

Autor:



Hernan Alberto Manzo Pin

Ingeniero Mecánico

Candidato a Magister en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

mhernan@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Félix Genaro Cabezas García

Ingeniero en Estadística e Informática

Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad

fcabezas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2021 Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA

MANZO PIN HERNAN ALBERTO

PROPUESTA DE UNA POLITICA DE INVENTARIO PARA UNA EMPRESA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN Y A LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS PERFILES DE ACERO NEGRO ESTRUCTURAL ARKETING DIGITAL EN EL ECUADOR

RESUMEN

Lo importante que es para una empresa tener una estimación de su demanda en las ventas, a pesar de que se vive en un entorno de incertidumbre, esto ayuda a poder prepararse tanto en la compra de su materia prima y analizar si es necesario aumentar el recurso humano en la Planta, en base a estos dos análisis, se puede tener disponibilidad de inventario en las bodegas y cumplir con la demanda natural, en función de lo expuesto, en la presente investigación se identificó los SKU que más ingresos le genera a la empresa, por medio de un análisis ABC, que utiliza un diagrama de Pareto, se analizó diez productos terminados. Se analizó el comportamiento de la demanda de los productos terminados fabricados en la Planta, por medio de los datos históricos desde el año 2016, hasta el mes de agosto del 2021, en base a esa data se pudo determinar que pronóstico era el mas adecuado en cada SKU, por último, una vez pronosticada la demanda futura se sugirió una política de inventario que se apega más a este tipo de industria.

Palabras clave:

Análisis ABC, SKU, demanda natural, pronóstico.

ABSTRACT

How important it is for a company to have an estimate of its demand in sales, despite the fact that it lives in an environment of uncertainty, this helps to be able to prepare both in the purchase of its raw material and analyze if it is necessary to increase the resource human in the Plant, based on these two analyzes, it is possible to have inventory availability in the warehouses and meet the natural demand, based on the above, in the present investigation the SKUs that generate the most income for the company were identified By means of an ABC analysis, using a Pareto chart, ten finished products were analyzed. The behavior of the demand for the finished products manufactured in the Plant was analyzed, through historical data from 2016, until August 2021, based on that data it was possible to determine which forecast was the most appropriate in each SKU, finally, once the future demand was forecast, an inventory policy was suggested that is more closely related to this type of industry

Keywords:

ABC analysis, SKU, natural demand, forecast

ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.3 Justificación:	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Metodología:.....	3
1.5.1 Tipo de investigación	3
1.5.2. Diseño de investigación	3
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Clasificación de inventario	5
2.3 Elementos de tiempo en un sistema de pronósticos.....	7
2.4 Selección del sistema de pronósticos y simulación de pronósticos.....	7
2.4.1 Análisis de datos históricos y patrones de demanda.....	7
2.4.2 Análisis de demanda	9
2.4.3 Métodos de pronósticos:	10
2.5 Elección de sistemas de pronósticos	15
2.6 Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos	15
2.7 Determinación de política de Inventarios	16
2.7.1 Política de Revisión continua s,Q.....	16
2.7.2 Política de revisión continua s, S	17
2.7.3 Política de revisión periódica R, S.....	17
2.7.4 Política R,s,S	17
CAPÍTULO III.....	18
MARCO METODOLÓGICO	18
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES NEGROS.	18
3.2 ANÁLISIS ABC.....	21
3.3 PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA	22

3.4 SELECCIÓN DEL MODELO DEL PRONÓSTICO	23
3.5 CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD	27
3.6 SELECCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO	28
3.6.1 Política de revisión continua s, S	28
3.7 INGRESO DE DATOS EN SAP 2000	30
CAPÍTULO IV	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones de los perfiles que se fabrican en la Línea.....	20
Tabla 2. Categorización de productos terminados	21
Tabla 3. Modelos de Pronósticos.....	24
Tabla 4. Errores de Pronósticos	24
Tabla 5. Método Selecccionado	24
Tabla 6. Pronósticos de cuatros meses de perfil de 150 x 3 mm.....	25
Tabla 7. Pronósticos de 4 meses calculados en software R.....	26
Tabla 8. Tabla de variabilidad	27
Tabla 9. Cálculo de variabilidad de los productos terminados	27
Tabla 10. Lead time de la compra de materia prima hasta que llegue a la empresa tema de estudio.	28
Tabla 11. Información histórica de Demanda máxima, mínima y los días de reposición.....	29
Tabla 12. Información de los stocks máximos, mínimos y punto de reorden, del mes de septiembre del 2021	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Toneladas procesadas del 2012 hasta el 2021.....	2
Figura 2. Demanda perpetua, estable o uniforme.....	7
Figura 3. Demanda con tendencia creciente	8
Figura 4. Demanda con tendencia decreciente	8
Figura 5. Demanda creciente y luego uniforme o perpetua.....	9
Figura 6. Combinación de demanda uniforme con estacional o periódica	9
Figura 7. Slitter automática, proceso de cortes de flejes d acero negro estructural	19
Figura 8. Línea de perfiles de acero negro.....	20
Figura 9. Diagrama de Pareto	22
Figura 10. Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 150 x 3 mm	22
Figura 11. Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico Holt Winters “perfil de 150 x 3 mm	25
Figura 12. Transacción MM02 de SAP 2000, ingreso de los Stock máximo y de Punto de pedido	30
Figura 13. Transacción MM02 de SAP 2000, ingreso de los Stock de seguridad.....	31
Figura 14. Transacción MD07 de SAP 2000, revisión visual de los semáforos	31
Figura 15. Transacción MD07 de SAP 2000. Detalle de los pedidos clientes	32

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

La demora en la entrega de los pedidos, el desgaste de la imagen de la empresa hacia los clientes, son problemas ocasionados por la mala administración y el control de los inventarios. (García Moreira y Asanza Maldonado, 2016). Lo que buscan muchas empresas es entregar productos de buena calidad y a bajo costo, y una de las formas de llegar a esa meta es teniendo una buena política de inventario.

Según Ramos Quecara (2018), algunas empresas operan sin considerar el impacto que tienen los inventarios sobre los márgenes de ganancias. Para Rodríguez Gaón (2019), la falta de conocimiento de métodos, técnicas y herramientas es el causante de su deficiencia en el manejo de los inventarios.

La importancia en el diseño de una política de inventario permite determinar resultados en el manejo de los todos los artículos en el almacén, consiguiendo mejores costos, mezclando calidad y comunicación para obtener un alto nivel de servicio. (López Pinchao, 2020)

Vidal Holguin (2016), afirma que siempre se tiene demasiado de lo que no se rota o se consume y escasez de lo que se vende y es alta la rotación, esto ocurre en la organización objeto de estudio; que en épocas donde la venta es alta, no se cumplen las expectativas con los clientes.

Otros autores expresan: “En la práctica el control de inventario no resulta tan fácil como su definición. Por sí mismo, es un sistema que está subordinado a otros sistemas mayores que tienen como fin último operar para lograr los objetivos de la empresa” (Sierra y Acosta, 2014)

1.2 Planteamiento del Problema

La empresa, que es objeto de estudio se dedica a la fabricación de perfiles de acero negro para el sector de la construcción, las carencias de políticas de inventario está ocasionando problemas en incumplimientos de pedidos, quiebres de inventario, insatisfacción de los clientes. Lo anterior debido a la existencia de un deficiente control de inventario, la cual causa de escasez y sobreproducción de productos terminados.

El incremento de la demanda de sus productos terminados hace indispensable la creación de una política de inventario que permita tener el stock óptimo en los almacenes de la empresa.

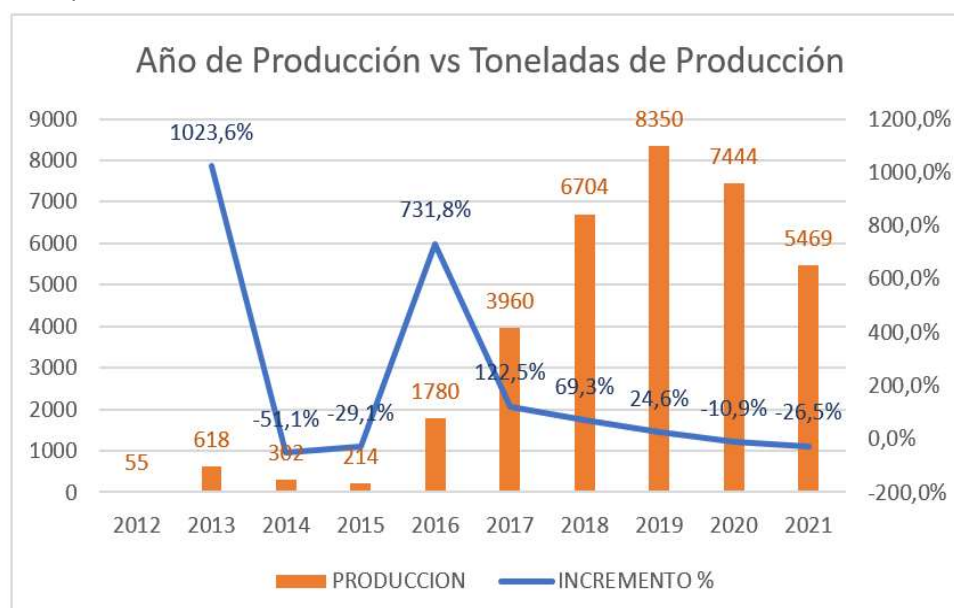
La empresa no cuenta con un método de predicción de la demanda, por lo que se dificulta el análisis de inventario para meses futuros, este tema va a ser analizado en esta investigación. En el año 2021, la empresa presenta un promedio mensual de inventario de 740 toneladas procesadas en la línea de perfiles de acero negro estructural.

1.3 Justificación:

El manejo inapropiado del inventario en las empresas con sus productos terminados, causan inconvenientes en el stock óptimo que se debe mantener en las bodegas, ocasionando inconformidades con los clientes. (García Moreira y Asanza Maldonado, 2016)

La empresa empezó la fabricación, comercialización y distribución de perfiles de acero negro estructural desde el año 2012 con una fabricación de 55 toneladas en ese año, para el año 2019 las toneladas procesadas fueron de 8,350. La gran demanda de estos perfiles ha causado muchas veces que el nivel de servicio sea bajo, presentando muchas inconformidades con los clientes.

Figura 1.
Toneladas procesadas del 2012 hasta el 2021.



Fuente: Autor

Debido a la cantidad de perfiles que se procesa por año, en la actualidad, muchos de los stocks de los productos terminados deben ser revisados, para llegar a obtener un nivel de inventario óptimo que pueda cumplir con las exigencias de los clientes. (Mora García, 2016), como indica la figura 1, la línea de perfiles comenzó con 55 toneladas en el año 2012, con solo pedidos bajo pedido (MTO), hasta el año 2016, la empresa objeto de estudio decidió fabricar pedidos de distribución (MTS), el pico más alto de producción de esa línea se dio en el año 2019 con 8350 toneladas procesadas, en el año 2020 bajo la producción debido a la pandemia y en lo que va del año 2021 va procesado 5469 toneladas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar una política de inventario adecuada para una empresa que fabrica y comercializa perfiles de acero negro estructural, en base a un pronóstico mensual de la demanda de sus productos terminados.

4.4.2 Objetivos específicos

- Identificar que producto terminado tiene mayor y menor rotación en el almacén de la empresa.
- Pronosticar la demanda de los productos terminados, en base al historial de ventas desde el 2016.
- Establecer los stocks de seguridad para los productos terminados, de manera que se cuente con niveles adecuados de inventario.

1.5 Metodología:

1.5.1 Tipo de investigación

Los autores Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2017) indican que la investigación tipo correlacional se basa en identificar la relación o el nivel de asociación que exista entre dos o más variables en una situación específica.

Para resolver el problema planteado sobre una política de inventario para una fábrica de perfiles de acero negro estructural, es necesario que la investigación sea cuantitativa de tipo correlacional, porque busca especificar la demanda de los perfiles e identificar el comportamiento de las ventas con respecto a los meses del año. (Gallardo Echenique, 2017)

1.5.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación que se realizará en este proyecto es de tipo correlacional-causal, describen vínculos entre dos o más variables en un tiempo determinado. Estos diseños miden, analizan la asociación entre variables en un determinado tiempo. (Puebla, 2019)

Para desarrollar una política de inventario aplicado a la Planta de perfiles de acero negro estructural, se lo realizará en tres fases: Clasificación del inventario, definir los pronósticos y determinar la política de inventario que aplique a la empresa objeto de estudio.

Fase 1: En esta fase se iniciará con la clasificación del inventario, para los perfiles de acero negro, los cuales, por medio de datos históricos de la venta desde el año 2016 en este año la línea de perfiles comenzó a fabricar pedidos para distribución (MTS), se clasificarán los productos terminados y por medio del resultado de este análisis, se identificará el producto al que se le debe dar mayor importancia en el nivel de inventario. (Peña Torres, 2019)

Fase 2: Por medio de los datos históricos de aproximadamente de 5 años de la venta que ha tenido la empresa, en lo que respecta a perfiles de acero negro estructural, se revisará la demanda de estos productos y en base a eso se definirá que pronósticos se utilizará.

Fase 3: En esta fase con los datos obtenidos en la fase 1 y 2, se determinará qué política de inventario se apega más a la realidad de la Planta. (Cajamarca Torrestagle, 2019).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

La importancia de los inventarios en las empresas ha aumentado, dado a su efecto en brindar garantías necesarias para la existencia de los productos terminados en la entrega final hacia los clientes, como en establecer la liquidez requerida que deben inyectar las empresas en su inventario.

Se espera lograr un equilibrio que asegure la suficiente inversión y que vislumbre mejorar la calidad de servicio hacia el cliente, contando con producto terminado necesario que se espera que el cliente requiera. (Arango, 2017)

2.1 Clasificación de inventario

La clasificación de los SKU¹ para propósitos de la gestión del inventario se conoce como clasificación del inventario ABC. Esta se deriva del principio de Pareto del 80/20 determinando que el 80% de los ingresos procede del 20% de los SKU. El propósito de este análisis es clasificar los SKU para que todos no tenga el mismo trato. Algunos SKU deben tener un cuidado especial en la administración del inventario, utilizando un sistema de revisión continuo y los que no son tan importantes requieren una administración de inventario menos cuidadosa y solo se debería revisar periódicamente. (Esper, 2017)

Uno de los criterios típicos para determinar este análisis, es considerar la estimación del inventario de cada SKU, determinado como su demanda anual multiplicada por su costo unitario, después se debe ordenar de mayor a menor y se reúnen según el porcentaje que representa en relación al total, dando como resultado los siguientes porcentajes:

Categoría A: El 20% de los SKU interpretan el 80% de la estimación del inventario (regla 80/20).

Categoría B: El 30% de los SKU interpretan el 15% de la estimación del inventario.

Categoría C: El 50% de los SKU interpretan el 5% de la estimación del inventario.

Los artículos de la categoría A son los más fundamentales para la empresa, específicamente un 20% de los SKU, representando el 80% de la estimación del inventario, por tanto se debe destinar medios para un control exhaustivo y conteo cíclicos mas frecuentes.

Cuando existen faltante de stock en los SKU de esta categoría, la empresa tiene serios inconvenientes con sus clientes, se debe realizar grandes esfuerzos para que esto no ocurra. (Arenal Laza 2020)

¹ SKU: Es un ítem individual, (stock keeping units).

2.2 Definición de pronósticos

Pronosticar es la ciencia y arte de predecir eventos futuros, puede ser por un vaticinio tendencioso, también puede involucrar la recolección de información histórica y planearlos hacia el futuro con algún tipo de método matemático. Muy pocas veces hay una técnica mejor que las otras, lo que funciona mejor para una empresa de acuerdo a su realidad, podría resultar un problema para otra empresa. Las predicciones son pocas veces infalibles, requieren tiempo prepararlos y verificarlos. (Giraldo, 2015)

Las pronósticos de demanda presentan valiosas ventajas de tipo operativo y estratégico:

- Disminución de inventarios.
- Cantidad inferior de SKU sin existencia cuando los pedidos superan al inventario.
- Reducción de la fabricación innecesaria en satisfacer los pedidos anticipados.
- Mejorar el nivel de servicio hacia el cliente del resultado entre el balance de la oferta y la demanda.

Los pronósticos de demanda se dividen en dos clases:

La primera clase está conformada por estrategias que se sujetan al criterio personal y por eso se denomina método intuitivo, este es fundamentalmente subjetivo y se lo utiliza cuando hay carencia de datos históricos y se basa mucho en la experiencia del analista, generalmente es utilizado para productos nuevos.

La segunda clase está compuesta por procedimientos estadísticos, fundamentado en el tratamiento de información y en alcanzar resultados (Abdul Zuluaga Mazo, 2015), como se detalla a continuación:

Series de tiempo: Estos se basan en información histórica de la demanda, son fundamentalmente para algún sistema de pronóstico que se escoja, en esta clase se admite que la demanda va a ser similar al que se había observado en el histórico.

Causales: Estos admiten una gran correlación entre los pronósticos de demanda y algunas circunstancias externas.

Por analogía: Esta metodología se fundamenta en la investigación de datos históricos parecidos al que se quiere predecir.

Simulación: Es una metodología que mezcla las series de tiempo con los pronósticos causales. (Vidal Holguin, 2010)

2.3 Elementos de tiempo en un sistema de pronósticos.

Hay tres factores de tiempo que necesitan precisarse en todo sistema de pronóstico:

- El periodo del pronóstico es la unidad de tiempo para la que se efectúa la predicción y está subordinado al proceso que se esté analizando, las unidades pueden ser días, semanas o meses, eso va a depender del proceso.
- El horizonte de planeación del pronóstico es el número de periodos en el futuro alcanzados por la predicción.
- El intervalo de pronóstico es la periodicidad con la que se realizan las nuevas predicciones.

(Carlos Vidal, 2017)

2.4 Selección del sistema de pronósticos y simulación de pronósticos.

La decisión para tomar qué sistema de pronóstico se debe elegir, se fundamenta en los datos del sistema analizado, cuando se posee los datos históricos necesarios, se puede efectuar lo que se conoce como simulación de pronóstico, que nos permite elegir y ejecutar el sistema de pronóstico conveniente. (Paredes Rodriguez, Chud Pantoja y Osorio 2019).

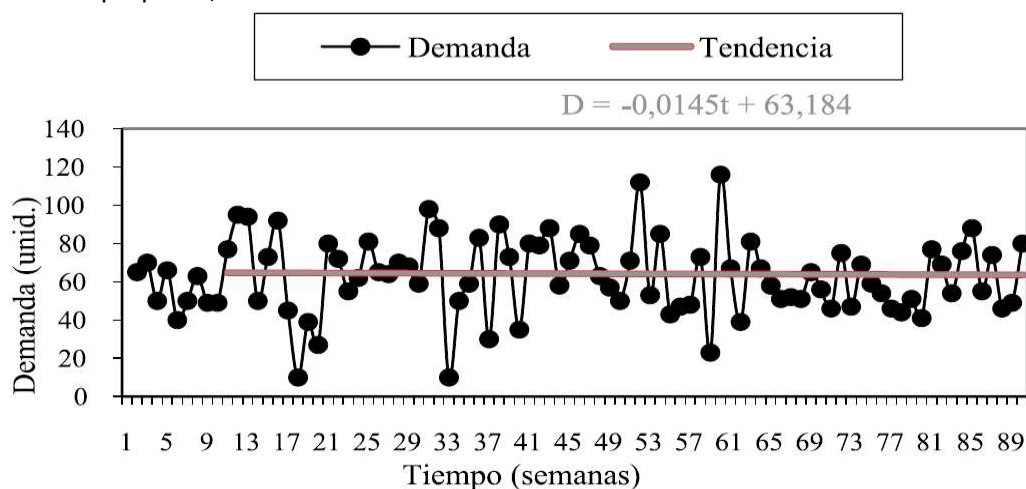
2.4.1 Análisis de datos históricos y patrones de demanda

Es importante para la acertada elección del método de pronósticos, se encuentran diferentes patrones de demanda.

- **Demanda perpetua, estable o uniforme:** Se considera constante a lo largo del tiempo

Figura 2.

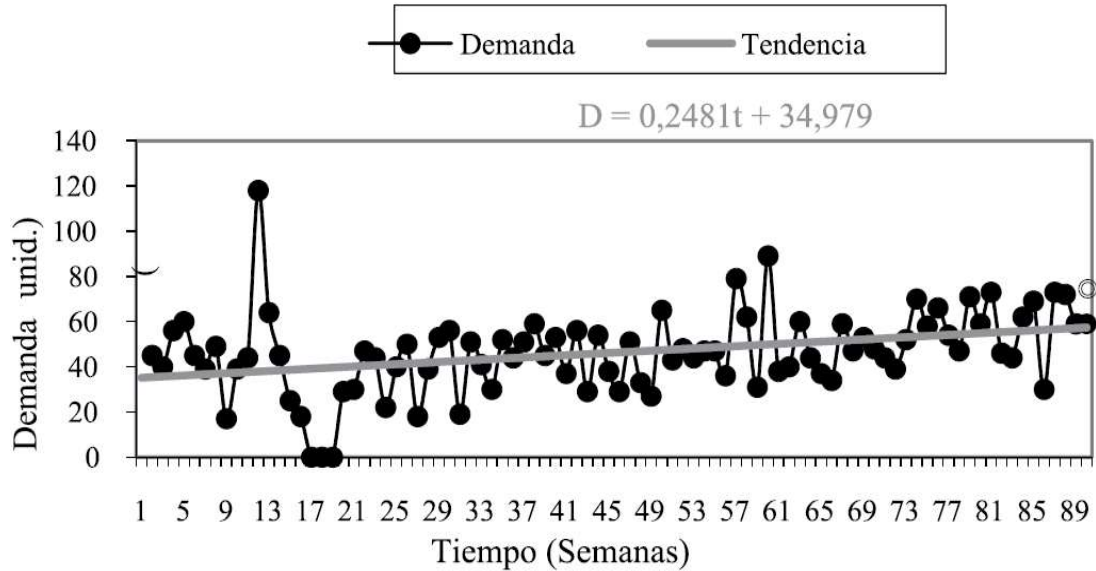
Demanda perpetua, estable o uniforme



Fuente: Gráfico tomado del libro de Vidal Holguín, pág. 82

- **Demanda con tendencia creciente:** Se considera que existe un crecimiento a través del tiempo.

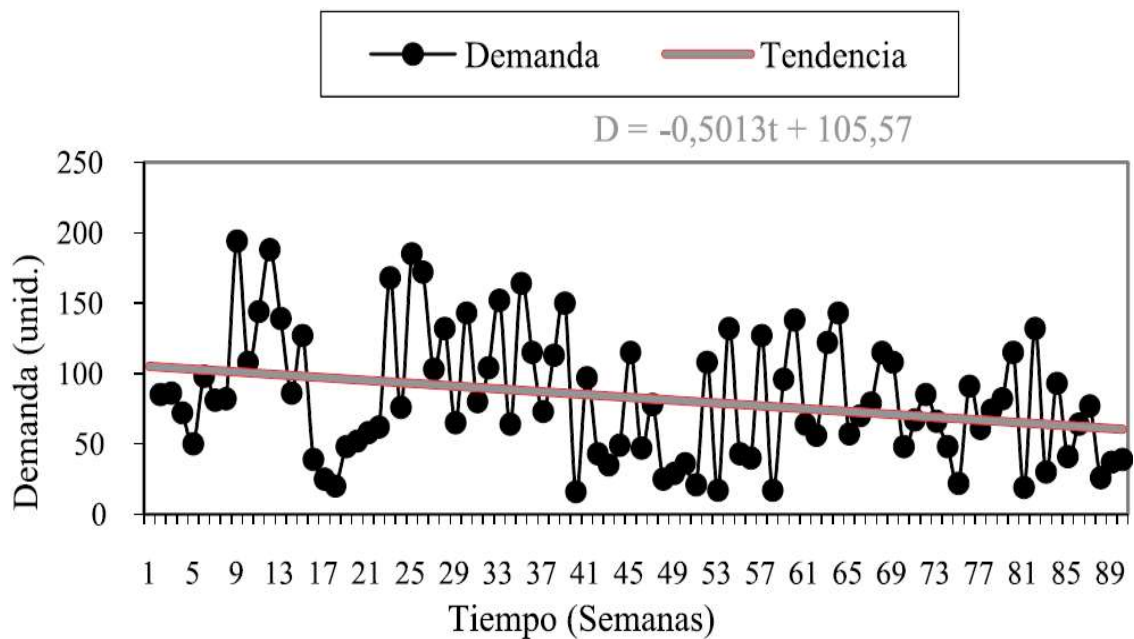
Figura 3.
Demanda con tendencia creciente



Fuente: Gráfico tomado del libro de Vidal Holguín, pág. 82

- **Demanda con tendencia decreciente:** Se considera que existe un decrecimiento a través del tiempo.

Figura 4.
Demanda con tendencia decreciente

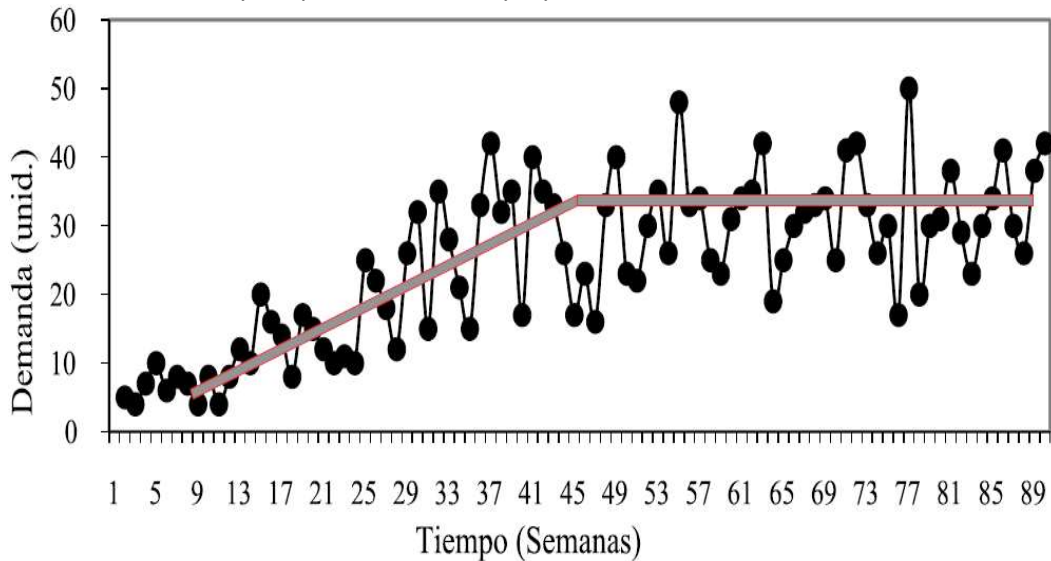


Fuente: Gráfico tomado del libro de Vidal Holguín, pág. 83

- **Demanda creciente y después uniforme o perpetua**

Figura 5:

Demanda creciente y después uniforme o perpetua

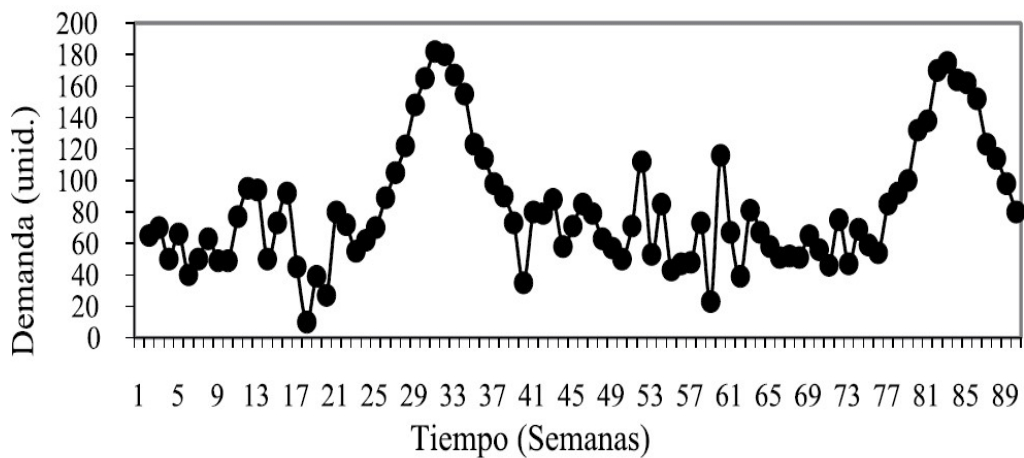


Fuente: Gráfico tomada del libro de Vidal Holguín, pág. 83

- **Combinación de demanda uniforme con estacional o periódica:** Esta busca un patrón establecido a lo largo del tiempo.

Figura 6:

Combinación de demanda uniforme con estacional o periódica



Fuente: Gráfico tomado del libro de Vidal Holguín, pág. 83

2.4.2 Análisis de demanda

La información de ingreso más notable para elegir un correcto sistema de pronóstico son los datos históricos de la demanda de los SKU, en esta fase es necesario confirmar la precisión de los resultados hallados, de manera que impida que algún dato incorrecto cambie el patrón real de la demanda del producto terminado.

La fórmula del coeficiente de variación para precisar cual es el patrón que mejor se ajusta a cada SKU, es:

$$cv = \frac{\sigma}{|\bar{X}|}$$

cv = Coeficiente de variación

σ = Desviación estándar de la variable

$|\bar{X}|$ = Media de la variable, en valor absoluto, $X \neq 0$

Si el coeficiente es superior a 1, quiere decir que el patrón de demanda es anormal o estacionario. Si la variación es aproximada a cero simboliza un comportamiento perpetuo o uniforme. (Paredes Rodriguez, Chud Pantoja y Osorio 2019)

2.4.3 Métodos de pronósticos:

1) Series Temporales

Una serie temporal es una sucesión de análisis ordenadas, que estan asociadas a un determinado tiempo, por ejemplo en una fabrica, se puede buscar datos de la producción total de la fabrica ó de una Línea de fabricación vs el tiempo (días, meses, años, etc.).

Análisis de series temporales es el conjunto de técnicas de estudio de secuencias de observaciones dependientes distribuidas en el tiempo.

Los modelos de series temporales pueden ser:

Univariantes: Este analiza una serie temporal en función de su propio pasado.

Multivariantes: Se analizan varias series temporales a la vez.

Componentes no observados: Una serie temporal se la puede considerar como la superposición de algunos componentes no identificables como: tendencia, estacionalidad y ciclo. (Villareal, Introducción a los Modelos de Pronósticos 2016)

2) Procesos autorregresivos AR

El orden del modelo indica el total de observaciones retrasadas de la serie temporal analizada que se encuentran en la ecuación:

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

En las características de este modelo la predicción tiende a μ (media del proceso) mientras aumenta el horizonte temporal del pronóstico. (Ramón Escolano y López Espín 2016)

3) Modelo de medias móviles MA

Modelo de medias móviles es el que indica el número de una variable en un periodo t, determina el valor de Y en el momento t en relación de la innovación contemporánea y su primer retardo:

$$Y_t = a_t - \theta a_{t-1} \quad a_t \sim RB(0, \sigma^2) \quad t = 1, 2, \dots$$

Las características de este modelo es tomando en cuenta la memoria limitada que representa a estos procedimientos, el pronóstico es igual a μ (media del proceso) cuando el horizonte temporal del pronóstico es mayor que el orden del proceso. (Ramón Escolano y López Espín 2016)

4) Pceso autorregresivo de medias móviles ARMA

Los procesos autorregresivos de medias móviles establecen Y_t en función de su pasado hasta el retardo p, de la innovación contemporánea y el pasado de la innovación hasta el retardo q:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q} \quad a_t \sim RB(0, \sigma^2)$$

La característica de este modelo partiendo de "q" periodos futuros el pronóstico tiende a μ (media del proceso) mientras aumenta el horizonte temporal del pronóstico. (Antonio 2020)

5) Modelo Arima

Es un modelo autorregresivo compuesto por promedio móvil, empleando las variaciones y regresiones encontradas entre los datos para establecer los patrones intrínsecos en la serie, este modelo expone las correlaciones existentes entre los diferentes puntos dentro de la serie. (Antonio 2020)

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_{PS+P+DS+d} Y_{t-PS-p-sD} + \delta + U_T + \theta_1 U_{T-1} + \dots + \theta_{QS+q} U_{T-SQ-q}$$

El pronóstico ya no se inclina a μ , en su lugar se manifiesta como una línea recta con pendiente igual a la media del proceso W_T (serie que resulta de las transformaciones indispensables para convertirla en estacionaria).

6) Promedio Móvil: Es empleado cuando la demanda no tiene tendencia o estacionalidad comprobables. (Lorena, 2016)

La fórmula de un promedio móvil simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

F_t = Predicción para la siguiente etapa.

n = Número de periodos para promediar

A_{t-1} = Ocurrencia real en el anterior periodo.

A_{t-n} = Ocurrencia real hace n periodos anteriores.

7) Suavizamientos exponencial Simple: De la misma manera que en promedio móvil se emplea cuando no se evidencia marcada tendencia o estacionalidad, y se añaden constantes de suavizamientos, el motivo para llamarla suavización exponencial es que cada aumento en el histórico disminuye $(1 - \alpha)$, la suavización exponencial es la más empleada de las técnicas de predicciones.

A continuación se presenta la ecuación para un solo pronósticos de uniformidad exponencial:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \text{ (Chase, Jacobs y Aquilano 2009)}$$

Donde

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t .

F_{t-1} = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior.

A_{t-1} = La demanda real para el periodo anterior.

α = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización.

8) Modelo de Holt: Este modelo es empleado cuando en la demanda se evidencia nivel y tendencia, pero no se observa componente estacional. Para ejecutar el método de Holt es necesario contar con dos constantes de suavizamiento, α que es la constante de suavizamiento para el nivel de la serie y β la constante de suavizamiento para la tendencia de la serie, las constantes deben estar entre cero y uno. (Zapata 2016)

$$S_1 = Y_1$$

$$b_1 = Y_2 - Y_1$$

Las proyecciones o pronósticos se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$Y_{t+m} = S_t + b_t m$$

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

En las cuales:

Y_{t+m} es la predicción para el periodo $t + m$

Y_t es el valor encontrado en el periodo

S_t es el valor suavizado de la serie en el periodo t

b_t es la tendencia estimada en el periodo t

α es la constante de suavizamiento para el nivel de la serie

β es la constante de suavizamiento para la tendencia de la serie

9) Modelo de Winter: Este modelo se emplea si en la demanda se observa nivel y tendencia y también componente estacional. (Zuluaga Mazo , Molina Parra y Guisao Giraldo 2017).

A continuación se puede observar la ecuación del modelo de suavizamiento exponencial de Winter:

$$Y_{t+m} = (S_t + mb_t)l_{t-L+m}$$
$$S_t = \alpha \frac{Y_t}{l_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$
$$b_t = \beta(S_t - s_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$
$$l_t = \gamma \frac{Y_t}{S_t} + (1 - \gamma)l_{t-L}$$

En la cual:

Y_{t+m} es la predicción para el periodo t + m

Y_t es el valor encontrado en el periodo t

S_t es el valor suavizado de la serie en el periodo t

b_t es la tendencia observada en el periodo t

l_t es el factor estacional encontrado para el periodo t

α es la constante de suavizamiento para el nivel de la serie

β es la constante de suavizamiento para la tendencia de la serie

γ es la constante de suavizamiento para la estacionalidad

L es la longitud de la estacionalidad

10) Modelo de Holt Winters: La combinación de ambos, el modelo Holt - Winters considera dos alternativas en el tratamiento de las variaciones estacionales: el modelo aditivo y el modelo multiplicativo, este modelo es un método de predicción triple exponente suavizante y tienen la simplicidad de acoplarse a información real continua. (Sáez, Análisis de Series de Tiempo s.f.)

Su fórmula es:

$$A_t = \alpha x \left(\frac{Ventas_t}{I_t} \right) + (1-\alpha)x (A_{t-1} + T_{t-1})$$

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

$$I_t = \lambda x \left(\frac{Ventas_t}{A_t} \right) + (1 - \lambda)x I_t$$

$$Y_{t+i} = (A_t + i x T_t) x i_{t-l+i}$$

A_t = Base de la predicción (Nivel de ventas cuando $t=0$)

α = Factor entre 0 y 1 para valorar la base del pronóstico

β = Factor entre 0 y 1 para valorar la tendencia.

I_t = Factor de estacionalidad del periodo t.

i = índice del periodo para el cual se predice a partir del periodo actual.

l = Número de periodos en ciclo estacional .

λ = Factor entre 0 y 1 para valorar la estacionalidad.

T_t = Tendencia de las ventas en el periodo t.

t = periodo de tiempo analizado.

$Ventas_t$ = Ventas reales del período t.

Y_t = Pronóstico para el periodo t.

Es recomendable contar con al menos 21 datos de la data histórica para la ejecución del presente modelo, ya que así será posible ajustar los valores de los diversos componentes del modelo. (Chapa 2018)

11) Modelo de Holt – Winters (Aditivo): El método Winters calcula los aproximados de tres componentes: nivel, tendencia y estacionalidad. Estas ecuaciones presentan un valor más alto en relación a observaciones actuales y menos peso a observaciones anteriores, los valores disminuyen geométricamente a una tasa constante. (Hernández Pinzón & Arévalo Sastoque, 2017)

12) Modelo de Holt – Winters (Multiplicativo): Este modelo multiplicativo analiza cuando el patrón estacional en los datos está sujeto a la dimensión de los datos, es decir, si la magnitud del patrón estacional se aumenta de acuerdo a la ponderación incrementada y disminuye si los valores de los datos decrecen. (Hernández Pinzón & Arévalo Sastoque, 2017)

2.5 Elección de sistemas de pronósticos

Cuando se establecen los patrones de demanda de los productos más críticos para la empresa, se conduce a analizar qué sistema de predicción se adapta mejor a cada SKU, sujetándose a la información histórica.

2.6 Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos

Los indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos más importantes son:

- a) Precisión
- b) Costo
- c) Utilidad de los resultados
- d) Estabilidad y repuesta del sistema de pronósticos.

a) **La precisión** de un pronóstico se establece con base a las inexactitudes del mismo, la forma de calcular es la diferencia del valor real observado y su pronóstico calculado en algún periodo del tiempo anterior al observado. (Chapa 2018)

$$\text{Error del pronóstico } e_t = x_t - \hat{x}_t$$

e_t = Error del pronóstico de demanda para el periodo t.

x_t = Valor real u observación de la demanda en el periodo t.

\hat{x}_t = Pronóstico de demanda para el periodo t, calculado en algún periodo anterior.

Otra medida de error del pronóstico muchas veces empleada en la industria es el error absoluto porcentual APE:

$$\text{Error Porcentual APE} = 100 X \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right|$$

El error para una predicción para un solo periodo no es tan necesaria, es importante disponer de errores absolutos, cuadráticos o porcentuales para n periodos, para poder conseguir el promedio de esos errores sobre dichos periodos. A continuación se observan los índices:

La desviación absoluta media MAD, es el promedio de los errores absolutos sobre un número establecido de períodos, donde n es el número de períodos:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_t|}{n}$$

El error cuadrático medio MSE, es el promedio de los errores cuadráticos sobre un número de periodos.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}$$

Desviación absoluta porcentual media MAPE

$$MAPE = \frac{100 \times \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right|}{n}$$

b) El costo de un sistema de predicciones se trata del equilibrio existente entre la precisión obtenida, que indica una menor variabilidad y en el decrecimiento de carencias, y el esfuerzo dedicado para conseguirlo.

c) La utilidad de los resultados se alcanza con fundamento en el nivel de aprobación, confianza y ejecución que se le dé al sistema de predicción.

d) La estabilidad y respuesta del sistema del pronóstico quiere decir que este no sea muy perceptible respondiendo bruscamente a las variaciones de incertidumbres naturales del proceso analizado, así mismo, considerando que su respuesta no se presente lenta en cambios reales de la tendencia de la demanda. (Garcia Alarcon y Tamayo Rangel 2017)

2.7 Determinación de política de Inventarios

Hay varios tipos de sistemas probabilísticos para controlar inventarios. La notación básica que se utiliza es:

s = Punto de reorden o de pedido

Q = Cantidad a ordenar en cada pedido

R = Intervalo de revisión del nivel de inventario efectivo.

S = Nivel máximo de inventario efectivo hasta el cual debe ordenarse.

Las políticas de inventarios se pueden tipificar según el patrón de demanda y las incertidumbres de los tiempos de reposición. Generalmente las políticas de inventario se determinan por sistemas de revisión continua y periódica, a continuación se detallan.

2.7.1 Política de Revisión continua s, Q

Este sistema intenta analizar el inventario cada que se lleve a cabo una transacción y pedir una cantidad de pedido Q , cuando el inventario efectivo sea inferior al punto de reorden s .

2.7.2 Política de revisión continua s, S

Este sistema trata de analizar el inventario cada que se lleve a cabo una transacción y pedir una cantidad semejante a la diferencia entre inventario máximo S y el inventario efectivo. El pedido se efectúa cuando el inventario efectivo se encuentre por debajo del punto de reorden s .

2.7.3 Política de revisión periódica R, S

Esta política consiste en el análisis del inventario que se efectúa cada R unidades de tiempo y se pide una cantidad equivalente a la diferencia entre el inventario máximo (S) y el inventario efectivo.

2.7.4 Política R,s,S

Es un sistema híbrido donde el inventario se analiza cada espacio de tiempo (R) y se pide producto, solo si el inventario efectivo se presenta inferior al punto de reorden (s). La cantidad a pedir es la diferencia entre el inventario máximo (S) y el inventario efectivo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

La metodología seleccionada para la realización de la presente tesis tiene como pasos, los siguientes:

- Descripción del proceso de fabricación de los perfiles estructurales: detalla cómo se obtiene la materia prima del perfil y como se conforma en frío el perfil, a través de los roll former (banco de matriceria), se detallará los productos que se fabrican en dicha Línea.
- Determinación del comportamiento de la demanda: En este punto se procederá a estudiar el comportamiento de la demanda de los diez productos que se fabrican en esa línea y de acuerdo a la demanda se podrá seleccionar un modelo de gestión de inventario.
- Pronóstico de la demanda: este es un análisis que permite predecir de manera adecuada el comportamiento futuro de la demanda y en base a estos se podrá decidir la mejor política de inventario.
- Propuesta de modelos de inventario: después del análisis de la demanda y el pronóstico del SKU, se realizará una propuesta, según las características que presenten los diez productos terminados que se fabrican en esa línea.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES NEGROS.

Los productos fabricados en esta empresa son para atender los requerimientos de clientes grandes y medianos en el sector de la construcción y sector industrial, los cuales son comercializados por todo el país.

Para procesar estos perfiles se necesitan de las siguientes máquinas y Línea:

Slitter automática: Esta máquina se encarga de realizar un corte longitudinal a la materia prima, de tal manera que el producto de este proceso, saldrán unas bobinas de menor ancho útil que de la bobina cortada, los cuales se les llama flejes, estos se convierten en la materia prima, para poder fabricar los perfiles de acero negro.

Figura 7.

Slitter automática, proceso de cortes de flejes d acero negro estructural.



Fuente: Autor

Línea conformadora de perfiles: En esta línea se compone de cuatro elementos:

- a) Desbobinador: Se encarga de sostener el fleje y desenrollarlo hasta la próxima máquina que conforma la Línea.
- b) Cizalla: El fleje una vez que llega a la cizalla esta se encarga de cortarlo a la longitud que se va a fabricar la correa, los corten deben ser mínimo de 1500 mm y un máximo de 12000 mm.
- c) Roll Former: Esta máquina está compuesta por un banco de matricería que se encarga de conformar el perfil.
- d) Apilador: Este es una estructura que apila los perfiles cada 50 unidades y luego están son enzunchadas y transportadas por medio de puente grúa al almacén de producto terminado.

Figura 8.
Línea de perfiles de acero negro.



Fuente: Autor

En esta Línea se fabrican los siguientes perfiles, con las dimensiones y espesores:

Tabla 1.

Dimensiones de los perfiles que se fabrican en la Línea.

Espesores [mm] \ Dimensiones [mm]	100 x 50	125 x 50	150 x 50	200 x 50
1.8	X			
1.9	X			
2.0	X	X	X	X
3.0	X	X	X	X

Fuente: Autor

Para fabricar cada referencia la Línea de conformado de perfiles se debe realizar cambios en la matricería, es decir para pasar de 100 a 125, 125 a 150, 150 a 200, se debe adecuar la matricería para poder fabricar estos productos, cuando se desea cambiar del espesor de 1.8 a 1.9 mm, en la misma dimensión solo se calibra la matricería.

Es decir, es más productivo fabricar perfiles de una misma dimensión, pero de diferente espesor, que cambiar de dimensión, ejemplo: cambiar de referencia de 100 a 150 mm.

Por medio de este estudio se desea saber cual es la referencia que tiene más demanda y conocer a cuál se le debe prestar mayor atención con respecto a una referencia que no tiene mucha demanda.

3.2 ANÁLISIS ABC

En esta empresa la línea que fabrica los perfiles de acero negro procesa 10 referencias, en cuatro dimensiones de 100 – 125 – 150 y 200 [mm] y cuatro espesores 1.8 – 1,9 -2.0 y 3 [mm], de los cuales es necesario realizar un análisis para saber que producto terminado representa el mayor porcentaje de inversión, y también se puede dar seguimiento a los SKU que representan mayores ingresos a la empresa, en el Anexo 1, Tabla 1; se detalla la demanda de los kilos desde el 2016 hasta Agosto de 2021, y el costo del kilo

Los productos que están en la categoría A son cinco de los 10 productos terminados, los cuales hay que darle prioridad en el momento de planificar su producción, se detalla a continuación, el análisis:

Tabla 2.

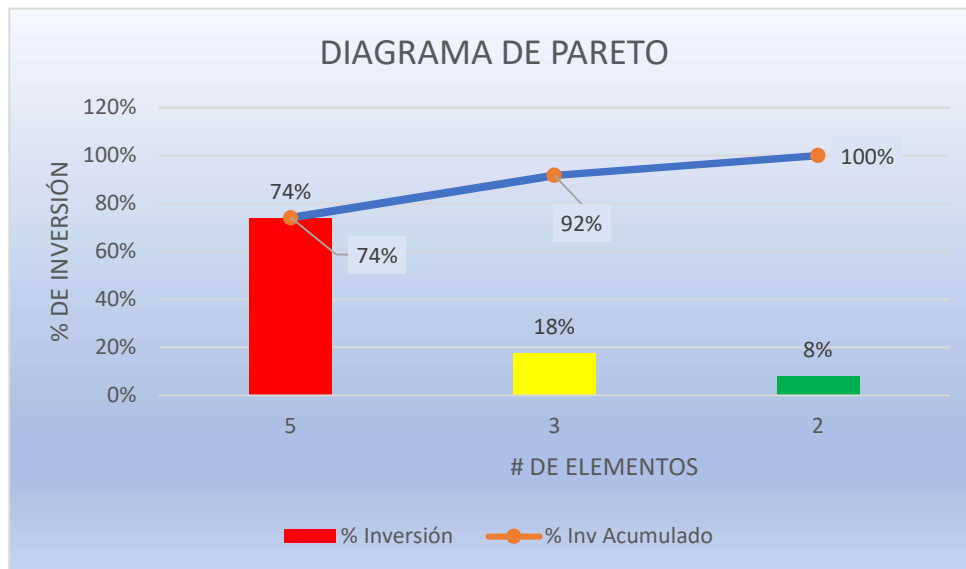
Categorización de productos terminados.

PERFIL 3.00X150X50X15X6000	22%	A	74%
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	38%	A	
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	53%	A	
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	66%	A	
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	74%	A	
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	82%	B	18%
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	87%	B	
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	92%	B	
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	96%	C	8%
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	100%	C	

Fuente: Autor

Para generar el diagrama de Pareto de la clasificación ABC, se utilizó la tabla 2 del Anexo 1, la cual detalla la cantidad de productos terminados y en que categoría se encuentra, adicional se realiza el calculo el porcentaje de la inversión acumulada.

Figura 9.
Diagrama de Pareto.



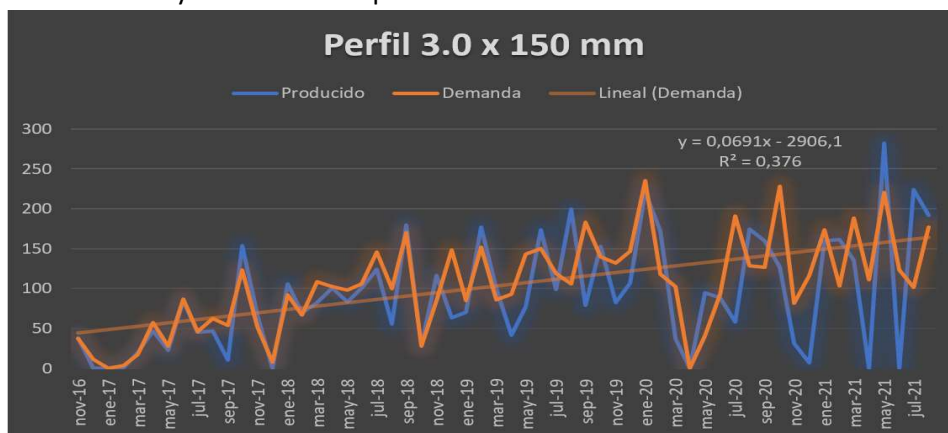
Fuente: Autor

3.3 PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA

El análisis de pronóstico de la demanda lo vamos a realizar a los 10 productos terminados que son objetos de estudio, para este análisis se va utilizar información histórica de la demanda desde el año 2016 hasta el mes de agosto 2021.

Para el siguiente gráfico se utilizó la data que esta en el Anexo 1, Tabla 3, la cual es un producto que se encuentra en la categoría A.

Figura 10.
Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 150 x 3 mm.



Fuente: Autor

En esta gráfica el coeficiente de determinación $R^2 = 0.376$, está alejado de 1, lo cual es un indicador que no nos permitirá conocer como de bien se puede predecir la demanda para los meses futuros a partir del mes de agosto 2021, en estos casos la mejor predicción puede ser el valor de su media. (Villareal 2016).

En la tabla 4 del Anexo 1 se detalla el valor del R^2 , de los 10 productos terminados analizados en este proyecto, los cuales sus valores son menores a 0.5.

El modelo seleccionado para proyectar la demanda en la empresa tema de estudio se basa en el historial de ventas. .

Las series de tiempo son secuencias de observaciones, medidas en determinados momentos de tiempo y ordenados cronológicamente, el análisis de series de tiempo analiza la tendencia, la estacionalidad y si es cíclico.

Los datos históricos son ingresados a la herramienta de software R, se facilita el análisis estadístico de las series de tiempo, la cual nos da un gráfico del comportamiento de la demanda y por medio de librerías nos determina los pronósticos.

En el Anexo 1, de la tabla 5 al 13 se detalla los datos históricos de los 10 productos terminados que son analizados en este proyecto tema de estudio y en las ilustraciones del 1 al 9, que se encuentra en el Anexo 1 se detalla el comportamiento de la producción vs la demanda.

3.4 SELECCIÓN DEL MODELO DEL PRONÓSTICO.

Los modelos utilizados para calcular el pronóstico que fueron utilizados en este proyecto:

- Medias Móviles
- Modelado suavización exponencial
- Holt Winters

Para validar que modelo es el adecuado para cada SKU, se genero los tres pronósticos y se calcularon los siguientes errores: MAD, MSE, RMSE, MAPE

Para modo de ejemplo se detalla en la tabla 3, los pronósticos calculados en el software R y en la tabla 4, se detalla los errores.

Tabla 3.

Modelos de Pronósticos.

Modelo de Pronósticos perfil de 150 x 3 mm			
	Medias móviles	Suav. Exponencial	Holt Winters
sep-21	141.07	151.23	161.81
oct-21	141.61	151.95	191.06
nov-21	142.13	152.64	132.18
dic-21	142.62	153.30	121.64

Fuente: Autor

En esta tabla se detalla los valores pronosticados de acuerdo a los modelos calculados en el software R.

Tabla 4.

Errores de Pronósticos.

Errores de pronósticos perfil de 150 x 3 mm			
	Medias móviles	Suav. Exponencial	Holt Winters
MAD	46.94	52.20	32.03
MSE	3027.76	3219.62	1305.23
RMSE	55.03	56.74	36.13
MAPE	37%	43%	28%

Fuente: Autor

Debido a que los errores son altos en los tres modelos de pronósticos calculados en el software R, no es fácil determinar por cual método elegir, sin embargo el método de seleccionar el modelo es el que tiene menor valor en los cuatros errores, es decir en este SKU de perfil de 150 x 3 mm, se escogería el método Holt Winters, el cual el MAD, MSE, RMSE y el MAPE son menores con respecto a los otros modelos.

En la tabla 5 se detalla los modelos que se escoge de acuerdo a los errores calculados:

Tabla 5.

Método Selecccionado

PRODUCTO TERMINADO	METODO SELECCIONADO
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	Holt Winters
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	Suavización exponencial
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	Suavización exponencial
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	Medias móviles
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	Medias móviles
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	Holt Winters
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	Holt Winters
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	Medias móviles
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	Suavización exponencial
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	Medias móviles

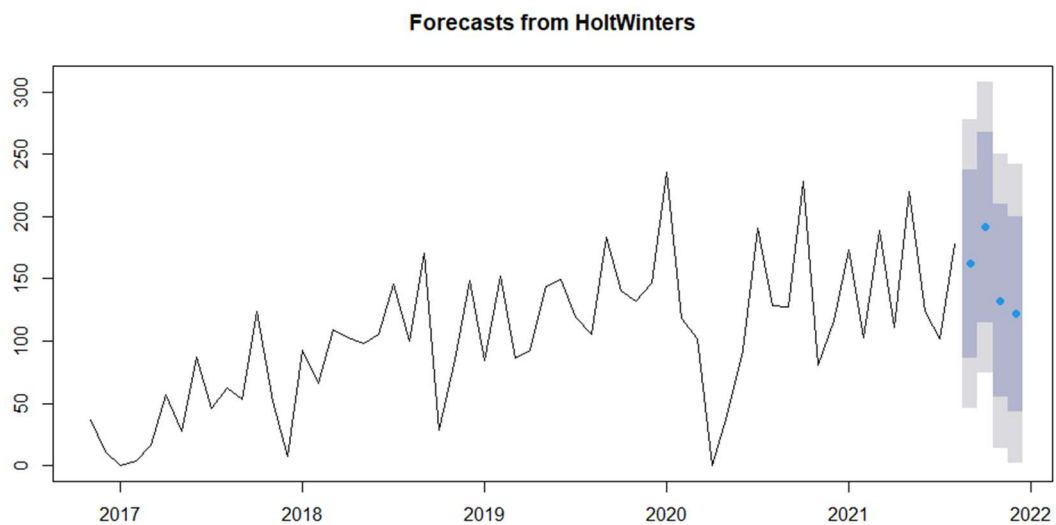
Fuente: Autor

En la tabla 14 del Anexo 1, se detalla la medición de los errores, de todos los SKU los cuales con esta información se puede seleccionar el tipo de modelos de pronósticos.

Para la estimación de los pronósticos será de cuatros meses, los cuales son el lead time de la llegada de materia prima a la Planta, ya que al realizarlo con un horizonte de tiempo más largo, los errores medidos serían de mayor valor.

Figura 11.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico Holt Winters “perfil de 150 x 3 mm”.



Fuente: Autor

La demanda de las ventas de los futuros cuatros meses a partir del mes de agosto del 2021, que calcula el software R, son los siguientes:

Tabla 6.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 150 x 3 mm.

Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	161.81	86.05	237.57	45.94	277.67
oct-21	191.06	114.55	267.58	74.04	308.09
nov-21	132.18	54.79	209.57	13.83	250.54
dic-21	121.64	43.27	200.02	1.78	241.51

Fuente: Autor

Cabe indicar que estos datos son pronósticos y nos ayudan a tener una idea desde el punto de vista cuantitativo, pero también hay que tener en cuentas la información cualitativa, como es el caso de la Pandemia en el año 2020, el problema de tráfico del transporte marítimo que existe a nivel

mundial, debido a la pandemia, el descontento de un cliente grande de la empresa que ya no desea comprar en la empresa que es tema de estudio y se decide comprar a la competencia, todos esos factores no se lo puede estimar cuantitativamente y es por eso que a cada mes se debe ir ajustando el pronóstico a la realidad del mercado. Sin embargo, un pronóstico cuantitativo nos ayuda a tener una idea de la posible demanda y es mejor saber que se esta equivocado a no tener idea de la demanda que se podría tener.

A pesar de que la medición de los errores es alta, se los va a considerar para el cálculo del stock máximo y mínimo y estos deberán ser ajustados, de acuerdo con la demanda real.

En el Anexo 1, de la tabla 15 al 24 se detalla los pronósticos de los 10 productos terminados que son analizados en este proyecto tema de estudio y en las figuras del 10 al 18, que se encuentra en el Anexo 1 se detalla la gráfica con el comportamiento de la demanda y los pronósticos, que fueron generados por el software R.

Tabla 7.

Pronósticos de 4 meses calculados en software R.

Producto	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	161.81	191.06	132.18	121.64
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	198.31	200.37	202.42	204.48
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	113.16	113.43	113.69	113.94
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	76.06	76.42	76.76	77.09
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	54.16	54.35	54.54	54.71
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	76.53	103.64	75.20	65.27
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	57.03	57.90	58.77	59.64
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	109.10	83.35	97.07	81.01
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	20.60	20.60	20.60	20.60
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	35.87	36.35	36.73	37.04

Fuente: Autor

3.5 CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD

Según la filosofía DDMRP, se puede utilizar la segmentación:

Tabla 8.

Tabla de variabilidad.

Categoría de la Variabilidad	Factor de Rango de Variabilidad
Alta Variabilidad	0.61 a >1
Mediana Variabilidad	0.41 a 0.60
Baja Variabilidad	0 a 0.4

Fuente: Autor

Alta variabilidad de la demanda: La demanda está sujeta a frecuentes picos.

Mediana variabilidad de la demanda: La demanda está sujeta a picos ocasionales

Baja variabilidad de la demanda: La demanda tiene poca o ninguna actividad de picos, esta demanda es relativamente estable.

Tabla 9.

Cálculo de variabilidad de los productos terminados.

Descripción de Producto terminado	Media (Demanda)	Desv. Estándar (Demanda)	Coficiente de Variación (Demanda)	Categoría
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	103.94	57.94	0.56	Mediana
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	128.77	74.65	0.58	Mediana
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	84.79	47.79	0.56	Mediana
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	54.84	31.52	0.57	Mediana
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	38.59	23.31	0.60	Mediana
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	45.81	29.13	0.64	Alta
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	42.06	29.07	0.69	Alta
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	32.66	21.94	0.67	Alta
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	24.16	13.28	0.55	Mediana
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	19.90	13.84	0.70	Alta

Fuente: Autor

Según la información de la tabla los productos tipo A, tienen una mediana variabilidad en la demanda, los tipos B tienen una alta variabilidad y en la categoría C están entre mediana y alta.

3.6 SELECCIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO

En el análisis de la demanda de los 10 SKU que se procesa en esta Planta que es tema de estudio, se puede observar que es muy fluctuante. Cabe indicar que a diario se ingresa pedidos de clientes en estos productos y así mismo el despacho de los inventarios de estos productos deben ser entregados a diario, es decir, el manejo de inventario debe ser manejado a diario, los reabastecimientos de materia prima vienen de los siguientes países:

Brasil, China, Japón, Rusia, Taiwan.

El lead time de esta materia prima desde que se genera la orden de compra hasta que llega a la Planta varía de acuerdo con el país que se compra:

Tabla 10.

Lead time de la compra de materia prima hasta que llegue a la empresa tema de estudio.

País donde se compra Materia Prima	Lead time
Brasil	115 días
Japón	117 días
China	150 días
Rusia	162 días
Taiwán	130 días

Fuente: Autor

Cabe indicar que el departamento de Abastecimiento, la compra de materia prima a cualquier de estos proveedores lo hace con una anticipación de 4 meses.

Adicional para fabricar los perfiles de 100, 125, 150 y 200 mm, el cambio de referencia se debe abrir o cerrar la matriceria (actividad que puede tomar de 2 a 3 horas), dependiendo de la referencia que se desee fabricar o la que se encuentra bajo en inventario.

Debido a que el lead time de la materia prima es alto y la demanda variable, se sugiere tomar la siguiente política de inventario:

3.6.1 Política de revisión continua s, S

Esta política trata de revisar el inventario cada vez que se efectúe un pedido y requerir una cantidad semejante a la diferencia entre inventario máximo S y el inventario efectivo. El momento en que se realiza el requerimiento es cuando el inventario efectivo se encuentre por debajo del punto de reorden s.

Se utiliza esta política debido a que existen clientes que realizan una compra de productos de bastantes toneladas y suele suceder que dejan sin inventario a las bodegas de producto terminado.

Para esta política se debe tener considerar la siguiente información:

$$\text{Inventario seguridad} = \text{Consumo mínimo diario} \times \text{Días de reposición de Inv.}$$

$$\text{Inventario mínimo} = \text{Inventario de seguridad}$$

$$\text{Inventario máximo} = \text{Consumo máximo diario} \times \text{Días de reposición de Inv.} + \text{Inv. seg.},$$

(Cloud 2020)

Punto de reorden

$$= \text{Demanda durante el regreso de la fabricación de la referencia calculada} + \text{Inv. de seguridad}$$

$$\text{Cantidad a Ordenar} = \text{Inv. máximo} - \text{Inv. Disponible} - \text{Demanda}$$

$$\text{Inventario Disponible} = \text{Inv. inicial} + \text{Ordenes comprometidas}$$

Debido a la variación de la demanda que en la mayoría de los productos esta entre mediana y alta, el inventario de seguridad, el punto de reorden y el stock máximo se lo va a calcular en semanas, debido a las siguientes restricciones de productividad:

- Demora en los cambios de referencias en las matricerías, es decir cambiar de fabricar de las correas de 100 a 125 mm, 125 a 150 mm, 150 a 200 mm o de 200 a 100 mm.
- Conservación de la matricería, entre menos cambios de referencia, se alarga su tiempo de vida útil.

Para calcular el stock mínimo, el punto de reorden y el stock máximo, es necesario tener los siguientes datos los cuales son obtenidos de la información histórica desde el año 2016 hasta agosto del 2021.

Tabla 11.

Información histórica de Demanda máxima, mínima y los días de reposición.

Referencia o descripción corta del SKU	Consumo Min (T)	Consumo Max (T)	Días de reposición Inv.
PFCLCE 1.80X100X50X15X6000 AE36	0.92	44.23	2.8
PFCLCE 1.90X100X50X15X6000 AE36	0.97	22.36	10
PFCLCE 2.00X100X50X15X6000 AE36	1.02	73.48	1.7
PFCLCE 2.00X125X50X15X6000 AE36	1.15	21.75	2.2
PFCLCE 2.00X150X50X15X6000 AE36	1.27	23.11	2.5
PFCLCE 2.00X200X50X15X6000 AE36	1.51	33.68	10
PFCLCE 3.00X100X50X15X6000 AE36	1.49	68.56	2.5

PFCLCE 3.00X125X50X15X6000 AE36	1.67	35.16	4
PFCLCE 3.00X150X50X15X6000 AE36	1.84	57.16	2.5
PFCLCE 3.00X200X50X15X6000 AE36	2.20	37.34	2.2

Fuente: Autor

Una vez obtenido los datos de la tabla 8, se procederá a calcular los stocks mínimos, máximos y el punto de reorden, los cuales se necesitan para ingresarlos al software SAP2000.

Tabla 12.

Información de los stocks máximos, mínimos y punto de reorden, del mes de septiembre del 2021.

Referencia o descripción corta del SKU	Forecast Sept-2021 (T)	Demanda diaria Forecast sept 2021(T)	Inv. Seguridad (T)	Pto. Reorden(T)	Stock máximo(T)
PFCLCE 1.80X100X50X15X6000 AE36	109.10	5.46	2.58	17.85	126.43
PFCLCE 1.90X100X50X15X6000 AE36	20.60	1.03	9.73	20.03	233.40
PFCLCE 2.00X100X50X15X6000 AE36	198.31	9.92	1.74	18.60	126.67
PFCLCE 2.00X125X50X15X6000 AE36	57.03	2.85	2.52	8.79	50.38
PFCLCE 2.00X150X50X15X6000 AE36	76.53	3.83	3.17	12.74	60.96
PFCLCE 2.00X200X50X15X6000 AE36	35.87	1.79	15.09	33.03	351.90
PFCLCE 3.00X100X50X15X6000 AE36	113.16	5.66	3.73	17.88	175.13
PFCLCE 3.00X125X50X15X6000 AE36	54.16	2.71	6.67	17.50	147.34
PFCLCE 3.00X150X50X15X6000 AE36	161.81	8.09	4.61	24.84	147.52
PFCLCE 3.00X200X50X15X6000 AE36	76.06	3.80	4.83	13.20	87.00

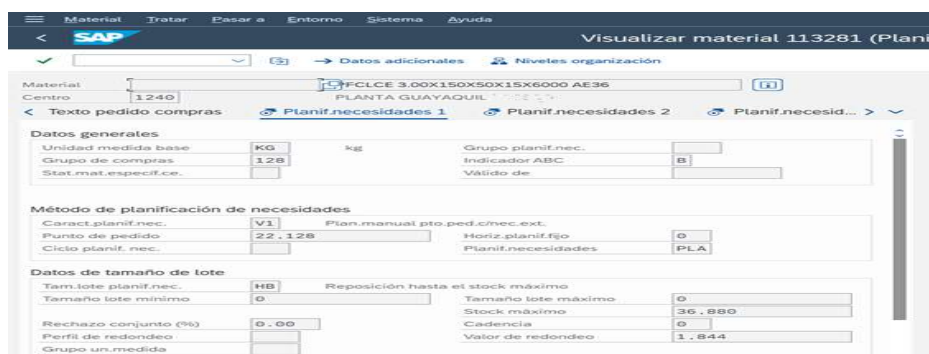
Fuente: Autor

3.7 INGRESO DE DATOS EN SAP 2000

Los datos antes calculados deben ser ingresados al programa informático que se utiliza en la empresa donde se realiza la investigación, es el SAP 2000, en el cual por medio de la transacción MM02, que pertenece al módulo MM, presenta la siguiente pantalla:

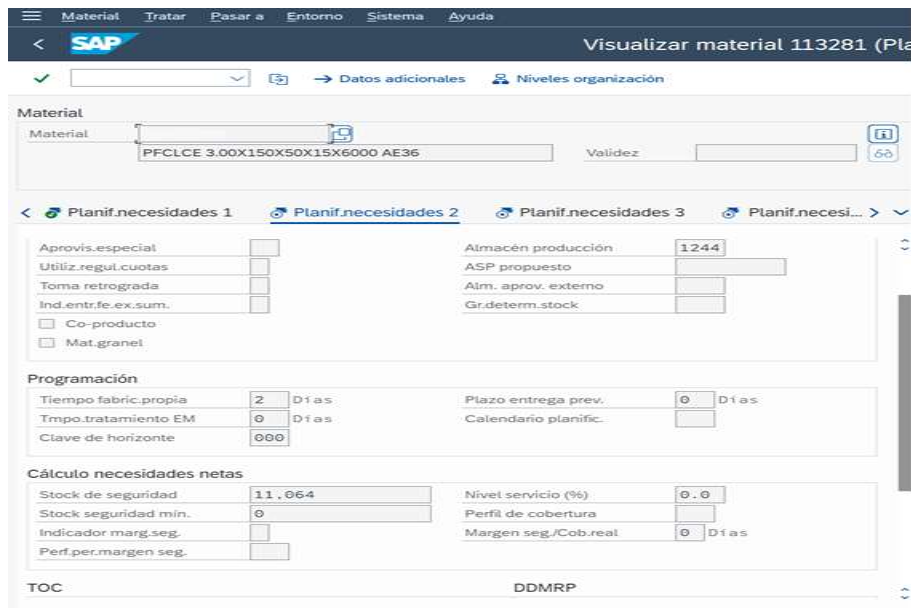
Figura 12.

Transacción MM02 de SAP 2000, ingreso de los Stock máximo y de Punto de pedido.



Fuente: Autor

Figura 13.
Transacción MM02 de SAP 2000, ingreso de los Stock de seguridad.



Fuente: Autor

Una vez ingresada la información en la transacción MM02, la información se puede ver en la siguiente transacción MD07, este programa te indica por medio de un semáforo indicando lo siguiente:

Rojo: El inventario del producto terminado está por debajo del nivel de stock de seguridad

Amarillo: El inventario del producto terminado se encuentra entre el stock de seguridad y el punto de reorden.

Verde: El inventario del producto terminado se encuentra encima del punto de reorden.

Figura 14.
Transacción MD07 de SAP 2000, revisión visual de los semáforos.

The screenshot shows the SAP MD07 'Listas necesidades/stocks marcadas' screen. The table below shows the list of materials with their respective stock levels and service levels.

Se...	Fecha vál.d...	Material	Fabr.ext.	Área pl.nec.	Texto breve de material
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 2.00X150X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 2.00X150X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 2.00X100X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 2.00X100X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 3.00X125X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 3.00X125X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 3.00X200X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 3.00X200X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 2.00X125X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 2.00X125X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 1.50X80X40X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 1.50X80X40X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 1.80X100X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 1.80X100X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 3.00X100X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 3.00X100X50X15X6000 AE36
<input type="checkbox"/>		PFCLCE 3.00X150X50X15X6000 AE36		1240	PFCLCE 3.00X150X50X15X6000 AE36

Fuente: Autor

Al ingresar por material en esta transacción se puede conocer los pedidos clientes, los cuales el sistema resta con el stock actual del inventario y hace el cálculo, dependiendo del nivel de inventario, que exista en el sistema después de realizar el cálculo, si este baja del punto de reorden o del nivel de seguridad, el sistema genera una orden de fabricación en el momento que se programe la producción.

Figura 15.
Transacción MD07 de SAP 2000. Detalle de los pedidos clientes.

The screenshot displays the SAP MD07 transaction interface. At the top, there is a navigation bar with options like 'Lista', 'Tratar', 'Pasara', 'Opciones', 'Entorno', 'Sistema', and 'Ayuda'. Below this, the SAP logo and the title 'Lista de necesidades' are visible. The main area shows the material 'PFCLCE 3.00X150X50X15X6000 AE36' at 'PLANTA GUAYAQUIL'. The unit is 'KG' and the material type is 'Z001'. Below the material information, there are tabs for 'Screen inicial para materiales p', 'Planif. necesidades sobre consum', and 'Step-Loop valores sobre c...'. A table of planning data is shown, including 'Planif.necesidades' (PLA), 'Grupo de compras' (128), 'Cl.provisionam.' (E), 'Tam.lote planif.nec.' (HB), and 'Tamaño lote fijo' (0). Another table shows 'Punto de pedido' (22,128), 'Stock de seguridad' (11,064), 'Plazo entrega prev.' (0), 'Tmpto.tratamiento EM' (0), and 'Stock máximo' (36,880). At the bottom, a table lists customer orders and stock levels:

F...	Fecha	Elem.p...	Datos del ElemPINec	Fe.reprogra...	E...	Entrada/Nec.	Ctd.disponible
Σ	10/17/2021	Stock					46,579.440
	10/17/2021	StocSg	Stock de seguridad			11,064-	35,515.440
	10/01/2021	OrdClt	0000401788/000010/0...			295.040-	35,220.400
	10/04/2021	OEntOP	0108821237/AE			60,852-	25,631.600-
	10/06/2021	OrdClt	0000401715/000010/0...			1,622.720-	27,254.320-
	10/06/2021	OrdClt	0000402256/000030/0...			1,180.160-	28,434.480-
	10/11/2021	Entr.	8011092506/000010/0...			3,688-	32,122.480-

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Mediante el análisis ABC se determinó que de los diez productos terminados, cinco de ellos están en la categoría A, tres se encuentra en la categoría B y dos se encuentra en la categoría C., Lo anterior nos señala a qué productos se le deba dar prioridad en la disponibilidad de inventario.

Se analizó el comportamiento de las ventas desde el año 2016 hasta el mes de agosto del 2021, de los diez productos que se fabrican en esta empresa. La variabilidad de los productos estaban entre mediana y alta, esto es debido a la irregularidad de la demanda de estos productos, en la mayoría de los productos presentaban tendencia creciente.

En base a los pronósticos calculados por el software R, y de acuerdo a las restricciones que tienen la empresa con respecto a fabricar diez SKU en una misma línea, se sugiere tomar la política de inventario: Punto de Reorden, nivel máximo. Se logró determinar los stocks de seguridad, máximo y punto de reorden, de cada referencia, los cuales se pueden ingresar en el software SAP2000, los cuales va calculando el stock y si es necesario genera una orden de fabricación en el momento de generar la programación de la producción.

Se utilizó tres métodos de pronósticos en los 10 SKU analizados en esta tesis, la medición de los errores de cada pronostico, permitió seleccionar el modelo mas adecuado, se hizo el cálculo para cuatro meses debido al lead time de la materia prima y a la alta variabilidad en la demanda de los SKU analizados en este proyecto, ya que en esta variabilidad interviene la pandemia, el trafico marítimo (traslado de materia prima), etc.

Los niveles de stock que se calcularon son para trabajar mensualmente. Se basaron en la demanda real, estos deben ser ajustados en el programa SAP 2000. Estos valores pronosticados de cuatro meses en el software R, ayudan para tener una idea mas clara de la futura demanda que podría existir, con esto se podría afinar la compra de materia prima, adicional a eso dependiendo del pronóstico de la demanda se podría requerir a la Direccion de la empresa la contratación de personal para temporadas altas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el estudio ABC-XYZ el cual puede sugerir los productos que están en la categoría C, cambiarlos de MTS a MTO, los cuales por su importancia y demanda ayudaría a mejorar los tiempos de entrega en las referencias que se encuentran en la categoría A y B.

Si bien el software R facilitó el pronóstico de los productos terminados, se debería realizar el análisis con otras herramientas que puedan mejorar los pronósticos, como puede ser redes neuronales artificiales, learning machine.

En base a este estudio realizado en esta empresa se sugiere que servicio al cliente (SAC), ingrese la demanda natural, la cual ayudaría bastante para saber que tanto se pierde en ventas por quiebres de inventarios, ya que actualmente solo se ingresa pedidos clientes si existe inventario de materia prima, caso contrario no se ingresa la información al sistema.

Finalmente se sugiere la implementación de un software que se conecte con SAP2000, en el cual este monitoreando la demanda natural todos los días y esta a su vez vaya modificando de manera diaria los stocks de seguridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul Zuluaga Mazo, Paula Andrea Molina Parra, Erica Yaneth Guisao Giraldo. «La planeación de la demanda como requisito para la gestión de las cadenas de suministro en las empresas en Colombia.» *Revista Politecnica ISSN 1900 -2531*, 2015: 15.
- Anderson, David, Dennis Sweeney, Thomas Williams, Jeffrey Camm, y Kipp Martin. *Métodos cuantitativos para los negocios*. Mexico: Cengage Learning, 2017.
- Arango, Giraldo, Castrillón. «Gestión de compras e inventario a partir de pronósticos Holt - Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC.» *Universidad Tecnológica de Pererira*, 2017: 743.
- Cajamarca Torrestagle, Francisco Xavier. «Diseño y propuesta de implementación de un modelo de gestión demand driven- MRP para el proceso de abastecimiento y gestión de los inventarios de una empresa procesadora y comercializadora de productos para la nutrición animal.» Guayaquil: ESPOL, 2019.
- Chapa, Joely Mireilli Pinedo. «Propuesta de un modelo de pronostico de demanda y gestión de inventarios para la planeación de demanda en prendas de vestir juvenil.» Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 05 de Febrero de 2018.
- Chase, Richard, Roberto Jacobs, y Nicholas Aquilano. *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Sumistros*. Mexico: The McGraw Hill, 2009.
- Cloud, Next. *Next Cloud*. Juio de 2020. <https://blog.next-cloud.mx/2018/06/19/calculo-minimos-maximos-inventario/>.
- Gallardo Echenique, Eliana Esther. «Metodología de la Investigación: manual autoformativo interactivo .» Huancayo: Universidad Continental, 2017.
- Garcia Alarcon, Ivan Dario, y Jorge Eduardo Tamayo Rangel. «Modelo de control y gestión de inventarios para una tienda comercializadora de repuestos ubicada en una estación de servicio en el norte del Valle del Cauca.» Valle del Cauca: Universidad del Valle sede Zarzal, 2017.
- García Moreira, Mario, y Gonzalo Asanza Maldonado. «Diseño de una política de inventario para una empresa dedicada a la producción y a la venta de productos orgánicos para la acuicultura.» Guayaquil: ESPOL, 2016.
- Giraldo, Germán Andrés Méndez. «Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad.» *Universidad Distrital Francisco José de caldas*, 2015: 89.
- Hernández Pinzón, José ángel, y Nelson Fabián Arévalo Sastoque. «Selección de modelos de pronóstico para el precio internacional el cobre, la plata y el oro.» Bogotá: Fundación Universitaria los libertadores, 2017.

- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado, y Pilar Baptista Lucio. *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill, 2017.
- López Pinchao, John. «Diseño de un sistema de gestión de inventario para los productos terminados en la empresa Redacopio S.A.» Ibarra, 2020.
- Lorena, Zapaia Maria. «Aplicación de Modelos de Estimación de Demanda en una Empresa Textil.» Universidad nacional de Cordoba, 2016.
- Mora García, Luis Aníbal. *Gestión Logística Integral*. 70. Bogota: ECOE Ediciones, 2016.
- Paredes Rodriguez, A.M., V.L. Chud Pantoja, y J.C. Osorio. «Sistema de control de inventarios multicriterio difuso para repuestos.» Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 02 de Diciembre de 2019.
- Peña Torres, Cristhian Gabriel. «Diseño de un modelo de planificación de inventarios de repuestos en una empresa dedicada a la comercialización de maquinarias de construcción y sus partes.» Guayaquil: ESPOL, 2019.
- Puebla, Universidad de la Américas. *Universidad de la Américas Puebla*. 2019.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/barroeta_n_c/capitulo3.pdf (último acceso: 17 de Junio de 2021).
- Ramos Quecara, Yesenia Angela. «Propuesta de un modelo de gestión de inventarios empresa del sector lácteo.» 2018.
- Rodríguez Gaón, Alexi, y Luis Florencia Toala. «Modelo de gestión de inventario para optimizar los procesos productivos en la empresa Maggro Cia Ltda.» Quevedo, 2019.
- Sáez, Jose Ignacio López. «Análisis de Series de Tiempo.» 2018. Especialización en ciencias de datos ITBA, s.f.
- . «Análisis de Series de Tiempo.» *Prógnostico de demanda de uso de aeropuertos en Argentina al 2022*. 29 de Septiembre de 2018.
- Sierra y Acosta, Jorge, María Virginia Guzmán Ibarra, y Francisco García Mora. «Administración de almacenes y control de inventarios.» 2014.
- Vidal Holguin, Carlos Julio. *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Ciudad del Valle: Universidad del Valle, 2010.
- . *Fundamentos de gestión de inventarios*. 2016.
- Villareal, Fernanda. «Introducción a los modelos de pronósticos.» Universidad Nacional del Sur, 2016.
- Zapata, Maria Lorena. «Aplicación de modelos de estimación de demanda en una empresa textil.» Cordoba: Universidad Nacional de cordoba, 2016.
- Zuluaga Mazo , Abdul, Paula Andrea Molina Parra, y Erica Yaneth Guisao Giraldo. «La Planeación de la demanda como requisito para la gestión de las cadenas de suministro en las empresas en Colombia.» Revista politécnica ISSN, Junio de 2017.

ANEXOS

ANEXO 1: Tablas de datos y gráficos

Tabla 1

Demanda de perfiles desde el 2016 hasta agosto 2021 y el costo unitario de cada producto.

PRODUCTO	DEMANDA EN TONELADAS	COSTO UNITARIO
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	3295.76	\$ 0.87
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	2595.63	\$ 0.85
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	7510.08	\$ 0.82
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	1949.13	\$ 0.82
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	2703.03	\$ 0.81
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	1144.93	\$ 0.81
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	4484.77	\$ 0.77
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	2052.86	\$ 0.76
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	5287.6	\$ 0.76
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	2808.82	\$ 0.76

Fuente: Autor

Tabla 2

Demanda de perfiles desde el 2016 hasta agosto 2021 y el costo unitario de cada producto.

	# Elementos	% Artículos	% Acumulado	% Inversión	% Inversión Acumulado
A	5	50%	50%	74%	74%
B	3	30%	80%	18%	92%
C	2	20%	100%	8%	100%
	10			100%	

Fuente: Autor

Tabla 3.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 3.0 X 150 MM.

Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
nov-16	37.80	36.88	abr-19	41.23	92.57
dic-16	0.00	11.06	may-19	77.45	143.46
ene-17	0.00	0.00	jun-19	173.74	149.77
feb-17	0.55	3.69	jul-19	99.28	119.12
mar-17	20.21	16.96	ago-19	199.96	105.62
abr-17	46.80	57.16	sep-19	78.70	183.29
may-17	22.35	27.96	oct-19	152.54	140.07
jun-17	83.94	86.67	nov-19	82.09	131.66
jul-17	44.74	46.10	dic-19	106.80	146.49
ago-17	46.76	62.70	ene-20	221.46	235.29
sep-17	10.51	53.48	feb-20	171.71	117.83

oct-17	153.61	123.55	mar-20	37.47	102.16
nov-17	66.49	51.63	abr-20	0.00	0.00
dic-17	0.00	7.38	may-20	94.52	40.57
ene-18	105.48	92.20	jun-20	88.07	92.94
feb-18	69.26	66.38	jul-20	57.98	190.71
mar-18	82.83	108.80	ago-20	174.07	128.34
abr-18	100.61	102.71	sep-20	159.36	127.13
may-18	82.94	97.73	oct-20	126.42	228.29
jun-18	100.83	105.55	nov-20	31.09	81.14
jul-18	123.95	145.68	dic-20	7.12	116.47
ago-18	55.32	99.58	ene-21	159.47	173.34
sep-18	179.72	170.02	feb-21	161.65	102.90
oct-18	28.21	28.14	mar-21	135.61	188.46
nov-18	116.06	84.82	abr-21	0.00	110.64
dic-18	63.47	148.63	may-21	281.73	220.14
ene-19	70.48	84.60	jun-21	0.00	123.55
feb-19	177.43	151.91	jul-21	223.79	101.42
mar-19	100.02	86.08	ago-21	192.18	177.39

Fuente: Autor

Tabla 4.

Información de los R^2 de los productos terminados.

PRODUCTO	R^2
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	0.1
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	0.3
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	0.3
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	0.4
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	0.5
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	0.3
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	0.2
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	0.2
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	0.4
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	0.1

Fuente: Autor

Tabla 5.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 2.0 X 100 MM.

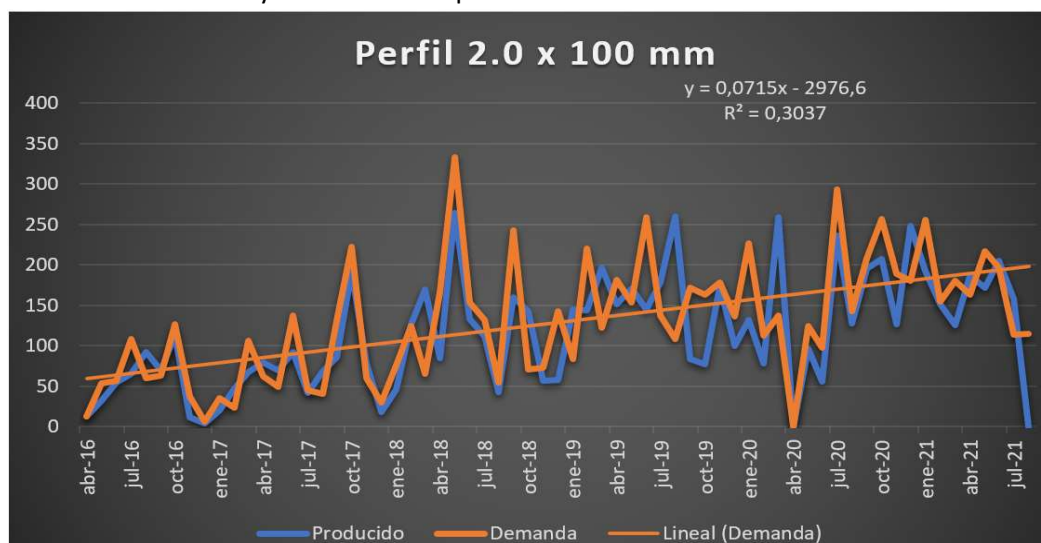
Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
abr-16	12.28	12.28	ene-19	144.64	83.93
may-16	32.20	53.43	feb-19	144.07	220.05
jun-16	54.29	56.50	mar-19	196.43	121.84
jul-16	65.31	107.93	abr-19	151.15	181.41
ago-16	92.16	59.27	may-19	170.97	152.85
sep-16	68.91	63.09	jun-19	144.74	258.33
oct-16	113.29	126.93	jul-19	177.99	137.56

nov-16	11.73	36.85	ago-19	259.66	108.49
dic-16	3.48	6.14	sep-19	83.42	171.54
ene-17	19.81	34.80	oct-19	76.84	162.78
feb-17	46.98	23.54	nov-19	173.63	178.11
mar-17	67.51	106.44	dic-19	99.73	136.15
abr-17	78.77	61.41	ene-20	132.26	226.81
may-17	68.94	49.33	feb-20	77.75	112.44
jun-17	91.87	137.15	mar-20	259.15	137.15
jul-17	40.90	45.03	abr-20	0.00	0.00
ago-17	68.29	39.92	may-20	96.84	123.84
sep-17	85.63	131.01	jun-20	55.29	97.25
oct-17	192.32	222.10	jul-20	236.20	293.62
nov-17	78.26	59.36	ago-20	127.10	142.31
dic-17	18.08	29.68	sep-20	195.08	207.77
ene-18	46.06	75.74	oct-20	207.69	257.08
feb-18	126.73	123.84	nov-20	126.55	188.67
mar-18	169.78	65.50	dic-20	248.14	180.73
abr-18	84.99	166.32	ene-21	191.68	255.12
may-18	264.23	333.50	feb-21	151.44	154.55
jun-18	132.65	153.44	mar-21	125.81	180.16
jul-18	110.97	132.03	abr-21	186.56	162.74
ago-18	42.64	54.25	may-21	171.70	216.47
sep-18	160.12	242.77	jun-21	205.21	196.51
oct-18	142.84	70.72	jul-21	158.09	113.61
nov-18	56.74	72.67	ago-21	0.00	114.63
dic-18	58.01	142.47			

Fuente: Autor

Figura 1.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 2 x 100 mm.



Fuente: Autor

Tabla 6.

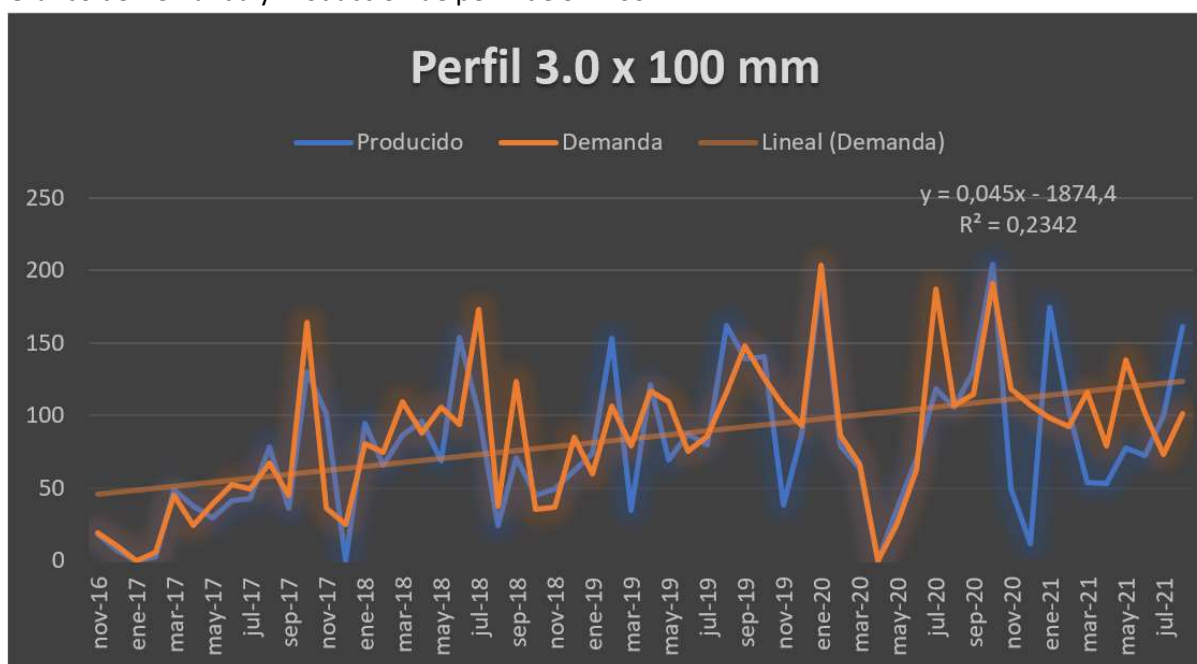
Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 3.0 X 100 MM.

Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
nov-16	18.04	19.38	abr-19	121.18	116.86
dic-16	7.21	10.43	may-19	69.34	109.46
ene-17	0.00	0.00	jun-19	87.05	75.39
feb-17	3.07	5.96	jul-19	79.56	85.55
mar-17	48.98	44.72	ago-19	161.81	116.26
abr-17	37.47	23.85	sep-19	139.36	148.16
may-17	29.33	38.75	oct-19	140.23	126.04
jun-17	41.17	52.17	nov-19	38.45	106.78
jul-17	42.48	49.19	dic-19	86.96	93.34
ago-17	78.28	67.07	ene-20	196.24	203.66
sep-17	35.77	44.72	feb-20	78.94	86.75
oct-17	129.85	163.96	mar-20	63.32	66.18
nov-17	101.47	35.77	abr-20	0.00	0.00
dic-17	0.00	24.74	may-20	35.83	25.34
ene-18	94.74	80.49	jun-20	70.14	62.39
feb-18	65.64	74.53	jul-20	118.41	187.21
mar-18	86.66	109.58	ago-20	105.89	107.32
abr-18	96.02	88.09	sep-20	131.28	114.47
may-18	68.71	105.83	oct-20	204.65	190.96
jun-18	153.82	93.90	nov-20	49.75	118.46
jul-18	101.32	172.90	dic-20	11.51	107.44
ago-18	24.44	37.26	ene-21	174.42	98.37
sep-18	70.80	123.71	feb-21	103.08	92.41
oct-18	45.04	35.35	mar-21	53.57	116.26
nov-18	49.66	37.11	abr-21	53.09	79.00
dic-18	62.12	84.96	may-21	77.83	138.62
ene-19	73.66	59.62	jun-21	72.17	101.35
feb-19	153.22	106.42	jul-21	99.86	73.03
mar-19	34.91	79.12	ago-21	161.48	101.35

Fuente: Autor

Figura 2.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 3 x 100 mm.



Fuente: Autor

Tabla 7.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 3.0 X 200 MM.

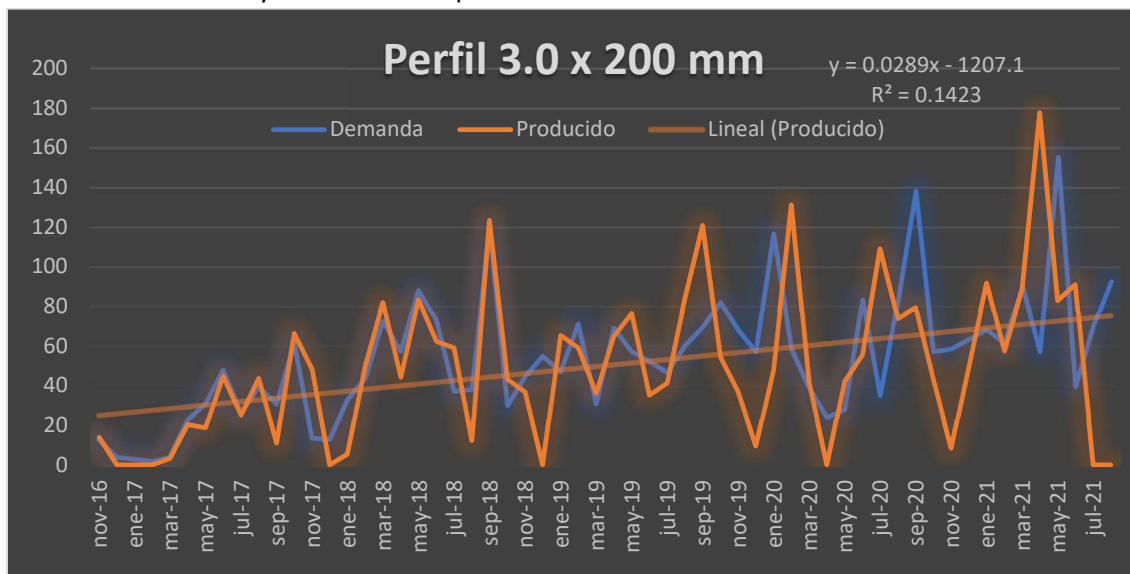
Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
nov-16	13.84	13.18	abr-19	64.94	68.99
dic-16	0.00	4.39	may-19	76.41	57.12
feb-17	0.00	2.20	jun-19	35.42	52.29
mar-17	3.16	4.39	jul-19	41.44	46.58
abr-17	20.34	22.85	ago-19	83.53	59.98
may-17	18.72	30.93	sep-19	120.75	69.43
jun-17	44.82	47.94	oct-19	54.53	82.17
jul-17	25.31	26.36	nov-19	37.09	68.11
ago-17	43.98	39.55	dic-19	9.58	57.12
sep-17	11.03	30.76	ene-20	47.94	116.88
oct-17	66.39	61.52	feb-20	131.03	58.44
nov-17	48.20	13.84	mar-20	41.83	39.11
dic-17	0.00	13.18	abr-20	0.00	24.17
ene-18	5.27	32.96	may-20	42.31	28.12
feb-18	50.14	43.94	jun-20	55.67	83.49
mar-18	81.77	72.50	jul-20	108.88	35.15
abr-18	44.34	57.30	ago-20	73.73	83.49
may-18	83.35	88.32	sep-20	79.18	138.19
jun-18	62.35	72.94	oct-20	43.32	57.12
jul-18	59.14	37.35	nov-20	8.35	58.44
ago-18	12.22	38.23	ene-21	91.75	68.11

sep-18	123.25	118.90	feb-21	57.43	61.52
oct-18	43.28	30.10	mar-21	88.58	90.08
nov-18	36.95	44.64	abr-21	177.61	57.12
dic-18	0.00	54.93	may-21	82.74	155.33
ene-19	65.29	47.06	jun-21	90.87	39.55
feb-19	59.14	71.05	jul-21	0.00	70.08
mar-19	36.25	31.02	ago-21	0.00	92.71

Fuente: Autor

Figura 3.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 3 x 200 mm.



Fuente: Autor

Tabla 8.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 3.0 X 125 MM.

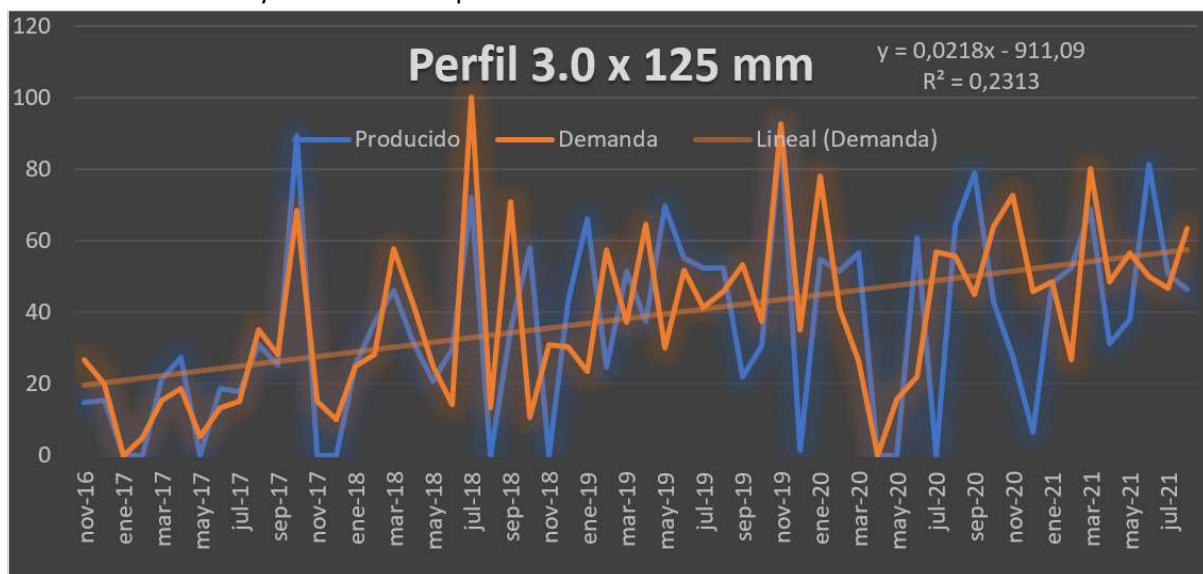
Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
nov-16	14.91	26.68	abr-19	37.42	64.70
dic-16	15.41	20.01	may-19	69.63	30.05
ene-17	0.00	0.00	jun-19	54.96	51.69
feb-17	0.00	5.00	jul-19	52.46	41.35
mar-17	21.41	15.34	ago-19	52.46	45.69
abr-17	27.21	18.68	sep-19	22.11	53.36
may-17	0.00	5.40	oct-19	30.65	37.39
jun-17	18.81	13.34	nov-19	90.48	92.55
jul-17	17.78	15.01	dic-19	1.53	35.05
ago-17	30.95	35.02	ene-20	54.66	78.04
sep-17	25.21	28.35	feb-20	51.36	41.15
oct-17	89.21	68.33	mar-20	56.53	26.41
nov-17	0.00	15.01	abr-20	0.00	0.00
dic-17	0.00	10.01	may-20	0.00	15.67
ene-18	25.38	25.01	jun-20	60.66	22.01

feb-18	37.19	28.35	jul-20	0.00	56.96
mar-18	46.26	57.70	ago-20	64.17	55.69
abr-18	31.15	41.69	sep-20	78.81	45.02
may-18	20.91	25.01	oct-20	42.85	64.03
jun-18	29.61	14.34	nov-20	27.78	72.67
jul-18	72.10	100.15	dic-20	6.44	45.69
ago-18	0.00	13.34	ene-21	48.19	48.36
sep-18	35.42	70.87	feb-21	52.49	26.68
oct-18	58.13	10.67	mar-21	68.73	80.04
nov-18	0.00	31.02	abr-21	31.22	48.36
dic-18	43.09	30.35	may-21	38.05	56.70
ene-19	66.07	23.35	jun-21	81.21	50.03
feb-19	24.65	57.53	jul-21	50.63	46.69
mar-19	51.53	37.19	ago-21	46.39	63.50

Fuente: Autor

Figura 4.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 3 x 125 mm.



Fuente: Autor

Tabla 9.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 2.0 X 150 MM.

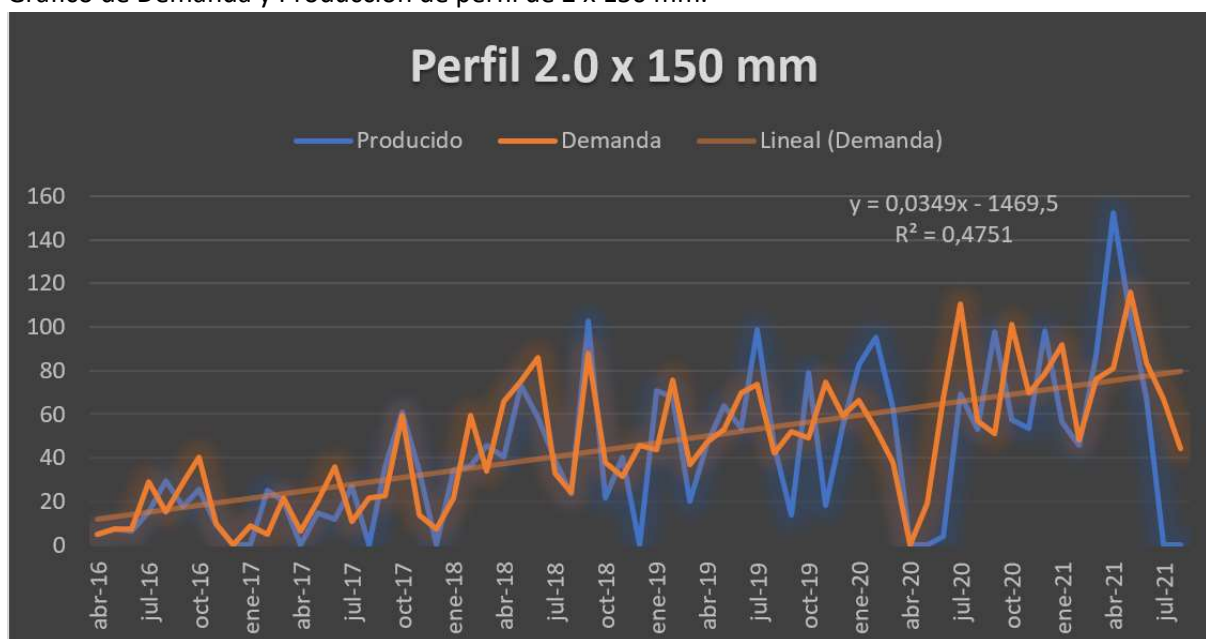
Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
abr-16	5.06	5.06	ene-19	70.67	43.80
may-16	7.60	7.60	feb-19	67.63	75.68
jun-16	6.53	7.60	mar-19	20.28	36.71
jul-16	15.32	29.12	abr-19	46.11	47.10
ago-16	29.33	15.19	may-19	63.78	53.17
sep-16	17.98	28.34	jun-19	53.50	69.58
oct-16	25.70	40.52	jul-19	99.00	73.68

nov-16	9.17	10.13	ago-19	45.15	42.31
dic-16	0.00	0.00	sep-19	13.72	51.91
ene-17	0.00	8.86	oct-19	78.90	49.37
feb-17	25.27	5.06	nov-19	18.13	74.72
mar-17	20.33	21.52	dic-19	54.36	59.50
abr-17	0.00	6.33	ene-20	82.34	66.34
may-17	14.76	20.26	feb-20	95.43	53.17
jun-17	12.10	35.70	mar-20	62.97	37.98
jul-17	27.12	10.89	abr-20	0.00	0.00
ago-17	0.13	21.52	may-20	0.00	18.99
sep-17	35.98	22.79	jun-20	3.85	67.45
oct-17	60.89	59.50	jul-20	69.17	110.34
nov-17	33.80	13.93	ago-20	53.22	56.97
dic-17	0.00	7.60	sep-20	97.96	51.37
ene-18	34.61	21.52	oct-20	57.38	101.28
feb-18	36.31	59.50	nov-20	53.48	69.88
mar-18	45.75	34.18	dic-20	98.29	78.62
abr-18	40.11	65.78	ene-21	56.62	91.66
may-18	73.00	75.40	feb-21	45.88	48.11
jun-18	58.57	86.09	mar-21	87.43	75.96
jul-18	38.99	32.92	abr-21	152.30	81.02
ago-18	23.67	24.05	may-21	104.22	115.81
sep-18	102.75	87.99	jun-21	67.25	83.56
oct-18	21.45	37.98	jul-21	0.00	67.10
nov-18	40.56	31.65	ago-21	0.00	44.31
dic-18	0.00	45.58			

Fuente: Autor

Figura 5.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 2 x 150 mm.



Fuente: Autor

Tabla 10.

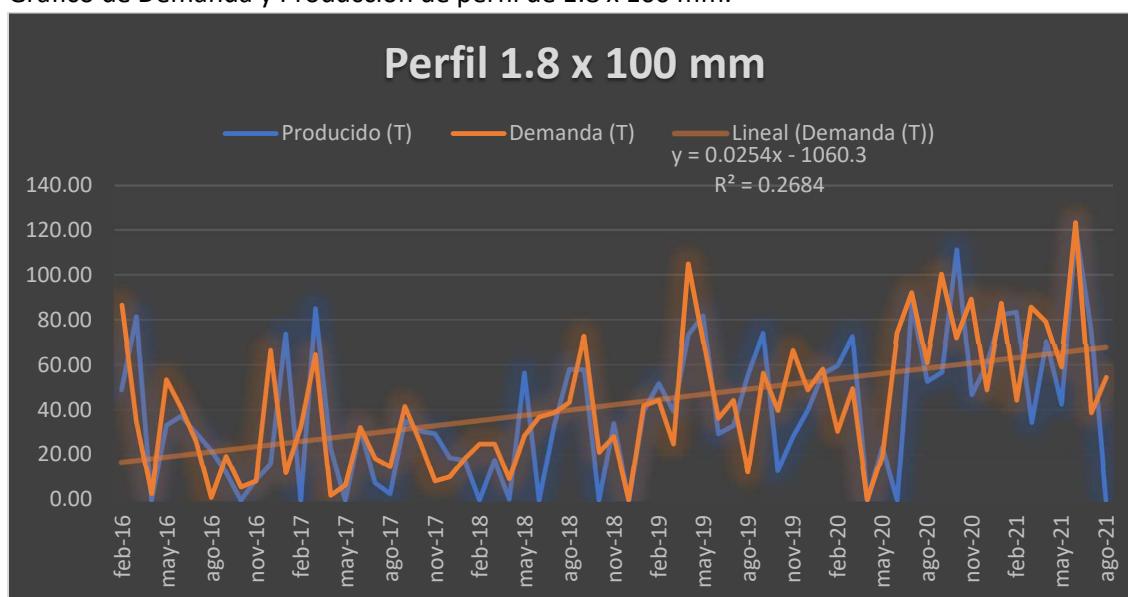
Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 1.8 X 100 MM.

Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
feb-16	48.86	86.60	dic-18	0.00	0.00
mar-16	81.55	35.01	ene-19	39.44	41.84
abr-16	0.00	2.62	feb-19	51.68	44.23
may-16	33.07	53.43	mar-19	39.44	24.88
jun-16	37.29	40.79	abr-19	73.44	105.05
jul-16	29.65	25.80	may-19	81.96	70.96
ago-16	22.13	0.92	jun-19	29.34	36.31
sep-16	12.27	19.35	jul-19	32.92	44.23
oct-16	0.00	5.53	ago-19	55.71	12.31
nov-16	9.03	8.29	sep-19	74.11	56.21
dic-16	16.07	66.35	oct-19	13.16	39.62
ene-17	73.85	11.98	nov-19	28.05	66.35
feb-17	0.00	32.25	dic-19	39.88	48.84
mar-17	85.07	64.51	ene-20	55.92	58.05
abr-17	23.04	1.84	feb-20	59.55	30.41
may-17	0.00	6.45	mar-20	72.71	49.41
jun-17	31.33	32.25	abr-20	0.00	0.00
jul-17	7.65	18.43	may-20	23.61	19.35
ago-17	2.88	14.74	jun-20	0.00	74.07
sep-17	35.11	41.47	jul-20	87.28	92.15
oct-17	30.61	25.80	ago-20	52.49	60.82
nov-17	29.47	8.29	sep-20	56.64	100.44
dic-17	18.67	10.14	oct-20	111.10	71.88
ene-18	17.53	18.43	nov-20	46.68	89.40
feb-18	0.00	24.88	dic-20	60.34	48.84
mar-18	17.67	24.88	ene-21	82.27	87.54
abr-18	0.39	9.21	feb-21	83.47	44.23
may-18	56.43	28.57	mar-21	34.34	85.70
jun-18	0.00	36.86	abr-21	70.29	79.25
jul-18	33.14	38.70	may-21	42.57	58.98
ago-18	57.91	43.31	jun-21	119.96	123.48
sep-18	57.74	72.80	jul-21	76.01	38.70
oct-18	0.00	21.19	ago-21	0.00	54.37
nov-18	34.02	28.20			

Fuente: Autor

Figura 6.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 1.8 x 100 mm.



Fuente: Autor

Tabla 11.

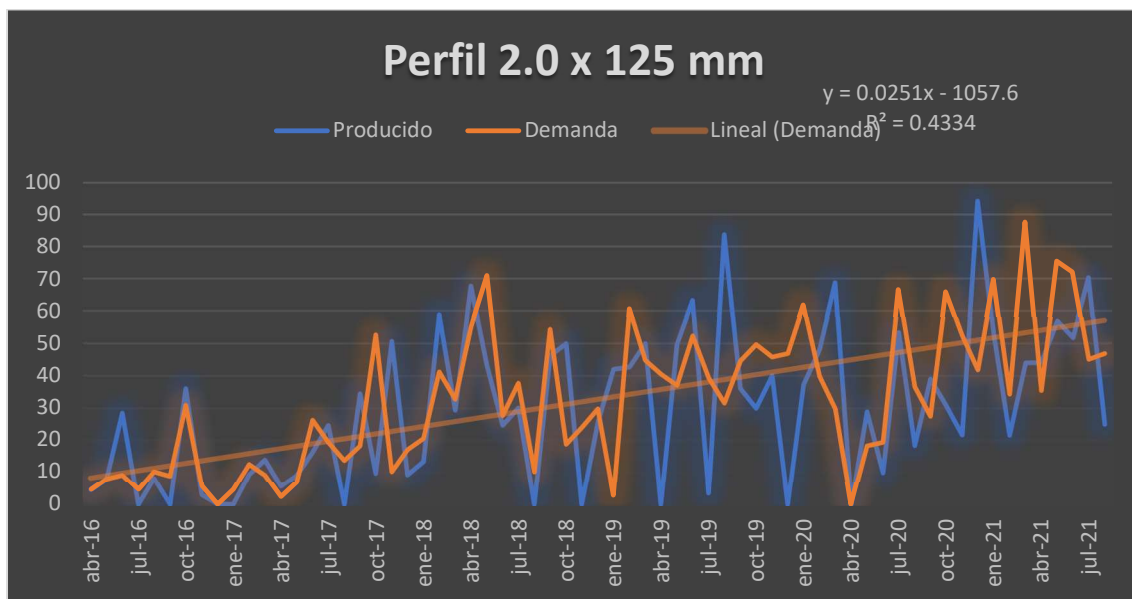
Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 2.0 X 125 MM.

Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
abr-16	4.58	4.58	ene-19	42.09	2.75
may-16	8.01	8.01	feb-19	42.80	60.69
jun-16	28.49	9.16	mar-19	50.06	44.88
jul-16	0.00	4.58	abr-19	0.00	40.53
ago-16	8.15	10.30	may-19	49.81	37.05
sep-16	0.00	8.93	jun-19	63.32	52.37
oct-16	36.11	30.91	jul-19	3.50	39.39
nov-16	3.02	5.72	ago-19	83.70	31.60
dic-16	0.11	0.00	sep-19	36.11	44.66
ene-17	0.00	4.58	oct-19	30.00	49.69
feb-17	9.39	12.60	nov-19	40.08	45.80
mar-17	13.92	9.16	dic-19	0.00	46.95
abr-17	5.73	2.29	ene-20	37.28	61.83
may-17	9.09	6.87	feb-20	48.14	39.85
jun-17	16.30	26.34	mar-20	68.70	29.77
jul-17	24.69	19.42	abr-20	0.00	0.00
ago-17	0.05	13.74	may-20	28.92	18.32
sep-17	34.46	18.32	jun-20	9.94	19.47
oct-17	9.82	52.67	jul-20	53.43	66.64
nov-17	50.72	10.31	ago-20	18.41	36.64
dic-17	9.30	17.18	sep-20	39.09	27.48
ene-18	13.42	20.61	oct-20	30.82	65.95
feb-18	58.74	41.22	nov-20	21.78	52.56

mar-18	29.40	32.79	dic-20	94.12	41.84
abr-18	67.72	55.07	ene-21	52.46	69.85
may-18	43.12	70.99	feb-21	21.59	34.35
jun-18	24.75	27.69	mar-21	44.06	87.71
jul-18	30.09	37.79	abr-21	44.17	35.50
ago-18	0.00	10.31	may-21	57.02	75.57
sep-18	46.19	54.39	jun-21	51.82	72.14
oct-18	50.04	18.85	jul-21	70.33	45.11
nov-18	0.00	24.05	ago-21	24.98	46.95
dic-18	25.63	29.77			

Fuente: Autor

Figura 7. Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 2.0 x 125 mm.



Fuente: Autor

Tabla 12.

Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 1.9 X 100 MM.

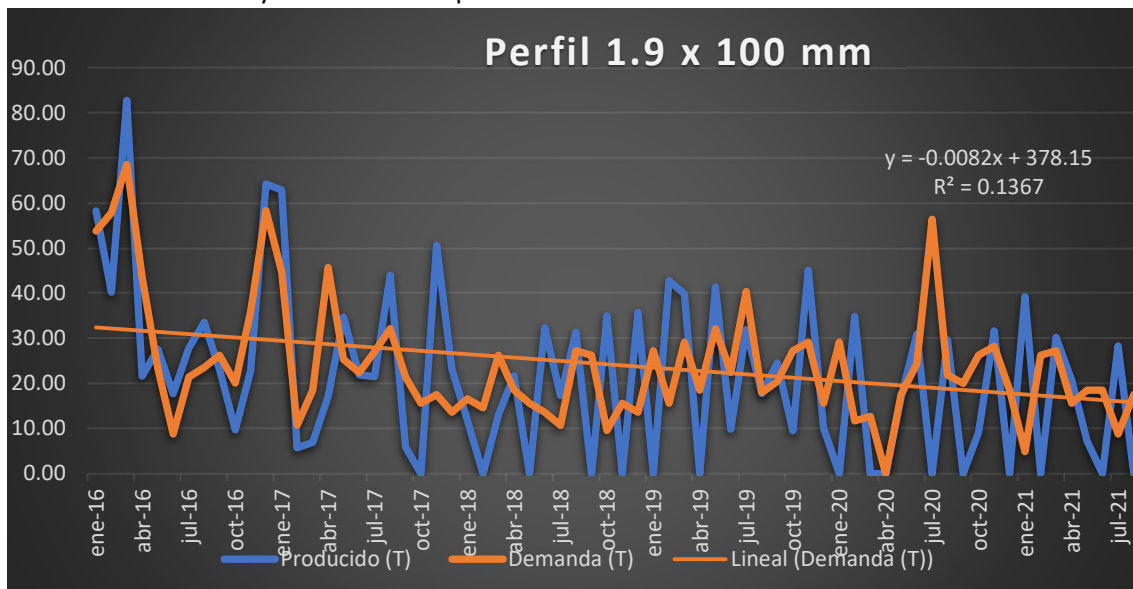
Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
ene-16	58.31	53.77	nov-18	0.00	15.56
feb-16	40.20	57.86	dic-18	35.77	13.62
mar-16	82.83	68.61	ene-19	0.00	27.23
abr-16	21.61	43.60	feb-19	42.77	15.56
may-16	27.58	23.34	mar-19	39.89	29.18
jun-16	17.74	8.75	abr-19	0.00	18.48
jul-16	27.89	21.39	may-19	41.35	32.09
ago-16	33.53	23.53	jun-19	9.82	22.37
sep-16	23.03	26.25	jul-19	31.94	40.34
oct-16	9.69	20.01	ago-19	17.74	17.91
nov-16	22.83	35.98	sep-19	24.53	20.42
dic-16	64.28	58.35	oct-19	9.45	27.23

ene-17	62.90	44.74	nov-19	45.07	29.18
feb-17	5.72	10.70	dic-19	10.02	15.56
mar-17	6.89	18.48	ene-20	0.00	29.18
abr-17	17.06	45.71	feb-20	34.80	11.67
may-17	34.66	25.30	mar-20	0.00	12.64
jun-17	21.90	22.37	abr-20	0.00	0.00
jul-17	21.47	27.04	may-20	16.88	17.51
ago-17	44.02	32.09	jun-20	30.91	24.31
sep-17	5.82	21.40	jul-20	0.00	56.41
oct-17	0.00	15.56	ago-20	29.66	21.82
nov-17	50.65	17.51	sep-20	0.00	19.99
dic-17	23.11	13.62	oct-20	9.10	26.26
ene-18	11.83	16.53	nov-20	31.65	28.20
feb-18	0.00	14.59	dic-20	0.00	18.48
mar-18	13.01	26.26	ene-21	39.23	4.86
abr-18	21.69	18.48	feb-21	0.00	26.26
may-18	0.00	15.56	mar-21	30.21	27.23
jun-18	32.35	13.62	abr-21	20.68	15.56
jul-18	17.31	10.70	may-21	7.20	18.48
ago-18	31.33	27.23	jun-21	0.00	18.48
sep-18	0.00	26.26	jul-21	28.26	8.75
oct-18	34.99	9.53	ago-21	0.00	17.51

Fuente: Autor

Figura 8.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 1.9 x 100 mm.



Fuente: Autor

Tabla 13.

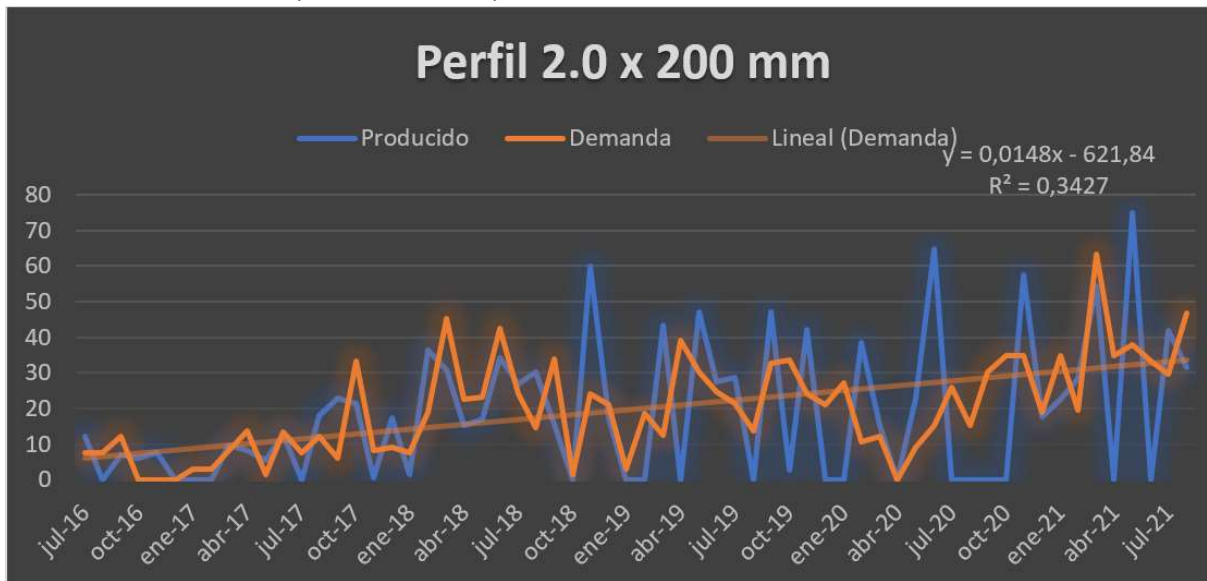
Información histórica de la demanda y lo que se procesó en la empresa del PERFIL 2.0 X 200 MM.

Fecha	Producido (T)	Demanda (T)	Fecha	Producido (T)	Demanda (T)
jul-16	12.07	7.54	feb-19	0.00	18.47
ago-16	0.00	7.69	mar-19	43.28	12.37
sep-16	7.03	12.07	abr-19	0.00	39.23
oct-16	6.04	0.00	may-19	47.20	30.18
nov-16	7.54	0.00	jun-19	27.43	24.75
dic-16	0.00	0.00	jul-19	28.76	21.43
ene-17	0.00	3.02	ago-19	0.00	13.58
feb-17	0.00	3.02	sep-19	47.20	32.59
mar-17	9.69	8.15	oct-19	2.50	33.50
abr-17	8.06	13.58	nov-19	42.07	24.14
may-17	5.40	1.51	dic-19	0.00	21.13
jun-17	12.77	13.28	ene-20	0.00	27.16
jul-17	0.00	7.55	feb-20	38.42	10.56
ago-17	17.90	12.07	mar-20	15.09	12.07
sep-17	22.94	6.04	abr-20	0.00	0.00
oct-17	21.46	33.20	may-20	23.00	9.05
nov-17	0.42	8.30	jun-20	64.74	15.09
dic-17	17.50	9.05	jul-20	0.00	25.95
ene-18	1.57	7.55	ago-20	0.00	15.09
feb-18	36.40	19.01	sep-20	0.00	30.18
mar-18	30.75	45.27	oct-20	0.00	34.71
abr-18	15.21	22.64	nov-20	57.46	34.71
may-18	16.99	23.30	dic-20	17.75	18.98
jun-18	34.19	42.55	ene-21	22.45	34.83
jul-18	26.77	24.14	feb-21	28.52	19.62
ago-18	30.30	14.49	mar-21	54.38	63.38
sep-18	15.57	33.95	abr-21	0.00	34.71
oct-18	0.00	1.51	may-21	74.82	37.73
nov-18	59.97	24.14	jun-21	0.00	33.20
dic-18	17.32	21.13	jul-21	41.74	29.58
ene-19	0.00	3.02	ago-21	31.57	46.78

Fuente: Autor

Figura 9.

Gráfico de Demanda y Producción de perfil de 2.0 x 200 mm.



Fuente: Autor

Tabla 14.

Medición de errores de pronósticos

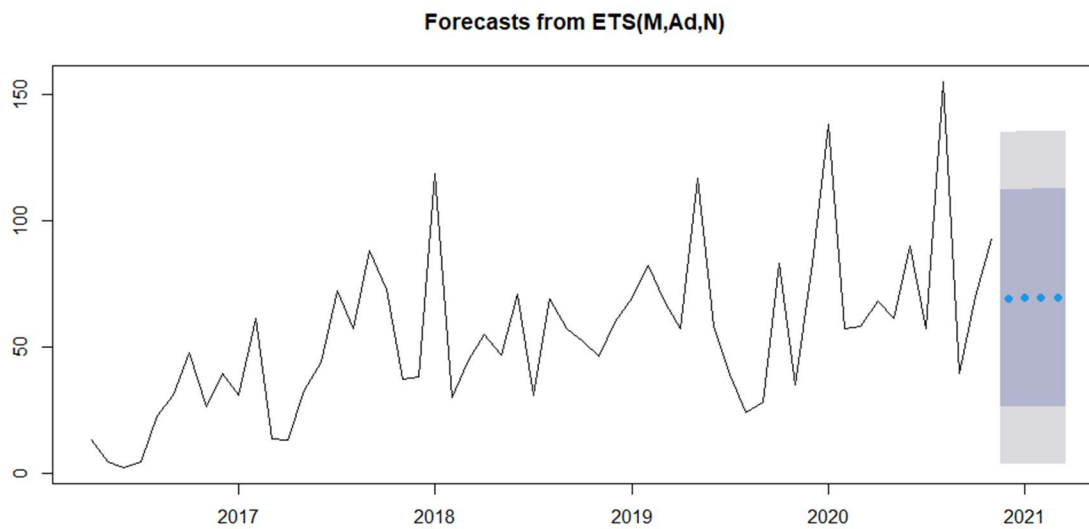
Producto Terminado	Medias Móviles				Suavización Exponencial				Holt Winters			
	MAD	MSE	RMSE	MAPE	MAD	MSE	RMSE	MAPE	MAD	MSE	RMSE	MAPE
PERFIL 3.00X150X50X15X6000	46.94	3027.76	55.03	37%	52.20	3219.62	56.74	43%	32.03	1305.23	36.13	28%
PERFIL 2.00X100X50X15X6000	32.24	1920.96	43.83	14%	25.92	1014.82	31.86	12%	116.07	15081.58	122.81	54%
PERFIL 3.00X100X50X15X6000	30.20	2054.13	45.32	19%	22.53	1519.47	38.98	13%	90.73	9726.88	98.62	66%
PERFIL 3.00X200X50X15X6000	33.25	1522.69	39.02	10%	30.76	1671.64	40.89	30%	49.63	2831.23	53.21	74%
PERFIL 3.00X125X50X15X6000	11.49	146.85	12.12	20%	11.49	163.38	12.78	19%	11.22	223.20	14.94	18%
PERFIL 2.00X150X50X15X6000	14.80	318.99	17.86	22%	15.90	339.00	18.41	24%	11.54	211.21	14.53	19%
PERFIL 1.80X100X50X15X6000	17.70	423.71	20.58	24%	19.39	480.01	21.91	25%	14.99	325.05	18.03	25%
PERFIL 2.00X125X50X15X6000	15.41	323.40	17.98	44%	15.40	325.48	18.04	44%	17.85	394.84	19.87	47%
PERFIL 1.90X100X50X15X6000	53.35	2863.54	53.51	240%	4.00	23.67	4.87	16%	8.63	76.21	8.73	38%
PERFIL 2.00X200X50X15X6000	6.85	91.32	9.56	31%	7.73	101.09	10.05	34%	14.24	234.67	15.32	53%

Fuente: Autor

PERFIL 100 X 2 MM

Figura 10.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 100 x 2 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 15.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 100 x 2 mm. calculados en R.

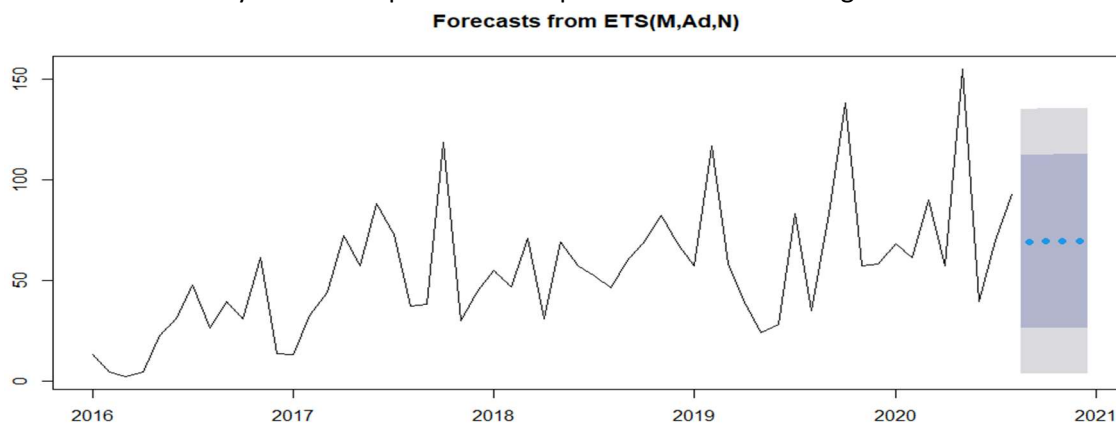
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	198.31	116.42	280.20	73.06	323.56
oct-21	200.37	118.47	282.26	75.12	325.61
nov-21	202.42	120.53	284.32	77.17	327.67
dic-21	204.48	122.58	286.37	79.23	329.72

Fuente: Autor

PERFIL 100 X 1.9 MM

Figura 11.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 100 x 1.9 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 16.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 100 x 1.9 mm. calculados en R.

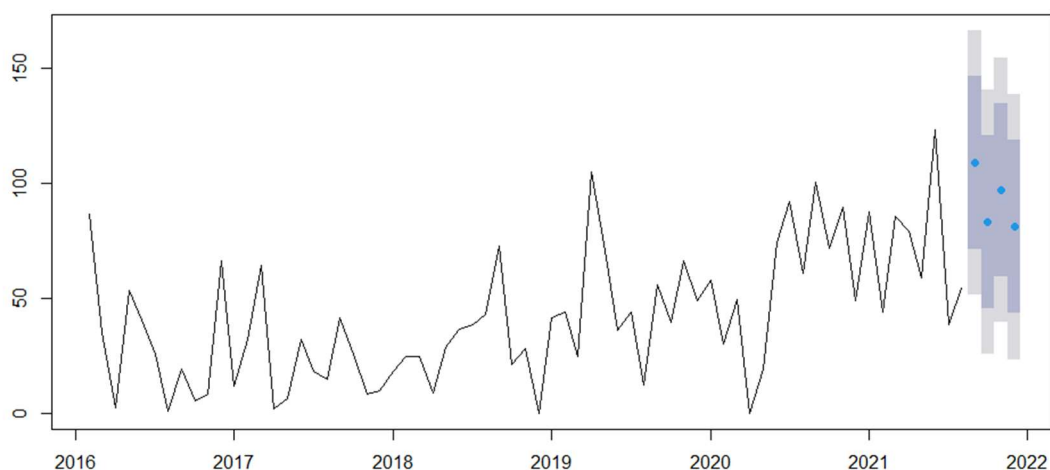
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	20.60	5.87	35.33	-1.93	43.13
oct-21	20.60	5.87	35.33	-1.93	43.13
nov-21	20.60	5.86	35.33	-1.93	43.13
dic-21	20.60	5.86	35.33	-1.94	43.13

Fuente: Autor

PERFIL 100 X 1.8 MM

Figura 12.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 100 x 1.8 mm. generado en R
Forecasts from HoltWinters



Fuente: Autor

Tabla 17.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 100 x 1.8 mm. calculados en R.

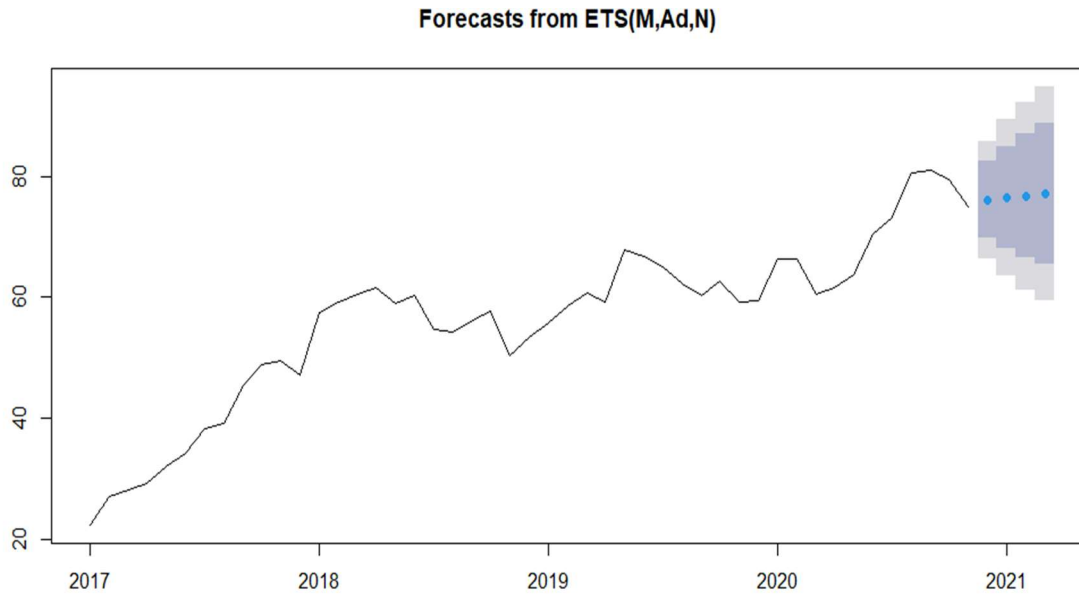
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	109.10	71.56	146.64	51.69	166.51
oct-21	83.35	45.80	120.90	25.93	140.78
nov-21	97.07	59.50	134.63	39.62	154.52
dic-21	81.01	43.42	118.60	23.52	138.50

Fuente: Autor

PERFIL 125 X 2.0 MM

Figura 13.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 125 x 2.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 18.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 125 x 2.0 mm. calculados en R.

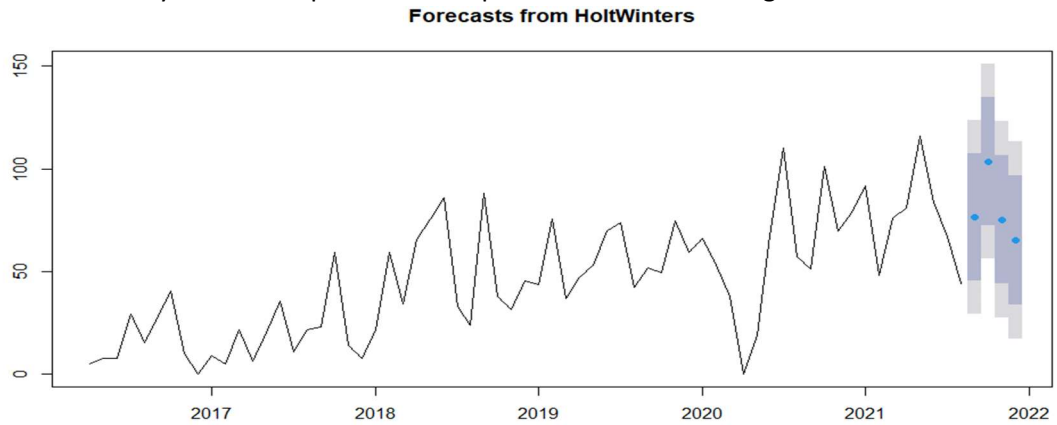
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	57.03	53.86	60.19	52.18	61.87
oct-21	57.90	53.42	62.38	51.05	64.75
nov-21	58.77	53.29	64.26	50.38	67.16
dic-21	59.64	53.31	65.98	49.96	69.33

Fuente: Autor

PERFIL 150 X 2.0 MM

Figura 14.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 150 x 2.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 19.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 150 x 2.0 mm. calculados en R.

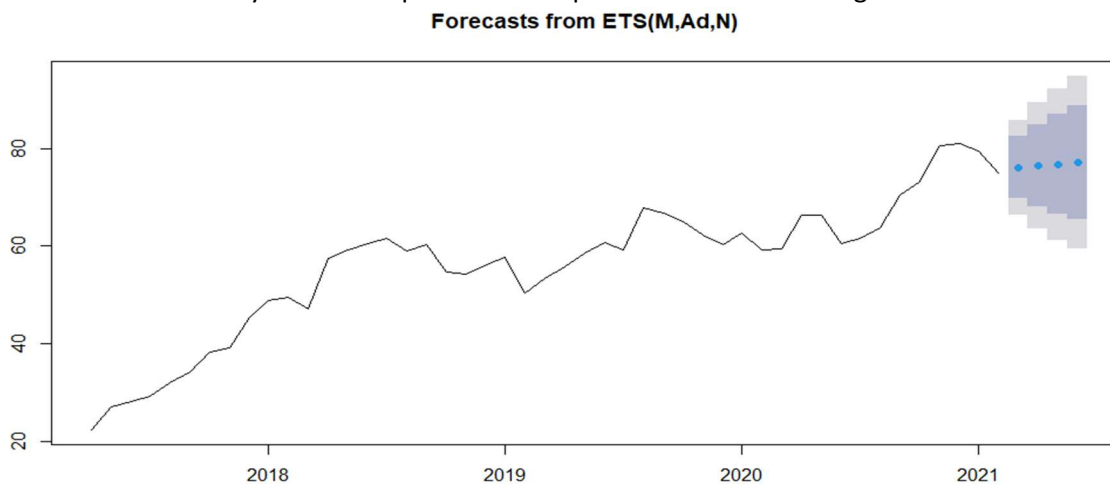
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	76.53	45.62	107.44	29.26	123.81
oct-21	103.64	72.54	134.73	56.08	151.19
nov-21	75.20	43.92	106.48	27.36	123.04
dic-21	65.27	33.80	96.74	17.15	113.40

Fuente: Autor

PERFIL 200 X 2.0 MM

Figura 15.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 200 x 2.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 20.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 200 x 2.0 mm. calculados en R.

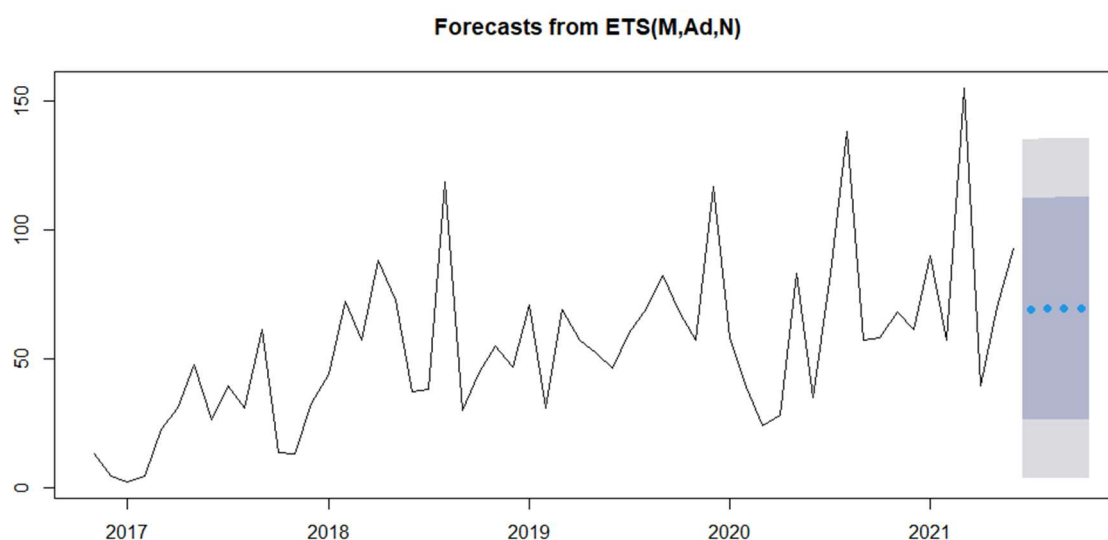
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	35.87	33.69	38.05	32.54	39.20
oct-21	36.35	32.91	39.79	31.09	41.61
nov-21	36.73	31.96	41.51	29.43	44.04
dic-21	37.04	30.92	43.17	27.67	46.41

Fuente: Autor

PERFIL 100 X 3.0 MM

Figura 16.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 100 x 3.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 21.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 100 x 3.0 mm. calculados en R.

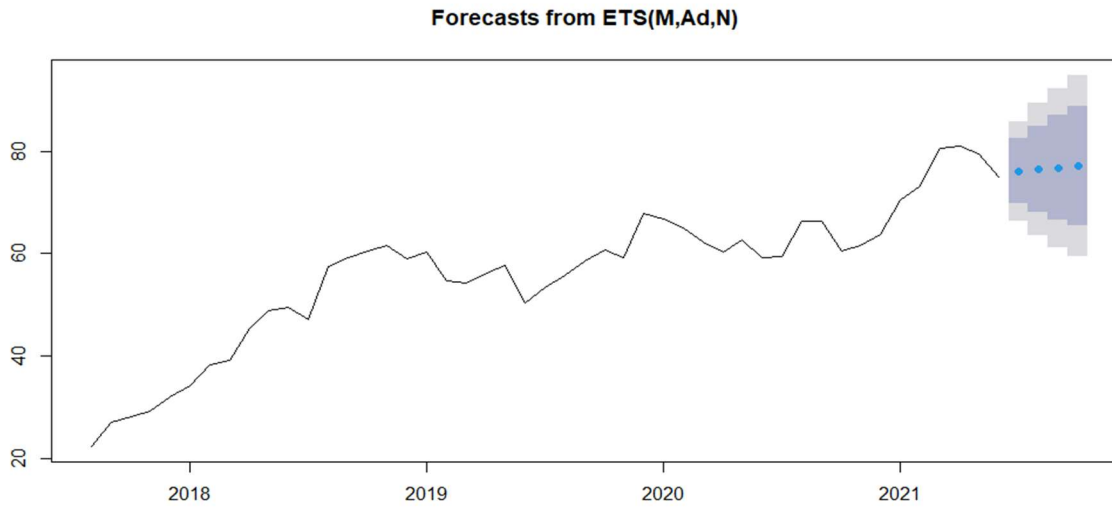
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	113.16	59.91	166.41	31.72	194.60
oct-21	113.43	60.18	166.68	31.99	194.87
nov-21	113.69	60.44	166.94	32.25	195.13
dic-21	113.94	60.69	167.19	32.50	195.38

Fuente: Autor

PERFIL 125 X 3.0 MM

Figura 17.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 125 x 3.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 22.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 125 x 3.0 mm. calculados en R.

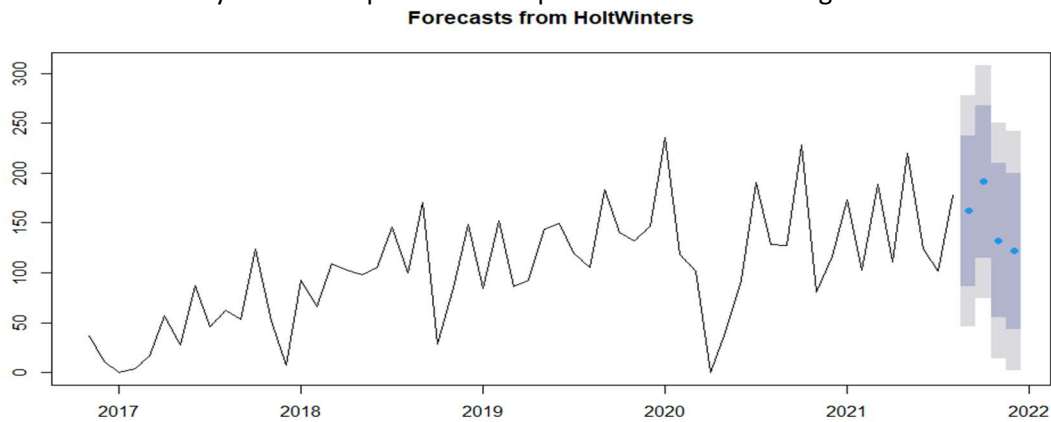
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	54.16	48.54	59.79	45.56	62.77
oct-21	54.35	47.44	61.27	43.77	64.94
nov-21	54.54	46.52	62.55	42.28	66.79
dic-21	54.71	45.72	63.69	40.96	68.45

Fuente: Autor

PERFIL 150 X 3.0 MM

Figura 18.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 150 x 3.0 mm. generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 23.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 150 x 3.0 mm. calculados en R.

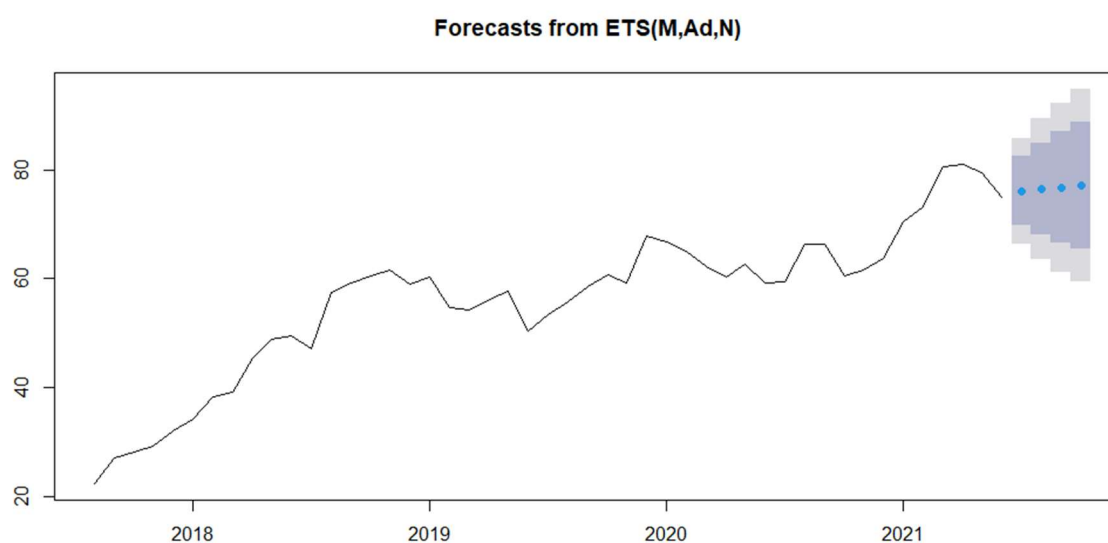
Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	161.81	86.05	237.57	45.94	277.67
oct-21	191.06	114.55	267.58	74.04	308.09
nov-21	132.18	54.79	209.57	13.83	250.54
dic-21	121.64	43.27	200.02	1.78	241.51

Fuente: Autor

PERFIL 200 X 3.0 MM

Figura 19.

Gráfico de Demanda y detalle del pronóstico de perfil de 200 x 3.0 mm, generado en R.



Fuente: Autor

Tabla 24.

Pronósticos de cuatros meses de perfil de 200 x 3.0 mm, calculados en R.

Meses	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
sep-21	69.69	82.44	66.31	85.82	168.75
oct-21	67.95	84.89	63.46	89.38	202.67
nov-21	66.60	86.93	61.22	92.31	162.61
dic-21	65.47	88.72	59.31	94.87	154.34

Fuente: Autor