número de unidades de productos que se estudia. La familia de productos Línea Blanca se compone de una media aproximada de 600.000 unidades, llegando en algunos períodos a sobrepasar el millón de unidades. Cuando se manejan tantas unidades de productos, la previsión tiende a ser más imprecisa. Es otro factor importante que explica lo elevado que son los ECM de los diferentes modelos de previsión.

Observando el año 2019 en la gráfica de la Figura 46, cada método aplica sus características en la previsión de la demanda:

Los métodos que siguen una demanda nivelada, el método de las medias móviles simples y el método de ajuste exponencial simple, pronostican una demanda constante a lo largo de 2019. En el caso del método de las medias móviles simples, existe una pequeña irregularidad a principio de 2019 que se estabiliza a medida que se avanza en el año 2019. Dichas previsiones calculadas se cree que no van a ser precisas porque la demanda histórica no posee una estructura nivelada como la que siguen estos dos métodos de previsión.

Los métodos que tiene una estructura de la demanda con tendencia, aplican sus características de la siguiente manera. El método de las medias móviles dobles prevé un crecimiento lineal con una gran pendiente, debido a que los últimos pronósticos de 2018 preveían una demanda en crecimiento. El método de ajuste exponencial doble y el método de Holt Lineal realizan una previsión con una ligera tendencia negativa, más visible en el método de ajuste exponencial doble. Los tres métodos realizan una previsión imprecisa porque, intuyendo que la demanda en 2019 seguirá una configuración estacional similar a la de los años anteriores, dichos métodos no prevén una demanda con dicha característica.

La previsión del modelo de Holt-Winters es el método que más se puede aproximar a la realidad. Esto se debe a dos características, la primera es que la previsión sigue un patrón estacional similar a la de los años anteriores, con una bajada a principio de año, y después un crecimiento en mayo de 2019 obteniendo el máximo en julio, y a partir de entonces vuelve a decaer el número de ventas hasta que se estabiliza en los meses finales de 2019; en segundo lugar, es el método con el mejor ECM entre todos los analizados, tal y como se muestra en la Tabla 47, por lo que si es el que menor error presenta, entonces significa que es el método más exacto entre todos los analizados.

En conclusión, para calcular la previsión de la demanda de la familia de productos Línea Blanca se recomienda el empleo del método de Holt-Winters por ser más preciso, y porque la previsión calculada para 2019 es coherente.

Entonces, la previsión de la demanda mensual de la familia de productos Línea Blanca para el año 2019 según el método más preciso, el método de Holt-Winters, viene detallada a continuación en la Tabla 48.

Tabla 48: Previsión de la demanda en 2019 de la familia de productos Línea Blanca según método Holt-Winters

Año 2019	Demanda de la familia de productos Calefacción (Uds.)
Enero	422.473
Febrero	386.550
Marzo	348.628
Abril	358.780
Mayo	330.447
Junio	503.483
Julio	757.840
Agosto	525.717
Septiembre	496.562
Octubre	497.847
Noviembre	499.613
Diciembre	490.542

A continuación se desarrollará la desagregación de la previsión de la demanda de la familia de productos Línea Blanca en sus productos finales.

5.6.8 Desagregación de la familia Línea Blanca en los productos finales

En la Tabla 49 se recoge la previsión de la demanda mensual del año 2019 de los productos individuales que forman la familia de productos Línea Blanca.

Tabla 49: Previsión de la demanda de 2019 de los productos individuales de la familia de productos Línea Blanca

Fecha	Lavadoras	Lavavajillas	Secadoras	Frigoríficos	Congeladores	Microondas	Cocinas	Hornos	Encimeras	Campanas	Familia Línea Blanca
ene-19	118.314	50.590	15.434	90.089	8.648	29.385	4.488	39.083	45.072	21.371	422.473
feb-19	107.005	45.968	13.543	82.016	7.503	25.250	3.921	37.641	43.651	20.054	386.550
mar-19	98.635	41.207	12.327	73.964	6.871	23.209	3.479	33.088	38.237	17.611	348.628
abr-19	99.640	42.485	12.530	75.860	6.868	22.839	3.589	35.448	40.892	18.629	358.780
may-19	93.317	39.152	11.513	69.437	6.293	21.021	3.252	32.291	37.182	16.990	330.447
jun-19	140.901	59.590	17.477	105.708	9.463	31.246	4.959	50.240	57.713	26.186	503.483
jul-19	212.657	90.296	26.738	159.992	14.746	49.661	7.675	72.930	84.187	38.957	757.840
ago-19	147.592	62.440	18.410	110.695	10.078	33.688	5.249	51.321	59.122	27.123	525.717
sep-19	136.970	59.180	17.100	104.571	9.339	31.222	4.968	49.570	57.450	26.193	496.562
oct-19	139.109	58.939	17.573	105.679	9.739	32.670	5.018	48.082	55.539	25.500	497.847
nov-19	139.260	59.340	17.450	105.493	9.586	32.085	5.008	48.947	56.548	25.897	499.613
dic-19	136.390	58.263	17.118	103.678	9.415	31.526	4.923	48.117	55.644	25.468	490.542

6 CONCLUSIONES

Los mercados de productos son cada vez más exigentes e impredecibles, derivando en productos con ciclos de vida cada vez más cortos. Además, añadiendo otros factores externos, como períodos de crisis o incluso cambios en la meteorología, se origina una fuerte aleatoriedad en la demanda que provoca una difícil previsión de ésta.

Una previsión de la demanda planificada correctamente y calculada con precisión ayuda a las empresas a mejorar todas las áreas implicadas en el negocio mediante una mejoría en la toma de decisión en sectores importantes como la producción, el personal o la logística. Ese es el principal objetivo del trabajo, encontrar un método de previsión de la demanda para ayudar a la empresa en la planificación de la producción de sus productos en la búsqueda de la satisfacción de los clientes.

Tras agrupar los productos que produce la empresa en familias de productos (Menaje, PAE, Ventilación, Calefacción y Línea Blanca), se analizaron las estructuras de la demanda histórica de cada una de dichas familias, obteniendo que las cinco familias seguían una demanda estacional, con un patrón que se repite año tras año.

Empleando los métodos estudiados en el trabajo (método de las medias móviles simple, método de ajuste exponencial simple, método de las medias móviles dobles, método de ajuste exponencial doble, método de Holt lineal, y método de Holt-Winters), se llegó a la conclusión de que el modelo de Holt-Winters es el método de previsión más efectivo para calcular la previsión de la demanda de las familias de productos.

El método de previsión de Holt-Winters es apropiado usarlo en aquellas series temporales con demanda estacional. Permite prever con precisión la estacionalidad y la tendencia de la demanda de los productos. La previsión de la demanda calculada mediante el método de Holt-Winters se ajustó con precisión a la demanda histórica de cada una de las familia de productos, provocando que el error cuadrático medio fuera más bajo que el de los demás métodos de previsión, por consiguiente, el método de Holt-Winters es el más preciso para calcular la previsión de los productos de la empresa.

La previsión de la demanda usando el método de Holt-Winters o usando cualquier método no quiere decir que esa demanda prevista vaya a ser la demanda exacta de 2019. Debido al factor aleatorio de la demanda, de un año para otro puede haber un gran cambio en la estructura de la demanda debido a factores externos que son muy difíciles de predecir.

Con los resultados obtenidos, a pesar de la estacionalidad de la demanda en cualquiera de las cinco familias, todas ellas siguen una tendencia negativa en la demanda histórica desde 2014 hasta 2018. Es por ello que el método de Holt-Winters pronosticó un descenso de la demanda para el año 2019 en prácticamente todas las familias. Ese descenso de ventas no ayudaría al propósito de la empresa de generar más beneficios, pero la previsión de dicho descenso sí ayuda a la empresa a tomar decisiones para no sufrir más pérdidas, ya sea reduciendo personal, realizando una buena gestión de inventarios y almacenamiento, o planificando una producción correcta para reducir costes.

Hay que añadir que el método de previsión de Holt-Winters resulta más efectivo en unas familias que en otras, dependiendo de las cantidades de unidades de la demanda con las que se trabaje. Cuanto menor sea la demanda de la familia de productos, menor será la incertidumbre de dicha demanda, y mejor será la precisión de la previsión del modelo. En cambio, cuanto mayor sea la demanda de la familia de productos, mayor será el factor aleatorio de la demanda, y menor será la exactitud del modelo.

Entonces, se recomienda a la empresa el uso del método de Holt-Winters para la previsión de la demanda sus productos en el año 2019, porque es el método que menor medida del error produce a la hora de calcular la previsión de la demanda, y porque el método se emplea en series temporales con estructura estacional, que es la demanda de los productos de la empresa.

Finalmente, gracias a una previsión precisa de la demanda de los productos, una empresa puede realizar una planificación óptima de todas sus áreas internas con un tiempo de antelación, acorde con la demanda prevista, con el propósito de obtener un aumento en el beneficio económico o una reducción de costes, manteniendo o incluso incrementando la satisfacción del cliente.

REFERENCIAS

- Babiloni, M., Cardós, M., Albarracín, J., & Palmer, M. (2007). Modelos de previsión para artículos con demanda intermitente. *XI Congreso de ingeniería y organización*. Madrid.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Editorial Pearson Educación de México. Primera edición.
- Chatfield, C. (2000). *Time-series forecasting*. Editorial Chapman & Hall/CRC.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. Ciudad de México: Editorial Pearson.
- Contreras, D. (1974). La previsión de ventas a corto plazo en la empresa. *Revista española de financiación y contabilidad*, 8(1), 389-394.
- Corres, G., Esteban, A., García, J., & Zárata, C. (2009). Análisis de series temporales. *Revista Ingeniería Industrial*, 8(1), 21-33.
- De Juan, M., & Garau, J. (2007). Distribución de electrodomésticos. *Distribución y Consumo*(91), 103-116.
- Debitoor. (Mayo de 2019). Obtenido de Debitoor Programa de facturación fácil.: <https://debitoor.es/>
- El Ciclo de Vida de los Productos. *Estrategia Magazine*. (29 de Mayo de 2019). Obtenido de Estrategia Magazine. Administración, Marketing y Tecnología.: <https://www.estrategiamagazine.com/administracion/el-ciclo-de-vida-de-los-productos-ciclo-de-exito-ciclo-de-fracaso-lanzamiento-crecimiento-desarrollo-madurez-declinacion-retiro/>
- Filholino, L., Inácio, I., Fagundes, M., Rodrigues, R., & Jacobavicius, C. (2015). Stocks management through application of demand forecast methods: A case study. *Independent Journal of Management & Production*., 7(5), 699-713.
- Francos, L. (12 de Mayo de 2019). *Modelos de Previsión*. Obtenido de Modelos de Previsión: <http://modelosdepronosticos.info/>
- Heizer, J., & Render, B. (1998). *Dirección de la producción. Decisiones estratégicas*. Editorial Prentice Hall.
- Hoyos, C., & Poler, R. (2013). Propuesta metodológica para la previsión de la demanda con modelos causales. *Dirección y organización: Revist de dirección, organización y administración de empresas*.(51), 44-54.
- Informe Sectorial CESCE 2018 Electrodomésticos material eléctrico. (Mayo de 2019). Obtenido de ISSUU: https://issuu.com/cesce.es/docs/06_-_electrodom_sticos_y_material_e
- Larrañeta, J., Onieva, L., & Lozano, S. (1995). *Métodos modernos de gestión de la producción*. Edición Alianza Editorial.
- Lean Manufacturing. (Mayo de 2019). Obtenido de <https://leanmanufacturing10.com/prevision-de-la-demanda-importancia-y-metodos-para-realizarla>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2007). *Comercialización de electrodomésticos en España*. Obtenido de http://www.comercio.gob.es/es-ES/comercio-interior/Distribucion-Comercial-Estadisticas-y-Estudios/Pdf/InformeElectrodomesticos_2007.pdf
- Nojek, S., Britos, P., Rossi, B., & García, R. (2003). Pronóstico de ventas: Comparación de predicción entre redes neuronales y métodos estadísticos. *Revista electrónica de ciencia administrativa*., 2(1), 1-18.
- Onieva, L., Escudero, A., Cortés, P., Muñuzuri, J., & Guadix, J. (2017). *Diseño y gestión de sistemas productivos*. Edición Dextra.
- Pascual, R. (1990). *Previsión Tecnológica y de la demanda*. Editorial Marcombo .

- Poler, R., Mula, J., Peidro, D., & Tomás Miquel, J. (2006). PROGNOS: Un sistema de soporte al proceso de previsión de demanda. *X Congreso de ingeniería y organización.*, (págs. 1-10). Valencia.
- Riggs, J. (1999). *Sistemas de producción. Planeación, análisis y control*. Editorial Limusa.
- Rivera, L. (1993). La previsión de ventas en la empresa. *Agricultura: Revista agropecuaria.*(728), 230-238.
- Rosas, E., Gámez, J., Pérez, R., & Baltazar, J. (2017). Pronóstico de las remesas familiares de México. Aplicación empírica mediante modelos arima y alisado exponencial. *II congreso internacional en administración de negocios internacionales.*, (págs. 185-196).
- Soret, I., & Giménez, E. (2013). *Previsión de ventas y fijación de objetivos*. Editorial ESIC.
- Vollmann, T., Berry, W., Whybark, C., & Jacobs, R. (2006). *Planeación y control de la Producción. Administración de la cadena de suministros*. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

GLOSARIO

ECM	Error Cuadrático Medio
I+D	Investigación y Desarrollo
PAE	Pequeño Aparato de Electrodoméstico
Peq.	Pequeño
Uds.	Unidades