



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas

TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

MAESTRIA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CADENAS DE  
SUMINISTRO

TÍTULO: OPTIMIZACIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LA  
RACIONALIZACIÓN DE INVENTARIOS EN LA INDUSTRIA  
FERRETERA

AUTOR: José Ignacio Medina Ruiz

DIRECTOR: Galo Santiago Jácome Sandoval

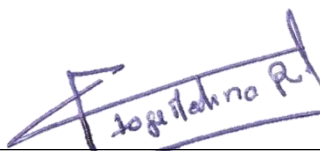
2021

Quito - Ecuador

## CERTIFICACIÓN

Yo, José Ignacio Medina Ruiz, declaro que soy el autor de la presente investigación y que es un estudio original, auténtico y personal. Todo los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi sola y exclusiva responsabilidad.

Cedo mi derecho de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



José Ignacio Medina Ruiz

Yo, Santiago Jácome, declaro que, personalmente conozco que el graduando: José Ignacio Medina Ruiz, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suyo.



Mgt. Santiago Jácome S.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme permitido continuar con mis estudios y lograr una meta más. A mi madre Clara que ha sido mi apoyo en cada momento y que me motiva para superarme en cada reto propuesto en mi vida. A mis abuelos y familia por estar presentes en este proceso importante de mi vida. A los diferentes trabajos que he estado en este tiempo, en donde he podido poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el proceso académico.

## **DEDICATORIA**

A mi madre por estar presente en cada momento y por enseñarme el camino correcto durante mi vida. Por cada sacrificio que hemos tenido que hacer para mejorar como persona y profesionalmente. A mi tía monjita y abuela que se han preocupado constantemente de mis estudios durante este tiempo. Para mi sobrina que sirva como ejemplo en sus estudios académicos.

## Tabla de contenido

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1 Justificación .....	3
1.2 Propósito del Estudio .....	4
1.3 Significancia del problema.....	4
1.4 Naturaleza del Estudio .....	5
1.5 Preguntas de Investigación .....	5
1.6 Objetivo del Trabajo .....	6
1.7 Marco Conceptual.....	6
1.8 Definición de Términos .....	7
1.9 Limitaciones.....	9
1.10 Delimitaciones.....	9
1.11 Pertinencia del diseño.....	9
1.12 Población.....	10
1.13 Recolección de datos .....	10
1.14 Localización geográfica .....	10
1.15 Instrumentos .....	10
1.16 Análisis de los datos .....	11
1.17 Validez y confiabilidad .....	11
2 Capítulo II: Revisión de la Literatura.....	12
2.1 Demanda.....	12
2.1.1 Pronóstico de la demanda .....	12
2.1.2 Características del pronóstico de la demanda.....	12
2.1.3 Los métodos de pronóstico .....	13
2.2 Gestión de Inventarios .....	26
2.2.1 Variables que afectan a la gestión del inventario .....	26
2.2.2 Decisiones a tomar con respecto a la creación y mantenimiento del inventario ..	27

2.2.3	Fórmulas .....	28
2.3	Modelos de Inventarios .....	31
2.3.1	Sistema de inventario de revisión continua, inventario continuo (Q,ROP) (Reorder point) .....	31
2.3.2	Sistema de Inventario re revisión periódica, pedido a nivel (T, OUL) (order up to level) .....	33
2.3.3	Modelo s,S .....	34
2.3.4	Modelo (S-1,S) .....	36
2.3.5	Modelo de las dos cajas .....	36
3	Capítulo III: Situación actual .....	38
3.1	Caso de estudio .....	42
4	Capítulo IV: Presentación y Discusión de Resultados .....	47
4.1	Datos generales .....	47
4.2	Datos de manejo.....	48
4.3	Demanda .....	49
4.3.1	Manejo del proveedor de PVC .....	49
4.3.2	Cálculos de la demanda para los productos de PVC .....	50
4.3.3	Manejo del proveedor de Material Eléctrico .....	52
4.3.4	Cálculos de la planificación demanda para los productos de Material eléctrico. ....	53
4.4	Inventarios.....	55
4.4.1	Información de la empresa .....	55
4.4.2	Cálculos de inventario .....	56
4.4.3	Modelo de Inventarios PVC .....	57
4.4.4	Modelo de Inventarios Material Eléctrico .....	58
5	Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones .....	61
6	Referencias .....	64
7	Anexos.....	65

**Lista de Abreviaturas**

SUPERCIAS:	Según datos de la Superintendencia de compañías, valores y seguros
COPCI:	Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censo
SENAE:	Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador
APICS	Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios (American Production and Inventory Control Society)
MSE	Error cuadrático medio (Mean squared error)
MAD	Desviación absoluta media (Mean absolute deviation)
MAPE	Media absoluta del porcentaje de error (Mean absolute percentage error)
SKU	Unidades individuales de inventario (stock keeping unit)
SM	Stock mínimo
SMx	Stock máximo
SS	Stock de Seguridad
Sop	Stock Óptimo
Sm	Stock Medio
FOB	Franco a bordo (Free on board)

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Resumen de Métodos de Pronóstico.....	23
Tabla 2. Resumen de Métodos de Inventario.....	37
Tabla 3. Ventas de Distribuidores Ferreteros 2019.....	38
Tabla 4. FOB Dólares de Importación durante el 208-2020 de Distribuidores Ferreteros .....	39
Tabla 5. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 1.....	40
Tabla 6. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 2.....	40
Tabla 7. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 3.....	40
Tabla 8. División de Categorías de Ferretería .....	41
Tabla 9. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M1.....	51
Tabla 10. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M24.....	51
Tabla 11. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M68.....	52
Tabla 12. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V1.....	54
Tabla 13. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V5.....	54
Tabla 14. Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V13.....	55
Tabla 15. Manejo de Inventario para el proveedor de PVC.....	60
Tabla 15. Manejo de Inventario para el proveedor de Material eléctrico.....	60



**Lista de Figuras**

Figura 1. Gráfico de las definiciones de los inventarios .....	30
Figura 2. Grafico del sistema (Q,ROP).....	32
Figura 3. Distribución de probabilidad de la demanda durante el plazo de entrega.....	33
Figura 4. Representación gráfica del sistema T,OUL.....	34
Figura 5. Porcentaje de participación de Ventas Netas.....	43
Figura 6. Porcentaje de participación de la Utilidad que representan los proveedores.....	44
Figura 7. Porcentaje de participación de las Categorías.....	45
Figura 8. Porcentaje de participación de proveedores locales e importados.....	46

## **Resumen**

Este estudio busca encontrar un modelo de Optimización tanto de la demanda como de inventario que le permita a las empresas de la Industria Ferretera mantener los niveles óptimos de Inventario en cada nodo de la cadena de suministros partiendo de un análisis correcto de la planificación de la demanda. Este esquema ayudará a cumplir con las proyecciones de venta, generar mayores ingresos, utilidad y crecimiento sostenible en el tiempo. A partir del estudio de casos similares de aplicación de Métodos de Optimización de Inventario, se presentará el modelo adecuado al contexto de la realidad de la industria y finalmente se evaluarán los resultados de este estudio.

**Abstract**

This study looks to find an Optimization model for demand and inventory. It will allow companies in the Hardware Industry to maintain optimal inventory levels in each node of the supply chain based on a correct analysis of demand planning. This model will help to companies in their sales projections, generate higher income, profit and sustainable growth over time. From the study of similar cases of application of Inventory Optimization Methods, the appropriate model will be presented of the reality of the industry, and the results will be evaluated.

## Capítulo 1: Introducción

Gran parte de las empresas ecuatorianas nacen de negocios familiares y pequeños, los cuales con el transcurso de los años incrementan su participación dentro de su sector y logran posicionarse en el mercado. Estas transformaciones hacen que las empresas crezcan de forma desorganizada al enfrentarse al crecimiento logístico, administrativo y organizacional; perjudicando y descuidando sus planificaciones, compras e inventarios.

Según datos del grupo de negocios de la revista Ekos, “Las empresas familiares en Ecuador generan alrededor de 1.6 millones de empleos, y su aporte a la economía nacional es clave. En ese contexto, en Ecuador, el 39% de las empresas familiares están en la segunda generación, 11,5% en la tercera y apenas el 1.6% del empresariado familiar ecuatoriano ha logrado llegar a la cuarta generación” (EKOS, 2016 pg.6). Esto demuestra que las empresas ecuatorianas no están adaptadas al cambio tecnológico.

Las empresas involucradas a la cuarta generación son empresas que cuentan con su información centralizada y maneja información reflejada a la automatización y cambio tecnológico (EKOS, 2018). Según datos de la Superintendencia de compañías, valores y seguros (Supercias) y basados en el Código Orgánico de la Producción Comercio e Inversiones (COPCI), de las 68.714 empresas que presentaron balances en el Ecuador en el año 2020, estas se dividen con el 58,3% en microempresa, 28% pequeñas, 9,6% medianas y 4,1% grandes (SUPERCIAS, 2020).

En el país existen diversos sectores económicos, entre los cuales podemos encontrar la construcción, agricultura, manufactura y comercio. Dentro del sector del comercio, la industria

ferretera tiene una relación directa con el sector de la construcción debido a que provee de los insumos, materiales y herramientas de trabajo para que se desarrolle esta actividad.

En Ecuador existen grandes cadenas de empresas que se encargan de la venta directa de material ferretero como lo es Kywi y Ferrisariato, entre otros; y empresas dedicadas a la distribución a medianos y pequeños ferreteros como Promesa S.A, Ferremundo S.A, Megaprofer S.A., Gerardo Ortiz e Hijos CIA, Importador Ferretero Trujillo CIA, Comercial el Hierro CIA, Boyacá S.A., Ferretería Espinoza, entre otras. Las empresas antes mencionadas se dedican al comercio de ferretería e insumos de construcción, mas no de material pesado de construcción.<sup>1</sup>

Para el presente estudio, se considerará para efectos de análisis a una de las empresas más representativas de distribución del sector ferretero a nivel nacional. El objeto social de estas empresas está definido como la compra, venta al por mayor y menor de todo tipo de materiales de construcción, productos químicos, pinturas, pigmentos, adhesivos, cemento, acero, aditivos y todo tipo de materias primas para acabados de construcción, baldosas, azulejos, tejas.

(SUPERCIAS, 2020).

Algunas de las empresas que se dedican a esta actividad suelen tener actividades secundarias o venta de otro tipo de productos debido al amplio portafolio que deben contar para satisfacer la demanda de sus clientes. La Real Academia Española define a una Ferretería como “Tienda donde se venden diversos objetos de metal o de otras materias, como cerraduras, clavos,

---

<sup>1</sup> Material pesado de construcción: Se considera material al cemento, varilla, perfilados, estructuras de hierro.

herramientas, vasijas, etc.” (DLE.RAE.ES, 2020), pero hoy en día estas tiendas se han diversificado de manera que ofrecen otro tipo de productos como complemento.

Las empresas que se encargan de la distribución ferretera tienen proveedores nacionales como internacionales. Gran parte de las empresas que fabrican nacionalmente insumos que forman parte de esta industria, tratan de ofertar sus productos a través de estas empresas distribuidoras ya que cuentan con asesores comerciales a nivel nacional; con esto las empresas fabricantes logran tener mayor cobertura de ventas sin incurrir en gastos logísticos. Por otro lado, las empresas distribuidoras de material ferretero deben buscar en mercados internacionales sus insumos debido a la carencia de producción y materias primas que existe en el mercado nacional.

Los mercados asiáticos siguen siendo los preferidos para la importación por sus bajos costos producción y materias primas. Al momento de requerir herramienta o utensilios especializados, las empresas suelen importar desde países europeos y americanos, contados con beneficios arancelarios por su origen. Colombia y Perú son países productores de ciertas marcas de herramientas manuales y ferretería. Para el presente estudio, se debe separar tanto la compra local como internacional debido a la diferencia de manejo que representa, sus complicaciones y tiempos de gestión.

## **1.1 Justificación**

El crecimiento constante que experimenta la Industria Ferretera ha hecho que las organizaciones no puedan controlar de manera adecuada sus inventarios; lo cual se traduce en un impacto económico por el alto costo que significa para las industrias mantener inventario inmovilizado, y por otro lado la pérdida de efectivo que causan los faltantes de productos con alta rotación, afectando directamente el nivel de servicio del cliente.

Debido a los constantes cambios que enfrenta la Industria, la falta de oferta adecuada, puede dejar que se abran nuevas puertas a la competencia; esta situación puede mejorar en el futuro mediante la implementación de un modelo de optimización de inventario y planificación de la demanda basados directamente para la industria y no modelos en general.

## **1.2 Propósito del Estudio**

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo y propósito descriptivo, que pretende encontrar el modelo de optimización de inventario y planificación de la demanda adecuado para sugerir el que mejor se adapte a las necesidades de la industria ferretera, con el objeto de gestionar de mejor manera el producto que es distribuido a nivel nacional y de esta manera reducir los costos y gastos innecesarios, aumentar el ahorro a nivel operativo y lograr mayor eficiencia en el desarrollo de los planes de la demanda a través de los siguientes puntos:

1. Análisis de la situación actual de la compañía.
2. Análisis y revisión de estudios similares.
3. Investigación y análisis de los modelos a utilizar que permita solucionar el problema actual.
4. Descripción y demostración de la eficiencia del modelo a utilizar.

## **1.3 Significancia del problema**

Las empresas del sector privado en el periodo 2018-2019 en promedio generan el 83% del empleo a nivel nacional. La actividad económica de comercio del sector de estudio, tiene en el año 2019 la participación en el empleo del 18.5% (INEC, 2019). De igual manera, la tasa de

empleo adecuado pleno, la rama de actividad de comercio es la que genera la mayor participación de empleados adecuados/pleno con un 16,5% en el 2019 (INEC, 2019).

#### **1.4 Naturaleza del Estudio**

El presente estudio utiliza un enfoque cualitativo con propósito descriptivo utilizando estrategias de revisión bibliográfica que permita encontrar el modelo adecuado de optimización de inventario y planificación de la demanda que podría ser utilizado. El método cualitativo se orienta a profundizar casos específicos. La preocupación de este método no es prioritariamente medir, sino cualificar y describir el fenómeno social a partir de rasgos y hechos determinantes. La investigación cualitativa busca conceptualizar sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población (César, 2006). Con el método cualitativo se pretende realizar un análisis de contenido para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido con el fin de interpretarlas; su objetivo es el observar y reconocer el significado de los elementos que conforman los documentos (López, N., & Sandoval, 2016).

#### **1.5 Preguntas de Investigación**

Este estudio tiene como objetivo principal encontrar el modelo adecuado a utilizar en la optimización de Inventarios y Planificación de la demanda para la futura implementación en la Industria Ferretera, con el estudio se busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la situación actual de la Industria Ferretera?
- ¿Qué estudios similares sobre implementación de los modelos de optimización de Inventario y Planificación de la demanda en la Industria Ferretera existen?
- ¿Qué modelos permiten solucionar el problema actual de la Industria Ferretera?



- ¿Cuál es el modelo adecuado que se podría implementar en la Industria Ferretera?

## **1.6 Objetivo del Trabajo**

### **Objetivo general**

Determinar un modelo de optimización de Inventario y Planificación de la demanda en la Industria Ferretera

### **Objetivo específico**

1. Analizar la situación actual de la Industria Ferretera.
2. Encontrar estudios similares sobre implementación de modelos de optimización de Inventario y Planificación de la demanda en la Industria Ferretera.
3. Determinar el sistema de indicadores que permita solucionar el problema actual de la Industria Ferretera.
4. Demostrar que los modelos encontrados permiten solucionar el problema.

## **1.7 Marco Conceptual**

Un modelo de Optimización de Inventario basado en un análisis adecuado de la planificación de la demanda permitirá a cualquier compañía tener el producto disponible en el tiempo correcto, en la cantidad requerida y minimizará el costo total del inventario. Este sistema para que funcione debe integrar tres factores; la frecuencia en la que debe realizarse la revisión de Inventario; el tiempo, es decir cuándo debe realizarse una orden de reposición, y el tamaño de la orden. (Shenoy, D., & Rosas, R. ,2018)

Un desfase en el inventario puede ocasionar una escasez de producto transformarse en un bajo nivel de servicio y pérdida de ventas (Sharma, 2017). Del mismo modo un exceso de inventario puede causar un aumento en los costos de almacenamiento, obsolescencia de producto, y su deterioro (Thomopoulos, N. T. ,2015), por lo que es importante tener un pronóstico de la demanda adecuado con un alto porcentaje de cumplimiento, ya que de este dependen las decisiones de varios procesos dentro de la compañía (Avelar-Sosa & Maldonado 2019), entre estos las decisiones sobre los niveles de inventario, frecuencia y tiempo.

## 1.8 Definición de Términos

Por su importancia en esta investigación, se define la siguiente terminología:

- **Inventario:** El inventario es una de los activos más caros en muchas compañías, y cubre las fluctuaciones en la demanda es por ello que se mantiene inventario de artículos que cubrirán la demanda del consumidor (Ivanov & Schönberger, 2017); un desfase en el inventario puede transformarse en un bajo nivel de servicio, es posible que los consumidores dejen de comprar en la tienda y se dirijan a la competencia al no encontrar un ítem en particular lo que representaría una pérdida potencial para el retailer (Sharma, 2017).
- **Cadena de suministros:** es el flujo de productos, información y dinero cuyo objetivo es satisfacer la demanda del usuario final (Ayers, 2017), una cadena suministro no funcionaría si los participantes dentro de esta no reaccionan inmediatamente a los cambios (Mendes, 2011).
- **Pronóstico:** es el valor estimado de la demanda futura que puede ser construido mediante métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos (Ptak & Smith 2016), un

pronóstico inexacto puede crear problemas de inventario (APICS, 2018) varias funciones dentro de la compañía dependen de la proyección para la toma de decisiones, en los procesos de marketing, compras, producción, e inventarios; de esta manera el consumidor podrá adquirir el producto en la cantidad, tiempo y calidad adecuadas (Avelar-Sosa & Maldonado 2019).

- **Comprar:** Es el conjunto de las operaciones que permiten poner a disposición de la empresa o institución, en tiempo oportuno, en cantidad y calidad deseadas, todos los materiales, productos y servicios necesarios para el cumplimiento de sus objetivos en forma eficaz; todo ello al menor costo posible y con la mejor calidad compras y almacenamiento (GONZALEZ, 2010, pág. 11). Compras es el proceso por el cual la empresa adquiere todos los productos o materiales que necesita para su posterior transformación o venta. (AYALA, 2016, pág. 10)
- **Inventario de seguridad:** son las unidades que ayudan a soportar la variación de la demanda, soportando así el periodo de reabastecimiento que se debe esperar mientras llega el nuevo inventario y está disponible para su uso. (Waller M. y Esper T., 2017, pág. 13)
- **Plazos de entrega, tiempo de espera o lead time:** Es el tiempo desde que se coloca la orden hasta que el producto ingresa a bodega. Este tiempo se puede subdividir en: tiempo empleado en trabajos administrativos relativos al lanzamiento de la orden de pedido. Tiempo de tránsito de la orden de pedido hasta el proveedor. Tiempo empleado por el proveedor. Tiempo de tránsito del pedido que dependerá del tipo de transporte utilizado. Tiempo que transcurre entre la recepción del pedido y la disponibilidad. (Arenal, 2020, pág. 12)

- **Existencias:** Forman parte del inventario de la empresa y pueden clasificarse según varios criterios, dentro de los cuales el más común en las empresas es el criterio contable. (Cruz A. , 2017, pág. 13)

## **1.9 Limitaciones**

Este estudio tiene las siguientes limitaciones: (a) el estudio no es generalizable para todo el sector Ferretero; (b) la evaluación del modelo a utilizar depende de la calidad de la data proporcionada; (c) el modelo puede no funcionar, ya que los estudios similares a ser tomados como referencia son de empresas que cuentan otra realidad; (d) los datos obtenidos por la empresa no son lo suficiente para poder realizar los cálculos esperados.

## **1.10 Delimitaciones**

Las delimitaciones de la presente investigación son: (a) la aplicación del estudio está enfocado para empresas de distribución ferretera; (b) su aplicación estará diferenciada tanto para la planificación local como internacional; (c) su aplicación es para productos de rotación continua y no de pedidos especiales; (d) su aplicación es para productos de comercio frecuente en ferreterías y no para proyectos de construcción.

## **1.11 Pertinencia del diseño**

El análisis de la información y datos es una recopilación de diferentes fuentes para su análisis. Los modelos planteados tanto cualitativo como cuantitativo surgen de diferentes fuentes de información, en donde se busca un modelo que optimice los costos a través de la racionalización de inventarios en la industria ferretera.

### **1.12 Población**

Para el análisis del presente estudio, se examinará información de los principales importadores y distribuidores de material ferretero del Ecuador. Para comparación de datos e información se considera fuentes nacionales como internacionales de comercio e importaciones. Para desarrollo del presente trabajo se consideró una de las principales empresas del sector ferretero cuya cobertura de ventas es a nivel nacional.

### **1.13 Recolección de datos**

Los datos utilizados para el estudio en mención son las ventas mensuales de 2 años consecutivos. Los datos provienen tanto de fuentes primarias como secundarias para el correcto entendimiento de la información. Se entiende como fuentes primarias a datos e información de la empresa tomada como caso de estudio, y fuentes secundarias como información y datos de proveedores, datos del Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE), encargados de áreas, etc.

### **1.14 Localización geográfica**

EL presente trabajo se basa en una empresa localizada en Quito, Ecuador.

### **1.15 Instrumentos**

Para el análisis de la presente investigación, se utiliza herramientas de Microsoft office, internet, entre otras; los cuales permiten analizar y proyectar de forma unificada la información requerida.

### **1.16 Análisis de los datos**

Se utiliza diferentes métodos tanto cualitativos como cuantitativos para seguir un modelo lineado a la necesidad del trabajo.

### **1.17 Validez y confiabilidad**

El presente trabajo cuenta con información confiable y real de una empresa del sector Ferretero. Para efectos de estudio se modificarán los datos según la necesidad del trabajo para no exponer datos de confidencialidad de la empresa. La información de las importaciones será considerada de las declaraciones de importación ante el SENA E.

Este estudio busca encontrar un modelo de Optimización de Inventario sencillo que le permita a las empresas de la Industria Ferretera mantener los niveles óptimos de inventario en cada nodo de la cadena de suministros. Este esquema ayudará a cumplir con las proyecciones de venta, generar mayores ingresos, utilidad y crecimiento sostenible en el tiempo. A partir del estudio de casos similares de aplicación de Métodos de Optimización de Inventario, se presentará el modelo adecuado al contexto de la realidad de la Industria y finalmente se evaluarán los resultados de este estudio.

## 2 Capítulo II: Revisión de la Literatura

### 2.1 Demanda

#### 2.1.1 Pronóstico de la demanda

Según la edición 15 de Asociación Americana de Control de Producción e Inventarios (APICS), el pronóstico pretende predecir las ventas en un horizonte de tiempo de productos que se pueden comprar o fabricar. La planificación de la demanda es el proceso de combinar técnicas de pronóstico estadístico y herramientas cualitativas para bienes y servicios a lo largo de la cadena de suministros. El pronóstico se combina con juicios de marketing, ventas, distribuidores, almacenamiento, repuestos y otras funciones (APICS, 2018)

#### 2.1.2 Características del pronóstico de la demanda

1. Los pronósticos son siempre inexactos, y deberían incluir tanto el valor esperado del pronóstico y una medida del error de pronóstico.
2. Los pronósticos a largo plazo suelen ser menos precisos que los pronósticos a corto plazo; es decir, los pronósticos a largo plazo tienen una desviación estándar de error mayor en relación con la media que previsiones a corto plazo.
3. Los pronósticos agregados suelen ser más precisos que los pronósticos desagregados, ya que tienden a tener una desviación estándar de error menor en relación con la media. Cuanto mayor sea la agregación, más precisa es el pronóstico.
4. En general, cuanto más arriba está una empresa en la cadena de suministro, mayor es la distorsión de la información que recibe. (Chopra & Meindl, 2013, pág. 179)

### 2.1.3 Los métodos de pronóstico

Dependiendo del tipo de previsión, estas se pueden clasificar en:

1. Series de tiempo: Donde los históricos se usan para predecir el futuro bien estáticamente o corrigiendo errores cometidos en previsiones anteriores.
2. Cualitativa: Basada en la intuición, estimaciones u opiniones. Como ejemplo de métodos están el método de Delphi, la investigación de mercado y la Analogía histórica.
3. Causal: Estos métodos intentan entender el sistema y todas sus relaciones para prever el comportamiento del ítem en cuestión. Se pueden utilizar modelos de ingreso y egreso de información. Análisis de regresiones e indicadores de tendencia.
4. Simulación: Análisis de distintas técnicas. Es una combinación de métodos. (Garcia & Manuel, 2004, pág. 36)

#### Método de pronóstico de series de tiempo

La ecuación para calcular el componente sistemático puede adoptar diversas formas:

- Multiplicativo:  $\text{Componente Sistemático} = \text{nivel} \times \text{tendencia} \times \text{factor estacional}$
- Aditivo:  $\text{Componente Sistemático} = \text{nivel} + \text{tendencia} + \text{factor estacional}$
- Mixto:  $\text{Componente Sistemático} = (\text{nivel} + \text{tendencia}) \times \text{factor estacional}$

La forma específica del componente sistemático aplicable a un pronóstico dado depende de la naturaleza de la demanda. Las empresas pueden desarrollar métodos de pronóstico tanto estáticos como adaptativos para cada forma.



## Método Estático

Un método estático supone que no hay variación de las estimaciones de nivel, tendencia y estacionalidad. En este caso, se estima cada uno de estos parámetros basados en datos históricos y luego se usa los mismos valores para todos los pronósticos futuros.

Componente Sistemático = (nivel + tendencia) X factor estacional

También se puede aplicar un enfoque similar para otras formas. Definiciones básicas:

- $L$  = estimación del nivel en  $t = 0$
- $T$  = estimación de tendencia
- $S_t$  = estimación del factor estacional para el Período  $t$
- $D_t$  = demanda real observada en el Período  $t$
- $F_t$  = pronóstico de la demanda para el Período  $t$

En un método de pronóstico estático, el pronóstico en el Período  $t$  para la demanda en el Período  $t + 1$  es un producto del nivel en el Período  $t + 1$  y el factor estacional para el Período  $t + 1$ . El nivel en el período  $t + 1$  es la suma del nivel en el Período 0 ( $L$ ) y  $(t + 1)$  multiplicado por la tendencia  $T$ . El pronóstico en el Período  $t$  para la demanda en el período  $t + 1$  se da como:

Fórmula 2.1 
$$F_{t+1} = [L + (t + 1)T] S_{t+1}$$

## Estimación del nivel y tendencia

Se debe estimar el nivel en el Período 0 y la tendencia. Se debe dejar sin estacionalidad los datos de demanda. La demanda sin estacionalidad representa la demanda que se habría

observado en ausencia de fluctuaciones estacionales. La periodicidad ( $p$ ) es el número de períodos después de los cuales se repite el ciclo estacional.

Para contar que cada temporada tenga el mismo peso para una demanda sin estacionalidad, se considera el promedio de  $p$  períodos consecutivos de demanda. El promedio de la demanda del período  $l + 1$  al Período  $l + p$  proporciona una demanda sin estacionalidad para el Período  $l + (p + 1) / 2$ . Si  $p$  es impar, este método proporciona demanda sin estacionalidad para un período existente. Si  $p$  es par, este método proporciona una demanda sin estacionalidad en un punto entre el Período  $l + (p / 2)$  y el Período  $l + 1 + (p / 2)$ . Tomando el promedio de la demanda sin estacionalidad proporcionada por los Períodos  $l + 1$  a  $l + p$  y  $l + 2$  a  $l + p + 1$ , se obtiene la demanda sin estacionalidad para el Período  $l + 1 + (p / 2)$ . Este procedimiento para obtener la demanda sin estacionalidad,  $D_t$ , para el Período  $t$ , se formula de la siguiente manera:

Fórmula 2.2

$$D_t = \begin{cases} \left[ \frac{D_{t-(\frac{p}{2})} + D_{t+(\frac{p}{2})} + \sum_{i=t+1-(\frac{p}{2})}^{t-1+(\frac{p}{2})} 2D_i}{2p(\text{cuando } p \text{ es par})} \right] \\ \\ \left[ \frac{D_{t-(\frac{p}{2})} + D_{t+(\frac{p}{2})} + \sum_{i=t-(\frac{p-1}{2})}^{t+(\frac{p-1}{2})} D_i}{p(\text{cuando } p \text{ es impar})} \right] \end{cases}$$

La siguiente relación lineal existe entre la demanda sin estacionalidad,  $D_t$ , y el tiempo  $t$ , basada en el cambio de la demanda a lo largo del tiempo. (Chopra & Meindl, 2013, pág. 185)

Fórmula 2.3 
$$D_t = L + T_t$$

### Estimación de factores estacionales

El factor estacional  $S_t$  para el período  $t$  es la relación entre la demanda actual  $D_t$  y la demanda sin estacionalidad  $D_t$  y se da como:

Fórmula 2.4 
$$S_t = D_t / D_t$$

Dados  $r$  ciclos estacionales en los datos, para todos los períodos de la forma  $pt + i$ ,  $1 \leq i \leq p$ , obtenemos el factor estacional como:

Fórmula 2.5 
$$S_i = \frac{\sum_{j=0}^{r-1} S_{jp+i}}{r}$$

### Pronóstico adaptativo

Las estimaciones de nivel, tendencia y estacionalidad se actualizan después de cada observación de la demanda. La principal ventaja del pronóstico adaptativo es que las estimaciones incorporan todos los datos nuevos que se observan.

Terminología:

- $L_t$  = estimación del nivel al final del Período  $t$
- $T_t$  = estimación de la tendencia al final del Período  $t$
- $S_t$  = estimación del factor estacional para el Período  $t$
- $F_t$  = pronóstico de la demanda para el Período  $t$  (realizado en el Período  $t - 1$  o antes)
- $D_t$  = demanda real observada en el Período  $t$
- $E_t = F_t - D_t$  = error de pronóstico en el Período  $t$

En los métodos adaptativos, el pronóstico para el Período  $t + 1$  en el Período  $t$  utiliza la estimación del nivel y la tendencia en el Período  $t$  ( $L_t$  y  $T_t$  respectivamente) y se da como:

Fórmula 2.6 
$$F_{t+1} = (L_t + IT_t) S_{t+1}$$

Los cuatro pasos del pronóstico adaptativo son los siguientes:

1. Inicializar: Se calcula las estimaciones iniciales del nivel ( $L_0$ ), la tendencia ( $T_0$ ) y los factores estacionales. ( $S_1, \dots, S_p$ ) a partir de los datos proporcionados. Esto se hace exactamente como en el método de pronóstico estático anteriormente revisado con  $L_0=L$  y  $T_0=T$ .

2. Pronóstico: Dadas las estimaciones en el Período  $t$ , se pronostiva la demanda para el Período  $t + 1$  utilizando ecuación 2.6. El primer pronóstico es para el Período 1 y se realiza con las estimaciones de nivel, tendencia y factor estacional en el Período 0.

3. Estimar el error: Registrar la demanda real  $D_{t+1}$  para el Período  $t + 1$  y se calcula el error.  $E_{t+1}$  en el pronóstico para el Período  $t + 1$  como la diferencia entre el pronóstico y la demanda real. El error para el período  $t + 1$  se expresa como:

Fórmula 2.7 
$$E_{t+1} = F_{t+1} - D_{t+1}$$

4. Modificar estimaciones: Modificar las estimaciones de nivel ( $L_{t+1}$ ), tendencia ( $T_{t+1}$ ) y factor estacional ( $S_{t+p+1}$ ), dado el error  $E_{t+1}$  en el pronóstico. Es deseable que la modificación sea tal que, si la demanda es menor que la prevista, las estimaciones se revisan a la baja; mientras que, si la demanda es superior a la prevista, las estimaciones se revisan al alza.

Las estimaciones revisadas en el Período  $t + 1$  se utilizan luego para hacer un pronóstico para el Período  $t + 2$ , y los Pasos 2, 3 y 4 se repiten hasta que se hayan cubierto todos los datos

históricos hasta el Período  $n$ . Las estimaciones en el Período  $n$  se utilizan luego para pronosticar la demanda futura. (Chopra & Meindl, 2013, pág. 188)

A continuación, se revisa varios métodos de pronóstico adaptativo. El método que es más apropiado depende de la característica de la demanda y la composición del componente sistemático de demanda. En cada caso, se asume que el período considerado es  $t$ .

### **Promedio móvil**

El método del promedio móvil se utiliza cuando la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable. En este caso,

Componente sistemático de la demanda = nivel

En este método, el nivel en el Período  $t$  se estima como el promedio de la demanda sobre el más reciente  $N$  periodos. Esto representa un promedio móvil de  $N$  períodos y se evalúa de la siguiente manera:

Fórmula 2.8  $L_t = (D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-N+1})/N$

El pronóstico actual para todos los períodos futuros es el mismo y se basa en la estimación de nivel actual. El pronóstico se expresa como:

Fórmula 2.9  $F_{t+1} = L_t$  y  $F_{t+n} = L_t$

Después de observar la demanda para el Período  $t + 1$ , se revisa las estimaciones de la siguiente manera:

$$L_{t+1} = (D_{t+1} + D_t + \dots + D_{t-N+2}) / N, \quad F_{t+2} = L_{t+1}$$

Para calcular la nueva media móvil, se agrega la última observación y se descarta la más antigua. La media móvil revisada sirve como próximo pronóstico. El promedio móvil corresponde a dar a los últimos N períodos de datos el mismo peso al pronosticar e ignorar todos los datos más antiguos que este nuevo promedio móvil.

### **Suavización Exponencial Simple**

El método de suavizado exponencial simple es apropiado cuando la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable. En este caso, la estimación inicial del nivel,  $L_0$ , se toma como el promedio de todos los datos históricos porque se ha asumido que la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable. Dados los datos de demanda de Períodos 1 a n, tenemos lo siguiente:

Fórmula 2.10 
$$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

El pronóstico actual para todos los períodos futuros es igual al estimado actual del nivel y se da como:

Fórmula 2.11 
$$F_{t+1} = L_t \text{ and } F_{t+n} = L_t$$

Después de observar la demanda,  $D_{t+1}$ , para el período  $t + 1$ , se revisa la estimación del nivel de la siguiente manera:

Fórmula 2.12 
$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)L_t$$

donde  $\alpha$  es una constante de suavizado para el nivel,  $0 < \alpha < 1$ . El valor revisado del nivel es un promedio ponderado del valor observado del nivel ( $D_{t+1}$ ) en el Período  $t + 1$  y la estimación anterior del nivel ( $L_t$ ) en el Período  $t$ . Usando la ecuación 2.12, se puede expresar el nivel en un

período dado como una función de la demanda actual y el nivel en el período anterior. Por tanto, podemos reescribir la ecuación 2.12 como:

$$L_{t+1} = \sum_{n=0}^{t-1} \alpha(1-\alpha)^n D_{t+1-n} + (1-\alpha)^t D_1$$

La estimación actual del nivel es un promedio ponderado de todas las observaciones pasadas de la demanda, con las observaciones recientes ponderadas más que las observaciones anteriores. Un valor más alto de  $\alpha$  corresponde a un pronóstico que responde mejor a las observaciones recientes, mientras que un valor más bajo de  $\alpha$  representa un pronóstico más estable que responde menos a las observaciones recientes.

### **Suavizado exponencial corregido por tendencia (Modelo de Holt)**

El método de suavizado exponencial corregido por tendencia (modelo de Holt) es apropiado cuando se supone que la demanda tiene un nivel y una tendencia en el componente sistemático, pero sin estacionalidad. En este caso:

Componente sistemático de la demanda = nivel + tendencia

Se obtiene una estimación inicial del nivel y la tendencia ejecutando una regresión lineal entre la demanda  $D_t$  y el período de tiempo  $t$  de la forma

$$D_t = at + b$$

En este caso, es apropiado ejecutar una regresión lineal entre la demanda y los períodos de tiempo porque se ha asumido que la demanda tiene una tendencia, pero no una estacionalidad. La relación subyacente entre demanda y tiempo es, por tanto, lineal. La constante  $b$  mide la

estimación de la demanda en el Período  $t = 0$  y es nuestra estimación del nivel inicial  $L_0$ . La pendiente  $a$  mide la tasa de cambio de la demanda por período y es la estimación inicial de la tendencia  $T_0$ .

En el período  $t$ , dadas las estimaciones del nivel  $L_t$  y la tendencia  $T_t$ , el pronóstico para períodos futuros es expresado como:

Fórmula 2.13 
$$F_{t+1} = L_t + T_t \text{ and } F_{t+n} = L_t + nT_t$$

Después de observar la demanda para el período  $t$ , revisamos las estimaciones de nivel y tendencia de la siguiente manera:

Fórmula 2.14 
$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha) (L_t + T_t)$$

Fórmula 2.15 
$$T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta) T_t$$

Donde  $\alpha$  es una constante de suavización para el nivel,  $0 < \alpha < 1$  y  $\beta$  es una constante de suavizado para la tendencia,  $0 < \beta < 1$ . En cada una de las dos actualizaciones, la estimación revisada (de nivel o tendencia) es un promedio ponderado del valor observado y la estimación anterior.

### **Suavizado exponencial corregido por tendencia y estacionalidad (Modelo Winter)**

Este método es apropiado cuando el componente sistemático de la demanda tiene un nivel, una tendencia y un factor estacional. En este caso se tiene:

$$\text{Componente sistemático de la demanda} = 1 \text{ nivel} + \text{tendencia} \times 2 * \text{factor estacional}$$



Suponiendo que la periodicidad de la demanda es  $p$ . Para empezar, se necesita estimaciones iniciales de nivel ( $L_0$ ), tendencia ( $T_0$ ) y factores estacionales ( $S_1, \dots, S_p$ ). Se obtiene estas estimaciones utilizando el procedimiento de pronóstico estático descrito anteriormente en este capítulo.

En el Período  $t$ , dadas las estimaciones de nivel,  $L_t$ , tendencia,  $T_t$  y factores estacionales,  $S_t, \dots, S_{t+p-1}$ , el pronóstico para futuros períodos viene dada por:

$$\text{Fórmula 2.16} \quad F_{t+1} = (L_t + T_t) S_{t+1} \text{ and } F_{t+1} = (L_t + IT_t)S_{t+1}$$

Al observar la demanda para el período  $t + 1$ , revisamos las estimaciones de los factores de nivel, tendencia y estacional de la siguiente manera:

$$\text{Fórmula 2.17} \quad L_{t+1} = \alpha (D_{t+1}/S_{t+1}) + (1 - \alpha) (L_t + T_t)$$

$$\text{Fórmula 2.18} \quad T_{t+1} = \beta (L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t$$

$$\text{Fórmula 2.19} \quad S_{t+p+1} = y (D_{t+1}/L_{t+1}) + (1 - y)S_{t+1}$$

donde  $\alpha$  es una constante de suavización para el nivel,  $0 < \alpha < 1$ ;  $\beta$  es una constante de suavización para la tendencia,  $0 < \beta < 1$ ; y  $y$  es una constante de suavización para el factor estacional,  $0 < y < 1$ . Cada una de las actualizaciones (nivel, tendencia o factor estacional), la estimación revisada es un promedio ponderado del valor observado y la estimación anterior.

(Chopra & Meindl, 2013, págs. 189 -193)

Tabla 1. *Resumen de Métodos de Pronóstico*

<b>Métodos de Pronostico</b>	<b>Aplicabilidad</b>
Promedios móviles	No tendencia o estacionalidad
Suavización exponencial simple	No tendencia o estacionalidad
Modelo Holt	Tendencia pero no estacionalidad
Modelo Winter	Tendencia y estacionalidad

Nota: Adaptado (Chopra & Meindl, 2013)

### **Medidas de error pronóstico**

Cualquier demanda posee un componente sistemático y un componente aleatorio. El valor aleatorio se manifiesta como el error de pronóstico. El error se analiza ya que ayuda a comprobar si el método de pronóstico es el correcto; y sirve para la toma de decisiones para el aprovisionamiento y cálculo del stock de seguridad.

El error en la previsión para un período  $t$  está dado por:

$$\text{Fórmula 2.20} \quad E_t = F_t - D_t$$

Es decir, el error en el período  $t$  es la diferencia entre el pronóstico para el período  $t$  y la demanda real en el período  $t$

Una medida del error de pronóstico es el error cuadrático medio o en sus siglas en ingles MSE (mean squared error), donde se cumple lo siguiente:

$$\text{Fórmula 2.21} \quad MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2$$

El MSE se puede relacionar con la varianza del error de pronóstico. El MSE penaliza los errores grandes de manera mucho más significativa que los errores pequeños porque todos los errores son al cuadrado. Es una buena idea usar el MSE para comparar métodos de pronóstico si

el costo de un error grande es mucho mayor que las ganancias de pronósticos muy precisos.

Defina la desviación absoluta en el período  $t$ ,  $A_t$ , como el valor absoluto del error en el período  $t$ :

$$\text{Fórmula 2.22} \quad A_t = E_t$$

Defina la desviación absoluta media o en sus siglas en ingles MAD (mean absolut desviation) como el promedio de la desviación absoluta en todos los períodos, expresada por

$$\text{Fórmula 2.23} \quad MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t$$

La MAD se puede utilizar para estimar la desviación estándar del componente aleatorio asumiendo que el componente aleatorio tiene una distribución normal. En este caso, la desviación estándar del componente aleatorio es

$$\text{Fórmula 2.24} \quad S = 1.25 \text{ MAD (7.23)}$$

Se define como media absoluta del porcentaje de error o sus siglas en ingles MAPE (Mean absolute percentage error) es el error absoluto medio como porcentaje de la demanda y viene dado por

$$\text{Fórmula 2.25} \quad MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n}$$

Para determinar si los métodos de pronostico están infra o sobreestimados, la demanda se puede usar la suma de los errores de predicción para evaluar el sesgo, cuya fórmula es:

$$\text{Fórmula 2.26} \quad bias_n = \sum_{t=1}^n E_t$$

El sesgo fluctuará alrededor de 0 si el error es relativamente aleatorio y no está desviado hacia arriba o hacia abajo.

La señal de rastreo (TS) es la ratio del sesgo y el MAD y es dado como sigue:

Fórmula 2.27 
$$TS = \frac{\text{sesgo}_t}{MAD_t}$$

El pronóstico está sobrestimado si TS es superior a 6 e infraestimado si es -6. (García & Manuel, 2004, págs. 39 - 43)

### **Clasificación ABC de productos**

Debido a que las empresas cuentan con un gran número de unidades individuales de inventario o sus siglas en inglés SKU (stock keeping unit), es necesario que las organizaciones prioricen sus esfuerzos tanto en la planificación de la demanda, compra e inventario de las unidades con mayor relevancia. Es una herramienta que le permite a la empresa visualizar y determinar cuáles son los productos de mayor valor de su almacén y rotación, optimizando los recursos y permitiendo tomar decisiones eficientes. (Cruz A. , 2017, pág. 42). El porcentaje en peso que se otorgue a la clasificación dependerá de factores que la empresa considere importantes. Esto dependerá del tipo de producto, volumen de venta e importancia.

- A: los productos más importantes, más vendidos o urgentes. Suelen ser los productos que más ingresos generan. 70% al 80%
- B: se refiere a los de importancia secundaria. 25% al 15%

- C: Productos que carecen de importancia. El mantenerlos en almacenamiento suele constar más dinero por el tiempo de permanencia. 5%

## **2.2 Gestión de Inventarios**

Un inventario consiste en un listado ordenado, detallado y valorado de los bienes de una empresa. Los bienes de la empresa se encuentran ordenados dependiendo de las características del bien que forma parte de la empresa, agrupando los que son similares y valorados; ya que se deben expresar en valor económico para que formen parte del patrimonio de la empresa. (Cruz A. , 2017, pág. 7). Según las normas de información financieras (NIF) (Waller & Esper, 2017), el inventario es un activo circulante ya que representa un valor y es tangible debido a que se mantiene para la venta en el curso ordinario de negocios.

Los objetivos que persigue todo inventario son, entre otros:

- Reducir los riesgos manteniendo stocks de seguridad en la empresa.
- Reducir los costes, ya que permite programar las adquisiciones y la producción de la empresa de forma más eficiente.
- Reducir las variaciones entre la oferta de la empresa y la demanda de los clientes.
- Reducir los costes de la distribución del producto, ya que permite programar el transporte.

### **2.2.1 Variables que afectan a la gestión del inventario**

Existen diversas variables que afectan a la gestión de inventarios, estas pueden ser tanto internas como externas, a continuación, se detalla las principales:

- Demanda: Las características de la demanda influirán en los distintos tipos de inventario.
- Costos: el costo de mantener un artículo en inventario dependerá entre otros factores de su valor, costo de aprovisionamiento, costo de almacenamiento y costos asociados a la existencia de la demanda insatisfecha.
- Nivel de servicio: el inventario influye en el nivel de servicio al cliente. Toda demanda insatisfecha impactará directamente en el nivel de servicio del cliente.
- Plazos: El plazo de entrega o tiempo de espera es aquel que transcurre desde que se lanza una orden de pedido hasta que esta se recibe en almacén. (Arenal, 2020, pág. 12)

### **2.2.2 Decisiones a tomar con respecto a la creación y mantenimiento del inventario**

A través de la cadena de suministros, se puede contar con inventario en cada uno de los eslabones de las mismas. Es importante identificar en que eslabón es conveniente contar con inventario para optimizar recursos y mantener el nivel de servicio esperado. Las siguientes son consideraciones que se debe tomar en cuenta para contar con un inventario (Hugos, 2018, pág. 13).

1. Inventario cíclico: es la cantidad de inventario necesaria para satisfacer la demanda del producto en el período entre compras del producto.
2. Inventario de seguridad: es el inventario que se mantiene como un amortiguador contra la incertidumbre.
3. Inventario estacional: es el inventario que se crea en previsión de aumentos predecibles en la demanda que ocurren en ciertas épocas del año.

4. Inventario en tránsito: es un inventario que se encuentra en ruta hacia un nodo de almacenamiento del inventario.

### 2.2.3 Fórmulas

Stock mínimo o inventario mínimo: es la cantidad mínima que permite atender la demanda de la mercancía sin que existan problemas de escasez en el almacén

Fórmula 2.28  $SM = Q \times D$

Q= cantidad media consumida

D= días de entrega del proveedor

Stock máximo o inventario máximo: es la cantidad tope que la empresa es capaz de almacenar de forma adecuada y efectiva.

Fórmula 2.29  $SMx = (Q \times D) + SS$

Q= cantidad media consumida

D= días de entrega del proveedor

SS= stock de seguridad

Stock de seguridad o inventario de seguridad: Mínimo de mercancía necesario para que no se rompa el stock y la empresa se quede sin producto. Atiende a la incertidumbre y fluctuación de la demanda.

Fórmula 2.30  $SS = (P_{me} - P_e) \times D_m$

$P_{me}$  = plazo máximo de entrega

$P_e$  = plazo de entrega

$D_m$  = demanda media

Stock óptimo o inventario óptimo: mide la correcta inversión que la empresa debe tener materializada en las mercancías de su almacén, teniendo en cuenta los costos de almacenamiento.

Fórmula 2.31 
$$SOp = \frac{\sqrt{2 \times K \times Q}}{G}$$

$K$  = costo fijo de cada pedido

$Q$  = cantidad vendida por año

$G$  = costo de almacenamiento

Stock medio o inventario medio: representa la media de las existencias que hay en el almacén durante un periodo de tiempo. (Cruz A. , 2017, págs. 115 - 123)

Fórmula 2.32 
$$S_m = SS + \left(\frac{Q}{2}\right)$$

$SS$  = stock de seguridad

$Q$  = Cantidad almacenada



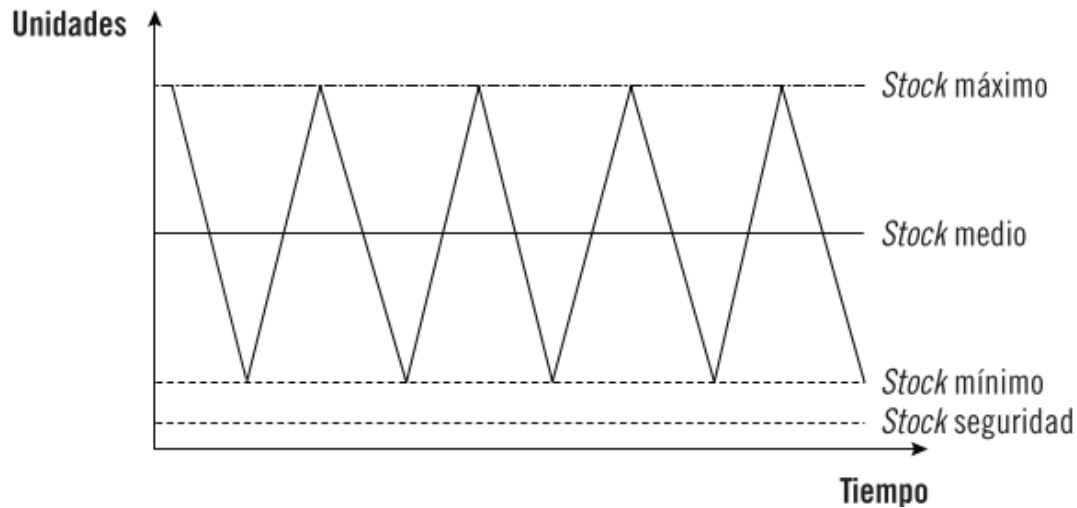


Figura 1. Gráfico de las definiciones de los inventarios

Adaptado de *Gestión de Inventario* (Cruz A. , 2017)

Dentro del manejo de los inventarios, es importante detallar a mayor profundidad el Inventario de Seguridad debido a que juega un papel fundamental en el nivel de servicio de toda empresa. Se plantean dos cuestiones clave para cualquier cadena de suministros cuando planifica el nivel de sus inventarios de seguridad:

A ¿Cuál es el nivel apropiado de inventario de seguridad que hay que mantener?

B ¿Qué acciones hay que emprender para mejorar la disponibilidad de los productos mientras que se reduce el inventario de seguridad?

El principal objetivo perseguido al mantener inventario es garantizar que, cuando un cliente requiere un determinado producto en las instalaciones, lo encuentre. (Garcia & Manuel, 2004, pág. 47)

El nivel apropiado del stock de seguridad viene determinado por los siguientes factores:

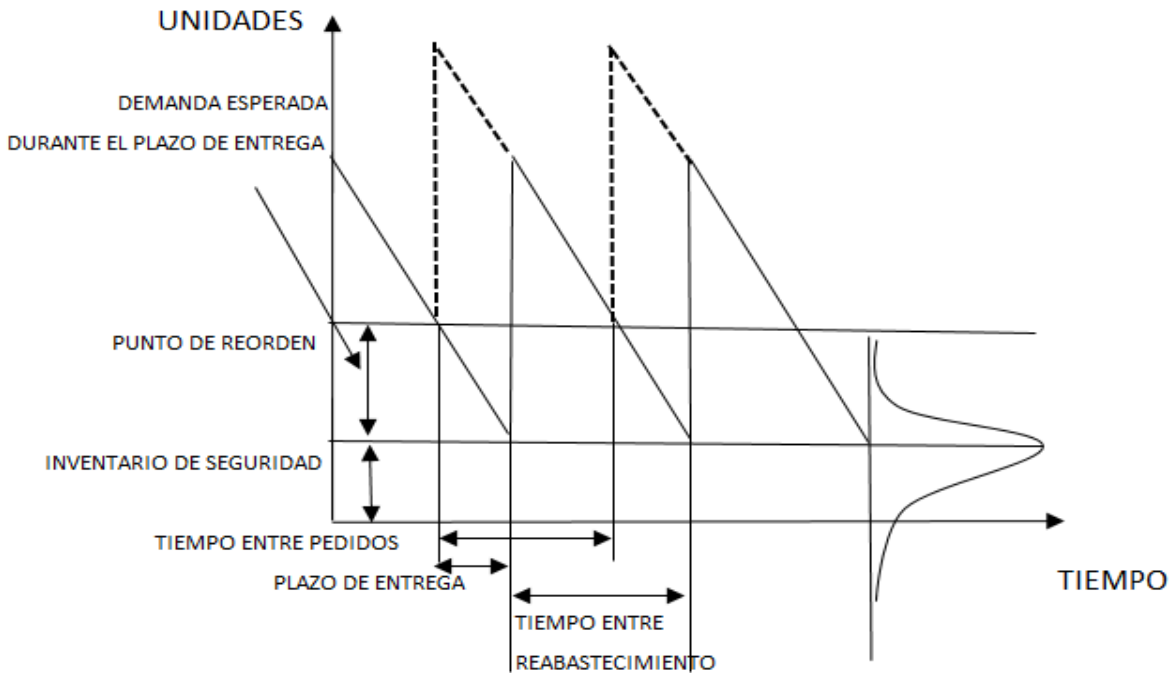
1. La incertidumbre de la demanda o del suministro
2. El nivel deseado de disponibilidad del producto

## 2.3 Modelos de Inventarios

### 2.3.1 Sistema de inventario de revisión continua, inventario continuo (Q,ROP) (Reorder point)

El eje horizontal es el tiempo y el eje vertical es las unidades. A partir del tiempo = 0, se observa que el inventario disponible está sesgado a la baja. La pendiente de esta recta es la tasa a la que se agota el inventario o la tasa negativa de la demanda. Por ejemplo, la pendiente de la recta podría ser - n unidades, así que la tasa de la demanda sería de n unidades por día. En la gráfica se observa que la pendiente de la recta no cambia, lo cual significa que la tasa de la demanda es constante. ROP es el punto de pedido o su descripción en inglés de reorder point.

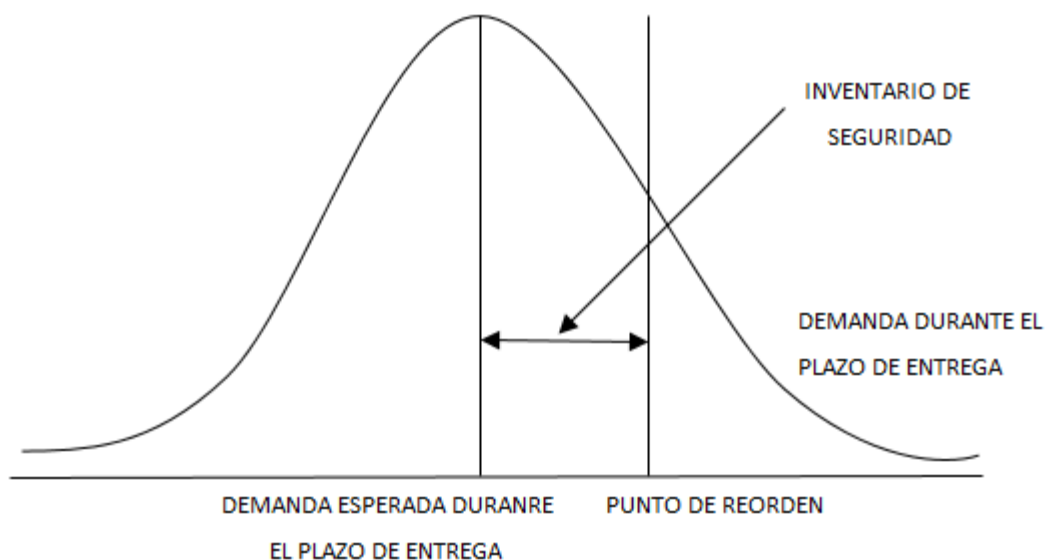
En este proceso se hace pedidos para un número de unidades de la posición del inventario. Observar que la posición del inventario está por arriba del punto de pedido. Eso es porque la posición del inventario es el número de unidades disponibles más las pedidas. Asimismo, el plazo de entrega esta descrito en el eje de las X, y se sitúa entre el momento en que se realiza el pedido y cuando está disponible el inventario. También se observa que al final del plazo de entrega, la posición del inventario y las unidades disponibles vuelven a estar juntas. (Waller & Esper, 2017)



*Figura 2. Representación gráfica del sistema Q,ROP  
Adaptado de Administración de Inventarios (Waller & Esper, 2017)*

### **Demanda durante el plazo de entrega**

La demanda durante el plazo de entrega puede aumentar si la tasa de demanda crece o si el plazo de entrega aumenta. De manera similar, la demanda durante el plazo de entrega puede ser incierta, porque la demanda es incierta o porque el plazo es incierto, o ambos. La figura 3, es una distribución de probabilidad de la demanda durante el plazo de entrega, el cual tiene relación directa con el nivel de servicio que se plantea ofrecer a los clientes.



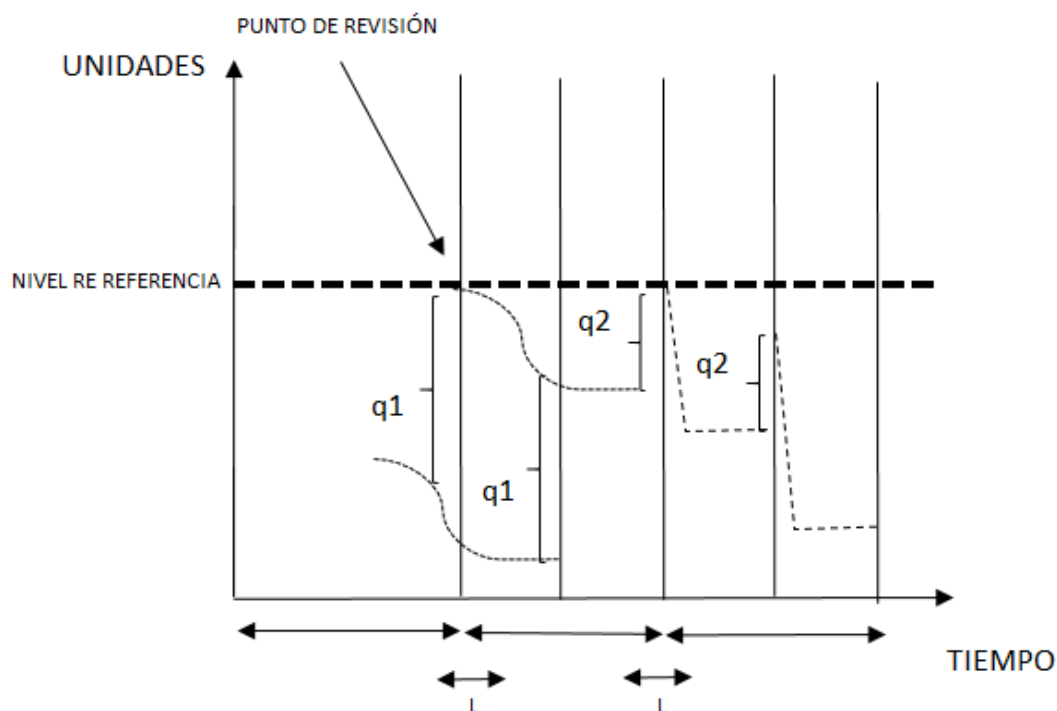
*Figura 3.* Distribución de probabilidad de la demanda durante el plazo de entrega

El eje horizontal es la demanda durante el plazo de entrega y el eje vertical es la densidad de la probabilidad. El área bajo la curva es la probabilidad. La demanda pronosticada durante el plazo de entrega se designa en la distribución de la probabilidad. Ahora, si se establece el punto de pedido en la demanda esperada durante el plazo de entrega, entonces, con base en cómo se traza esta distribución de probabilidad como con bastante frecuencia se agotará el inventario durante el plazo de entrega. La métrica del periodo de protección del inventario es el área bajo la curva hasta el ROP. El punto de pedido se compone de la demanda esperada durante el plazo de entrega más el inventario de seguridad. Si aumenta el inventario de seguridad, aumentará periodo de protección del inventario. (Waller & Esper, 2017)

### **2.3.2 Sistema de Inventario re revisión periódica, pedido a nivel (T, OUL) (order up to level)**

En la figura el eje horizontal es el tiempo y el eje vertical son las unidades, en este caso. La línea punteada es el pedido hasta el nivel (OUL);  $q_1$  es el primer pedido, y  $q_2$  es el segundo

pedido; la línea punteada es el momento en que se hace una revisión; la línea punteada negrita es cuando se recibe un reabastecimiento y está disponible para sus uso; las flechas gruesas de doble punta representa el plazo de entrega; y las flechas regulares de doble punta representan el tiempo entre revisión. (Waller & Esper, 2017, pág. 47)



*Figura 4. Representación gráfica del sistema T,OUL  
Adaptado de Administración de Inventarios (Waller & Esper, 2017)*

### 2.3.3 Modelo s,S

Se denomina Modelo s,S a aquel donde la nueva petición se hace cuando se rebasa el nivel fijado por s y la cantidad que se pide es la cantidad entre el stock propio y el nivel de referencia S. Se utiliza en entornos donde:

- La demanda de unidades e cada periodo es muy variable

- La cantidad que se pide no puede ser (o no se quiere que sea inferior a una cantidad  $(S-S)$ )
- No es posible mantener un control continuo de stock

El método  $(S,s)$  es una generalización de los sistemas de punto de pedido  $t$  de aprovisionamiento periódico. Es generalmente más caro que estos dos, pero se puede ser utilizado con condiciones de los dos modelos:

- Tamaños de lote prefijados mínimos
- Sistemas en los que la revisión de las cantidades de stock no es continua.

Este sistema es más fiable para sistemas de demanda muy variable.

En general el cálculo de  $s$  se hace a partir de un mínimo que permitirá cubrir la demanda.

El valor de  $S$  permite cualquier medio de definición, conduciendo únicamente a variación en los niveles de stock y el número de lanzamiento.

Dado que el  $s$  es el nivel desde el que se pide en este sistema, y es el nivel máximo de sistema de aprovisionamiento periódico, es evidente que es un sistema más caro.  $s$  cumple la función del punto de pedido, pero asume que la revisión de los niveles de stock no es necesariamente continua.

Dado que no siempre se alcanzará el nivel  $s$  de stock, no en todos los períodos de la revisión se lanzará un pedido.

### 2.3.4 Modelo (S-1,S)

Se conoce bajo el nombre de modelo (S-1, S) a uno de los modelos de aprovisionamiento continuo en los que cada vez que se produce una venta se repone el almacén en la cantidad vendida. Se utiliza en sistemas donde no existen Costes de Lanzamiento o son proporcionales a la cantidad comprada.

S es la demanda máxima que se está dispuesto a cubrir durante el plazo de aprovisionamiento.

Una variante de este modelo permitiría comprar cantidades superiores a las vendidas, pero no permitirá el lanzamiento de ordenes si no se rebasa por debajo el nivel S.

### 2.3.5 Modelo de las dos cajas

Ese método consiste en depositar en almacén dos cajas, cuando se consume una de lanza el pedido para aprovisionarse de otra.

En general el contenido de una caja debe permitir abastecer la demanda durante el plazo de aprovisionamiento, y el plazo de aprovisionamiento debe ser más corto que el periodo de consumo de un producto. El modelo es sencillo puesto que los operadores del almacén, reconocen rápidamente cuando hacer un pedido y cuando pedir.

Este modelo es equivalente, con aplicaciones, a los conocidos como sistemas kanban, dichas aplicaciones consideran generalmente más de dos cajas. Es un modelo simple que se utiliza muy frecuentemente en productos de bajo coste, de pequeño tamaño y debajo movimiento punto si la cantidad en la caja o en la paleta no cubre la demanda máxima durante el plazo de aprovisionamiento el sistema es más complicado de diseñar. . (Garcia & Manuel, 2004, pág. 74)

Tabla 2. *Resumen de Métodos de Inventario*

<b>Modelo de manejo de Inventario</b>	<b>Utilidad</b>
Sistema de inventario de revisión continua, inventario continuo	Cuando la demanda es variable y se puede colocar pedidos cuando sea necesario
Sistema de Inventario re revisión periódica, pedido a nivel	Establece un revisión del inventario cada cierto periodo de tiempo
Modelo s,S	Tamaños de lote prefijados, revisión periódica
Modelo (S-1,S)	Unidad vendida, unidad repuesta
Modelo de las dos cajas	Unidad de embalaje mínima, contiene demanda para varios periodos



### 3 Capítulo III: Situación actual

En la tabla 3 se observa el ranking de los principales distribuidores de la industria ferretera en Ecuador. El grupo de la empresa Gerardo Ortiz no es considerado para el presente estudio debido a que es un consorcio de empresas, en donde uno de sus giros de negocios es la distribución de ferretería. La posición del cuadro detalla el lugar que se encuentra las empresas en función de los ingresos causados por las ventas de productos de su giro de negocio en el año 2019.

Tabla 3. *Ventas de Distribuidores Ferreteros 2019*

Posición por ventas 2019	Nombre	Ingreso Total 2019 (dólares)
31	GERARDO ORTIZ E HIJOS C LTDA	347.638.397
200	MEGAPROFER S.A.	83.343.374
209	PRODUCTOS METALURGICOS SA (PROMESA)	80.348.287
214	FERREMUNDO S.A.	79.517.225
284	IMPORTADOR FERRETERO TRUJILLO CIA. LTDA.	60.595.869
303	FERRO TORRE S.A.	56.729.513
315	MEGAMETALES S.A.	54.183.439
429	COMISARIATO DEL CONSTRUCTOR S.A. COMITRUCTOR	39.667.599
452	MEGAPRODUCTOS S.A.	36.454.146
462	EL HIERRO S.A.	36.073.556
489	MULTIMETALES S.A.	34.085.802
619	DEMACO, DISTRIBUIDORA DE EQUIPOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION GOMEZ C LTDA.	27.393.503
662	L. HENRIQUES & CIA. S.A.	25.913.241
691	TOGEN CA	24.935.592
714	FERRETERIA ESPINOZA S. A.	23.841.008

*Adaptado de* (SUPERCIAS, 2021)

Al tomar en consideración la información antes mencionada, se analiza las importaciones de las principales empresas de la tabla 3. Se procedió a tomar 3 años de importaciones (2018-2020)

para poder conocer con mayor claridad cuanto han importado en un intervalo de tiempo más amplio. Se considera este periodo de tiempo debido a que existen embarques de importaciones que pudieron arribar a bodega de los distribuidores al final de algún año, pero sirven como inventario y ventas para el siguiente año fiscal.

Tabla 4. *FOB Dólares de Importación durante el 2018-2020 de Distribuidores Ferreteros*

RAZON SOCIAL	FOB
MEGAPROFER S.A.	45.960.694
PRODUCTOS METALURGICOS S.A. PROMESA	121.032.940
FERREMUNDO S.A.	116.307.884

*Adaptado de Importaciones* (Cobus Ecuador, 2021)

Como se puede observar en la tabla 4, la empresa Promesa es la que más ha importado en el periodo 2018 al 2020. Si se realiza una división de las importaciones en valores FOB para el periodo descrito, cerca de 40 millones de dólares fueron importados en el año 2019, en donde en ese año según la información de la tabla 3 la empresa tuvo ingresos por ventas de 80 millones. Esto representaría un 50% de su venta podría estar en productos importados. Del mismo modo, es importante revisar y tener en consideración los orígenes de donde están importando las empresas antes mencionados. Como se detallaba en previos capítulos, los mercados asiáticos son los que más resaltan de las listas por motivos de costos de materias primas.

Tabla 5. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 1

ORIGEN	\$ FOB	%FOB
CHINA	13.824.412	30%
PERU	10.970.575	24%
COLOMBIA	10.290.140	22%
MEXICO	5.345.487	12%
HOLANDA	1.933.806	4%
BRASIL	867.668	2%
ESPAÑA	624.239	1%
CHILE	316.310	1%
INDIA	307.415	1%
LOS DEMAS	1.480.642	3%
<b>TOTAL</b>	<b>45.960.694</b>	<b>100%</b>

Adaptado de Importaciones (Cobus Ecuador, 2021)

Tabla 6. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 2

ORIGEN	\$ FOB	%FOB
ESTADOS UNIDOS	24.547.195	20%
JAPON	22.254.431	18%
CHINA	20.037.229	17%
BRASIL	13.162.171	11%
ITALIA	9.164.725	8%
COLOMBIA	7.134.164	6%
TAILANDIA	4.879.516	4%
COREA DEL SUR	4.598.426	4%
MEXICO	4.060.248	3%
TAIWAN	2.550.183	2%
LOS DEMAS	8.644.652	7%
<b>TOTAL</b>	<b>121.032.940</b>	<b>100%</b>

Adaptado de Importaciones (Cobus Ecuador, 2021)

Tabla 7. Orígenes y valor de importaciones expresados en dólares FOB del Distribuidor 3

ORIGEN	\$ FOB	%FOB
CHINA	41.605.553	36%
ESTADOS UNIDOS	24.286.763	21%
BRASIL	9.992.474	9%
JAPON	9.219.398	8%
COLOMBIA	8.520.892	7%
COSTA RICA	7.166.497	6%
ITALIA	3.994.533	3%
MEXICO	2.966.542	3%
BELGICA	1.939.063	2%
MALASIA	1.272.697	1%
LOS DEMAS	5.343.473	5%
<b>TOTAL</b>	<b>116.307.885</b>	<b>100%</b>

Adaptado de Importaciones (Cobus Ecuador, 2021)

Tabla 8. *División de Categorías de Ferretería*

<b>Categoría Master</b>	<b>Línea de manejo</b>	<b>Sublínea</b>
Baños y cocinas		12
	Baños Y Cocinas	9
	Plomería	3
Cementos		1
	Materiales de Construcción	1
Derivados del acero		19
	Drywall, Láminas y Complementos	6
	Ferretería	1
	Materiales de Construcción	11
	Techos	1
Eléctricos		37
	Material Eléctrico	29
	Iluminación	6
	Cables	2
Ferretería General		156
	Agricultura y Jardín	20
	Drywall, Láminas y Complementos	2
	Ferretería	59
	Herramientas	38
	Mantenimiento y Aseo	12
	Materiales de Construcción	5
	Plomería	5
	Seguridad Industrial	5
	Techos	10
Material Pétreo		3
	Materiales de Construcción	3
Pinturas		15
	Pinturas y Acabados	14
	Pisos y Paredes	1
Plomería		23
	Electricidad	5
	Plomería	16
	Techos	2
Químicos		32
	Drywall, Láminas y Complementos	2
	Ferretería	7
	Mantenimiento y Aseo	2
	Materiales de Construcción	12
	Pinturas y Acabados	5
	Pisos y Paredes	1
	Plomería	3
Varilla		1
	Materiales de Construcción	1
<b>Total general</b>		<b>299</b>

Por otro lado, en la tabla 8 se detalla la estructura de manejo de líneas de trabajo dentro de una empresa que se dedica a la distribución de ferretería se clasifica según una categoría master, que divide el giro de negocio según el uso del producto; una línea de manejo, en donde se divide en el tipo de trabajo, y una sublínea de trabajo que engloba el tipo de producto.

La clasificación de la tabla 8 está realizada bajo una empresa de distribución de material ferretero. Se cuenta con 10 Categorías Masters, 16 líneas de manejo y 299 sublíneas de manejo. Es importante contar con una clasificación dentro de la ferretería debido a que es un universo muy amplio y necesita tener claro a que sección del giro de negocio es parte. Por otra parte, es fundamental aclarar que esta clasificación está dada por el tipo de producto, pero cada una de las sublíneas cuenta con marcas que pueden manejar varias categorías, varias líneas de manejo y varias sublíneas. Para efectos del presente estudio, se tomará en cuenta marcas de empresas que fabrican material de distribución de ferretería.

Un ejemplo de lo anterior mencionado, son las empresas que se dedican a la fabricación de material PVC (Clorocloruro de Vinilo). Estas empresas encajan en la categoría master de Baños y Cocinas, Ferretería General, Plomería y Químicos. De la misma manera, estas empresas encajan en las líneas de manejo de Baños y Cocinas, Ferretería, Eléctricos y Plomería; y a su vez, pueden estar en aproximadamente 27 sublíneas de manejo.

### **3.1 Caso de estudio**

Para efectos de la presente investigación, se analizará información de uno de los principales distribuidores de material de ferretería. Los datos serán modificados por efecto de confidencialidad. Tanto la planificación de la demanda como el manejo del inventario será

analizado en base a marcas de proveedores de distribución ferretera y no en base a la clasificación antes mencionada. Debido a que en el mercado ecuatoriano no se encuentra todo el material de distribución de ferretería, las empresas deciden importar para contar con todo el portafolio necesario de ferretería y mejorar sus márgenes de utilidad. Es importante acotar que, si bien una empresa decide importar, no necesariamente dejará de comprar localmente debido a que en una primera instancia puede contar con rupturas de inventario y puede sustituir sus productos con los de una empresa de similares características. Por otro lado, al existir varias marcas de un mismo producto, las empresas pueden decidir comercializar una marca propia de importación y una marca local (compra local por prestigio de las marcas).

En base a la figura 5, se puede evidenciar que las ventas de proveedores locales de la empresa en estudio representan el 72% y de proveedores internacionales el 28%; pero es importante analizar al mismo tiempo la figura 6 que evidencia que la utilidad crece a un 39% de participación en los proveedores internacionales; haciéndolos importantes dentro de la industria.

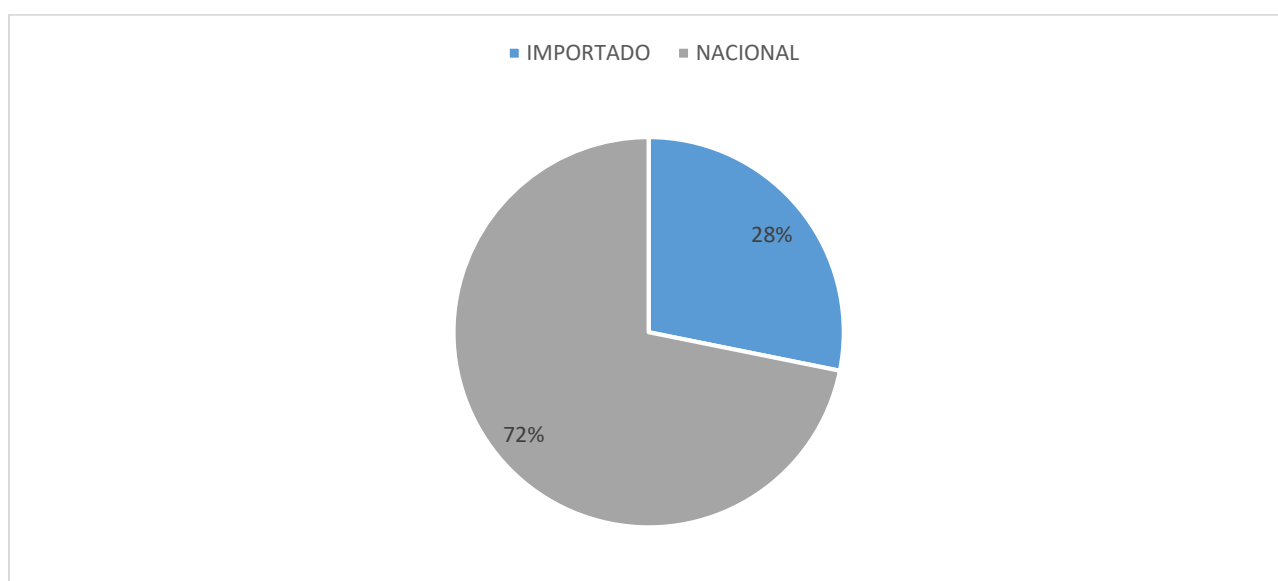


Figura 5. Porcentaje de participación de Ventas Netas



*Figura 6.* Porcentaje de participación de la Utilidad que representan los proveedores de la empresa distribuidora

Del mismo modo, se procede a analizar el porcentaje de las categorías de un distribuidor de material de ferretería. Como se puede evidenciar en la figura 7 y en base a la tabla 8, la importancia de la categoría de ferretería en general es amplia ya que procede de un universo de sublíneas mucho más grande; por consiguiente, es la categoría que complementa a otras categorías, y en la cual el manejo de importaciones es indispensable para ayudar al margen global de ventas.

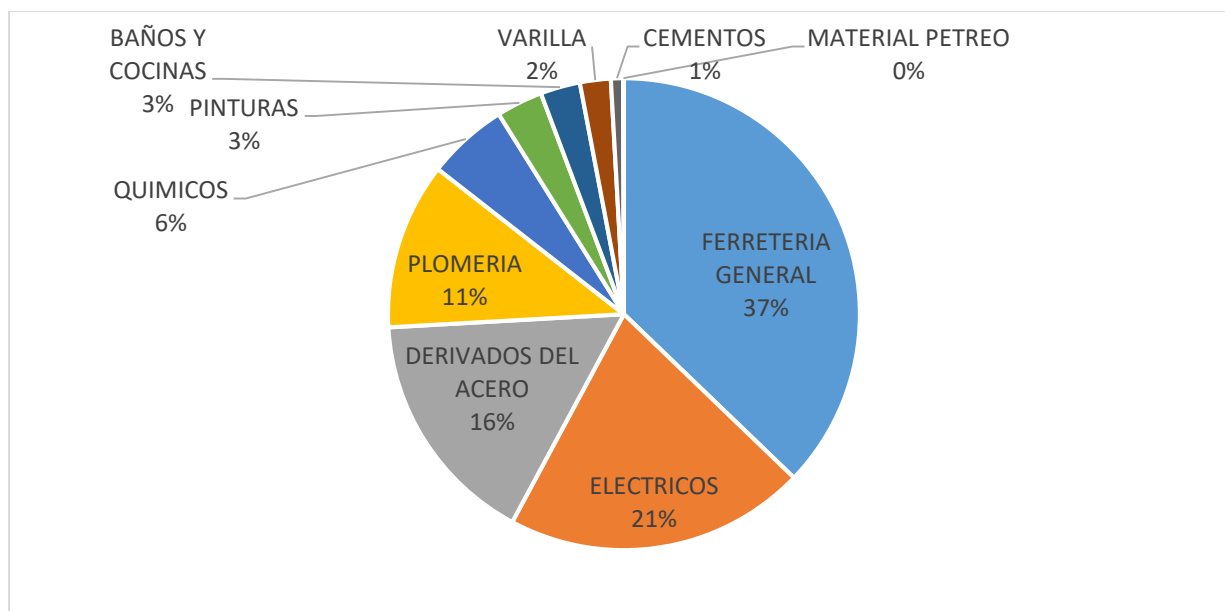
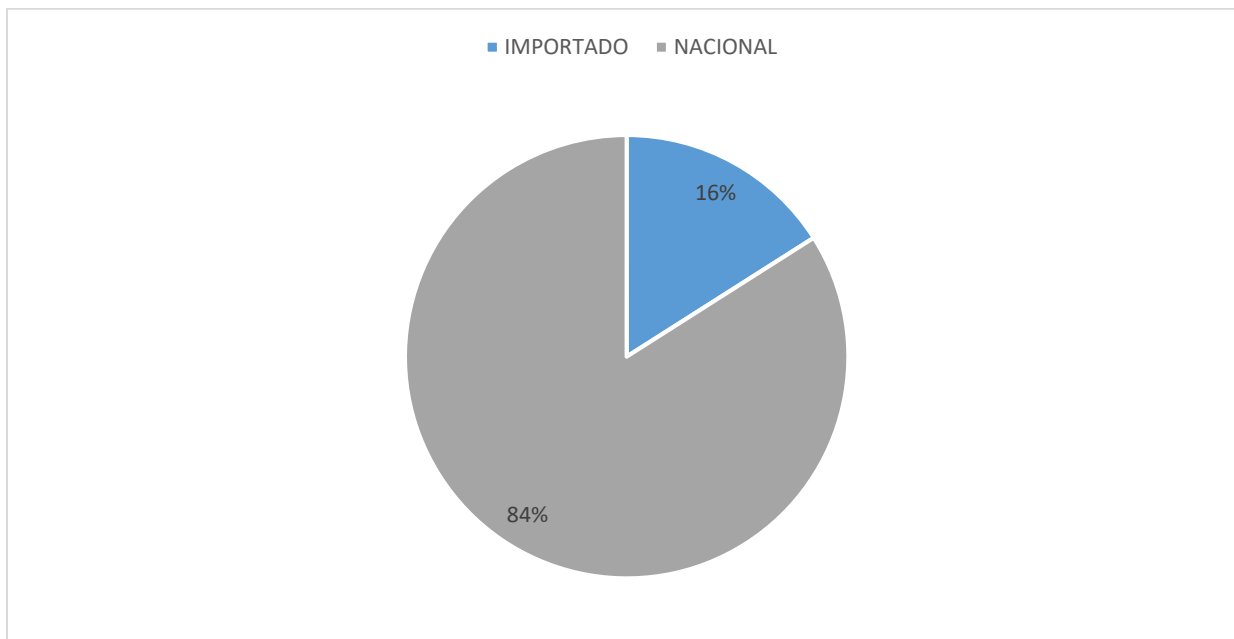


Figura 7. Porcentaje de participación de las Categorías

Las empresas de distribución ferretera suelen contar con gran cantidad de proveedores, en los cuales varios de ellos cuentan con muchas unidades individuales de inventario, y otros pueden contar con una sola unidad individual de inventario en su portafolio de venta. En base a la información proporcionada por la figura 8 el 16% de una base de 344 proveedores venden el 80% de las ventas de la empresa en estudio. Esto hace que el enfoque de la empresa sea dirigido a este grupo de proveedores. Por otro lado, si bien los otros proveedores no representan grandes ventas para la empresa, son fundamentales para complementar la mezcla de productos necesarios en una venta regular de material ferretero. Un ejemplo práctico, dentro de los principales proveedores de material ferretero con alta rotación de producto están los de tubería pvc, cables de cobre, pinturas, entre otros; pero no se encuentran los proveedores de tornillos, pilas, piolas, entre otras; no por ello estos productos no son importantes ya que dentro de la canasta de productos ferreteros son fundamentales debido a que se relacionan unos con otros.



Un comportamiento del cliente ferretero es que suele comprar a las empresas que cuentan con mayor cantidad de portafolio de productos debido a que ahorran tiempo y gasto administrativo al estar comprando a varios distribuidores.



*Figura 8.* Porcentaje de participación de proveedores locales e importados

## 4 Capítulo IV: Presentación y Discusión de Resultados

### 4.1 Datos generales

Para efectos de la planificación de la demanda se utilizará información de un proveedor local y un proveedor internacional. El proveedor local será de material de PVC y el proveedor internacional será de material eléctricos. El proveedor local representa el 9% en la participación de la venta de la empresa y el 6% de utilidad general de la empresa. El proveedor internacional representa el 3% en la participación de la venta de la empresa y el 6% de utilidad general de la empresa.

Mediante el método de clasificación ABC se realizará un análisis de todas las unidades de inventario individual de los proveedores antes mencionados, desde los de más alta rotación (A=80%), media rotación (B=15%) y baja rotación (C=5%). Se procederá analizar bajo cada modelo de planificación de la demanda un producto por cada categoría de cada uno de los proveedores.

La empresa de distribución ferretera en estudio no produce ningún tipo de producto, su giro de negocio es el comercializar al por menor y mayor productos de ferretería. Es importante esta aclaración debido a que para efectos de análisis se considerará inventario de producto terminado; el cual se encuentra listo para su comercialización.

Dentro de los productos que una empresa distribuidora de productos ferreteros comercializa, existen varias líneas que cuentan con una caducidad del producto como lo es el cemento, pinturas, químicos, entre otros. Para efectos de estudio, en las marcas seleccionadas, los productos no cuentan con un tiempo de caducidad.

Por otro lado, la industria ferretería es una de las industrias que su innovación está centralizada en las herramientas eléctricas e iluminación; el resto de categorías cuentan con un nivel bajo de introducción de nuevos productos debido a las características de los productos. Se toma en cuenta esta aclaración debido al ciclo de vida de los productos que se estudiarán, ya que en las dos marcas de manejo estos productos han estado en el mercado por largo tiempo y se encuentra en la madurez de sus productos.

Como se comentó antes, para efectos del trabajo se manejará 3 sku por cada marca de trabajo. Los siguientes productos representan el principal producto de la clasificación ABC que se realizó para cada marca. Se desglosa de la siguiente manera para poder determinar el modelo de pronóstico de la demanda que más se ajusta a la realidad de cada proveedor. La intención es analizar a los productos según su comportamiento y según su importancia; y así poder determinar un solo modelo para de manejo para toda la marca. En el capítulo de Anexos se encuentran los cálculos efectuados para cada uno de los cuadros a continuación.

#### **4.2 Datos de manejo**

- La empresa no incurre en gastos de transporte al momento de la compra. EL proveedor deja los productos en bodega de la empresa distribuidora.
- La empresa cuenta con una bodega satélite en donde almacenaje productos de los 344 proveedores.
- La empresa no tiene determinado el costo de pedido este valor cuenta con varias variables, las cuales la empresa no ha podido determinar su valor hasta llegar al aporte de cada unidad individual de inventario.

- Los valores de almacenaje se acumulan en una cuenta contable pero no son separados debido a lo complejo que supone medir el costo de pedido por unidad. La empresa cuenta con cerca de 30.000 unidades individuales de inventario, y cada proveedor tiene un diferente manejo.
- La empresa no tiene restricción de espacio en bodega.
- La empresa no cuenta con restricción de pagos a proveedores. Un porcentaje alto de proveedores otorgan crédito a la empresa.
- Los mismos operarios que se encuentran en bodega, son utilizados tanto para recepción como despacho de producto.
- La empresa cuenta con un programa informático que alimenta la información de las ventas e inventario diariamente, ayudando a obtener información en tiempo real.

### **4.3 Demanda**

#### **4.3.1 Manejo del proveedor de PVC**

La marca de estudio de PVC es una de las principales marcas de comercialización de este producto en el mercado ecuatoriano. La marca no realiza ventas a consumidores finales, sino realiza su cobertura a través de distribuidores ferreteros. La empresa cuenta con una planta propia de producción en la provincia del Guayas. Los precios de compra de los productos se establecen al inicio del año; y si por algún factor externo deben ser modificados, se notifica al distribuidor con un mes de anticipación. Para la compra no existe restricción de unidades.

El proveedor otorga un plazo de 30 días de crédito según el tipo de distribuidor, lo que beneficia el flujo de caja de la empresa comerciante. Esto, además, ayuda a que no exista un proceso administrativo de pago previo para lo cual el proceso de compra fluye. La empresa distribuidora

ingresa el pedido en la plataforma del proveedor y pasa por un proceso, de verificación de pedido, verificación de cartera (que la empresa este al día con los pagos), verificación de inventario y verificación de unidades de vehículos para el transporte.

Al ser una empresa multinacional, la empresa tiene procesos establecidos y su variación del tiempo de pedido como su nivel de inventario son óptimos. La empresa tiene un periodo de entrega de 5 días hábiles desde que se coloca la orden hasta que el proveedor entrega el pedido en bodega del distribuidor.

La variación de la demanda en esta marca se debe a factores externos de las empresas. Para dar mayor información sobre los factores externos sobre la variación de la demanda podemos detallar los siguientes:

- Comportamiento de los precios en el mercado
- Estrategias de marketing de las empresa.
- Descuentos por volúmenes o ferias.
- Enfoque comercial.
- Negociaciones puntuales con clientes.
- Implementación de proyectos habitacionales o construcciones individuales.

#### **4.3.2 Cálculos de la demanda para los productos de PVC**

Mediante cálculos realizados en las diferentes matrices detalladas desde el Anexo 1 hasta el Anexo 12, a continuación, se presentan los resultados en base a los métodos planteados para la planificación de la demanda para cada producto seleccionado del proveedor de PVC.

Conforme a la información de la tabla 9, se puede evidenciar que el método que mejor se ajusta para el producto M1 es el de promedios móviles debido a la variabilidad de la demanda. Para este caso es aconsejable ir revisando la demanda constantemente debido a la variabilidad de la misma. Como resultado se puede evidenciar que los datos históricos más antiguos no favorecen para el cálculo, y que los más recientes dan un menor error del pronóstico de la demanda.

Tabla 9. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M1*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	25.573	20	-14	4,0
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	34.764	29	-7	11,9
METODO HOLT	23.873	21	-6	7,2
METODO WINTER	33.752	31	-2	17,7

Del mismo modo, para el producto M24 el mejor método de planificación de la demanda fue el de promedios móviles con un MAPE del 27%. Esto demuestra que los datos históricos no son útiles para un pronóstico correcto, y que los datos recientes pueden ofrecer mejor información para realizar una planificación. Al ser un producto de mediada rotación, tiene sentido el ir controlando la demanda según el modelo de promedios móviles.

Tabla 10. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M24*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	1.114	27	-7	3,0
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	1.263	32	-4	4,5
METODO HOLT	1.301	40	-4	2,2
METODO WINTER	1.605	47	-1	12,5

Por otro lado, la tabla 11 muestra que para el producto M68 que representa el principal producto de la categoría C, el mejor método de pronóstico de la demanda es el método de Holt y Winter, ya que utiliza la estacionalidad, tendencia y el nivel para pronosticar. El inconveniente es que para este producto la variación es muy elevada y hace que ningún modelo se ajuste a este producto por la calidad de la información.

Tabla 11. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto M68*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	408	77	-12	1,8
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	403	65	-8	11,0
METODO HOLT	341	69	-6	7,9
METODO WINTER	330	69	-4	12,5

Como resultado del proveedor de PVC de fabricación nacional y lead time estable, se manejará todo el proveedor a través del modelo de promedios móviles ya que la venta se centra en los productos de A y B de la clasificación antes mencionada.

### 4.3.3 Manejo del proveedor de Material Eléctrico

La marca de material eléctrico, es una de las principales marcas posicionadas en la región Sierra del país. Esta marca solo tiene la distribución exclusiva por parte de la marca internacional dos empresas, una distribuidora, y con venta en sus propios locales. Esto hace que estas dos empresas sean las únicas autorizadas para poder importar dentro del país. Las importaciones de estos productos vienen desde China y tienen un lead time aproximado desde que se coloca la orden hasta que llega a bodega de 115 días calendario (promedio).

Actualmente el pronóstico de la demanda se realiza con el criterio del comprador, y la revisión de inventario sirve para identificando faltantes y próximo a agotarse. El manejo de compra se realiza de la siguiente manera:

- Se envía una orden de compra al proveedor con los productos y cantidades requeridas.
- El proveedor cubica en contenedores, y notifica exceso o faltantes de unidades para cerrar contenedores. (solo se puede importar contenedores llenos)
- El comprador modifica la orden.
- La negociación es Franco a Bordo en sus siglas en ingles FOB (Free on board). Se procede con el pago de 30% como parte del anticipo y el 70% restante una vez que se embarque y se cuente con documentos de transporte internacional.

Para la presente marca no existe una gran variación en el mercado debido a que es una marca posicionada y solo existe un solo competidor que no cuenta con el mismo enfoque de venta en el mercado.

#### **4.3.4 Cálculos de la planificación demanda para los productos de Material eléctrico**

Mediante cálculos realizados en las diferentes matrices detalladas desde el Anexo 13 hasta el Anexo 24, se presentan los resultados para el proveedor internacional de material eléctrico.

Conforme a la información de la tabla 12, se puede evidenciar que el método que mejor se ajusta para el producto V1 es el de promedios móviles. Es evidente que para este producto hay una gran diferencia de 7 puntos porcentuales entre el promedio móvil y los otros métodos. Si bien la demanda ha venido evolucionando, los datos de los últimos meses reflejan un mejor comportamiento de la demanda futura.



Tabla 12. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V1*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	14.868	17	-9	4,0
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	19.780	24	-4	4,1
METODO HOLT	19.549	24	-3	2,3
METODO WINTER	21.489	27	-2	9,3

Por otro lado, para el producto V5 que representa el producto principal de la categoría B, el comportamiento de los modelos es muy similar, dejando a elección cualquier modelo de manejo. EL comportamiento que se observa en la Tabla 13 ha sido más inestable que el producto V1, por lo que en este producto se debe seguir analizando para tener una idea más clara conforme avancen los periodos de demanda.

Tabla 13. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V5*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	1.431	30	-6	3,0
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	1.543	29	-3	2,6
METODO HOLT	1.577	29	-3	2,1
METODO WINTER	1.477	29	-2	4,9

Para el producto V13 que representa el producto de mayor rotación en la clasificación C, el modelo Winter representa el que más se ajusta seguido por el modelo de promedios móviles. Según datos de la tabla 14 y Anexo 24, el utilizar el nivel, tendencia y estacional para este producto hace que el modelo Winter se ajuste más para la planificación de la demanda. Al ser un producto de baja rotación, la elección del modelo no significará un gran impacto ya que representa el 1% de las ventas de la marca.

Tabla 14. *Comparativo de Métodos de planificación de la demanda para el producto V13*

MÉTODO DE PRONÓSTICO	MAD	MAPE %	TS MIN	TS MAX
PROMEDIOS MOVILES	275	30	3	9,6
SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE	440	37	-4	3,5
METODO HOLT	468	42	-2	11,7
METODO WINTER	375	28	-12	-1,0

Al igual que en el proveedor de PVC, el producto V1 representa el 48% de las ventas de la marca, lo cual hace que el comportamiento del mismo sea aplicable para el resto. Si bien los otros productos son complementarios, el producto V1 hace que sea de principal análisis para determinar la demanda ya que el comportamiento del mismo puede ocasionar una mayor o menor demanda del resto de los productos.

#### 4.4 Inventarios

##### 4.4.1 Información de la empresa

A continuación, se detalla información sobre el manejo de inventarios actual de la empresa en estudio.

- La empresa cuenta con una política de inventario de 7 días de stock de seguridad de los productos de proveedores nacionales.
- La empresa cuenta con una política de inventario de 90 días de inventario de seguridad de los productos de proveedores internacionales.
- Todo producto que ingresa es revisado antes de su ingreso a bodega. Para el manejo local cada producto que arriba a bodega en mal estado es devuelto al proveedor. Por otra parte, para productos importados se realiza el reclamo al proveedor internacional, generando una nota de crédito y ajuste contable.

- La empresa realiza una vez al año un inventario físico de todas las unidades. Si existen faltantes se realiza el ajuste contable una vez finalizado el inventario.
- Bodega recibe producto desde el día lunes a viernes en horarios de 7:00 a 12:00 horas.
- Las personas de recepción del inventario deben realizar el cruce de lo entregado por el proveedor versus lo emitido en la factura.

#### **4.4.2 Cálculos de inventario**

Para el cálculo del inventario se han considerado varias variables para poder construir un modelo funcional, no complejo y de fácil entendimiento. La intención es desarrollar un modelo que se adapte a la realidad de la industria por lo dinámica de la misma y puede ser utilizado como herramienta para cualquier tipo de ferretería. Los datos utilizados serán los descritos de cada uno de los proveedores detallados en la parte superior.

En base a la bibliografía revisada en otros capítulos, los diferentes modelos para el manejo de inventarios establecen varias variables a considerar para su cálculo. En base al comportamiento del mercado ferretero, el modelo que ajusta a este tipo de industria es el de Revisión Continua. Este modelo considera la variabilidad de la demanda con un factor fundamental, haciendo que constantemente se revise los inventarios y no periódicamente. A diferencia de otras industrias, como se pudo detallar en el capítulo de la demanda, los factores que afectan a la demanda son muy ajenos a la empresa. Al ser una industria tradicional, el asesor comercial se acerca al cliente para tomar el pedido; pero si otro competidor ofrece al cliente un descuento o beneficio, la venta se traslada a ese competidor. La fidelidad del cliente en la industria ferretera es muy baja ya que no depende del gusto del ferretero sino de los beneficios que los proveedores de ferretería ofrezcan al mercado.

La empresa al momento de registro de los datos no contaba con un registro de venta perdida, lo que no permite visualizar el nivel de satisfacción del cliente. Por otro lado, no realizaba una clasificación de los productos, otorgándoles la misma importancia a cada uno. Del mismo modo, el manejo del inventario es de forma empírica y no se tiene considerado un nivel de servicio por unidad individual de inventario. Actualmente la empresa tiene una política de inventarios de 15 días de inventario total para los productos nacionales (22 días de trabajo al mes) y de 120 días para los productos internacionales (días calendario).

Para efectos del presente estudio se considerarán los siguientes datos:

1. Se considera el método de planificación de la demanda de promedios móviles de los últimos 6 meses.
2. Se clasificará los productos bajo el método de clasificación ABC, en donde los productos A representaran el 80% de las ventas en unidades, los productos B el 15% y los productos C el 5%.
3. Debido a la inexistencia de restricciones de volumen de compra y pagos. Según la clasificación ABC se otorga un nivel de servicio diferente. A los productos A se otorgará un nivel de servicio del 98%, a los B un 90% y a los C un 85%.

#### **4.4.3 Modelo de Inventarios PVC**

La empresa actualmente ha definido de manera empírica el manejo donde plantean contar con 15 días de inventario los productos nacionales. A la empresa trabajar en promedio 22 días al mes, contar con 15 días significa  $(15/22*100)$  cubrir 68% de la demanda mensual, realizando 1,46 pedidos al mes. Con la propuesta presentada y considerando los datos antes mencionados, se presentan los siguientes resultados en la Tabla 15; en donde se puede observar que para el

producto M1, el cual tiene la mayor rotación, con un nivel de servicio del 98% y un lead time de 5 días, el punto de reorden es al 6,1 día (incluido el stock de seguridad). Lo que, si restamos los 15 días manejados anteriormente, la empresa ha estado manejando 8,9 como inventario para la venta. Se plantea un modelo en donde la empresa solo cuente con 7 días de inventario después del punto de reorden dando una disminución en unidades del producto de 14.488 y de 4520 dólares.

Del mismo modo el producto de la clasificación B con un nivel de servicio del 90%, la disminución de cantidades es de las 531 unidades y de 3.527 dólares. Para el producto C con un nivel de servicio es del 85% la disminución de unidades es de 126 unidades, representando 30 dólares menos.

Si se aplica el modelo a todos los productos de la marca (164 unidades individuales de inventario) y bajo la clasificación ABC, la disminución es de 68.83 unidades y 88.151 en dólares. Los pesos otorgados para nivel de servicio a cada producto se deducen de la importancia que tiene la variabilidad de la demanda, y del fortalecer el nivel de servicio para contar con el stock necesario y atender cualquier demanda insatisfecha. Una ruptura en el de inventario en los productos de la clasificación A, puede desencadenar la pérdida de venta de las unidades individuales de inventario, ocasionando mayor error en el pronóstico. A mayor nivel de servicio, mayor inventario de seguridad.

#### **4.4.4 Modelo de Inventarios Material Eléctrico**

La empresa actualmente ha definido de manera empírica el manejo del inventario y bajo a la experiencia de los compradores ha planteado contar con 150 días de inventario los productos internacionales (incluye stock de seguridad, punto de reorden y punto máximo de inventario). El

manejo internacional difiere mucho de del manejo local debido a los periodos grandes que existen en los tiempos desde que se coloca la orden hasta que el pedido llega a bodega. En este caso se considera días calendario debido a que los tránsitos son corridos en el mes.

Con la propuesta presentada y considerando los datos antes mencionados, se presentan los siguientes resultados en la Tabla 16; en donde se puede observar que para el producto V1 el cual tiene la mayor rotación, con un nivel de servicio del 98% y un lead time de 110 días, el punto de reorden es al 113,9 día (incluido el stock de seguridad). Lo que, si restamos los 150 días manejados anteriormente, la empresa ha estado manejando 36,1 de inventario para la venta. Se plantea un modelo en donde la empresa solo cuente con 15 días de inventario después del punto de reorden dando una disminución en unidades del producto de 93.854 y de 105.405 dólares. Del mismo modo el producto de la clasificación B V5 con un nivel de servicio del 90%, la disminución de cantidades es de las 6.427 unidades y de 5.820 dólares. Para el producto V13 ubicado en la clasificación C con un nivel de servicio es del 85% la disminución de unidades es de 1.019 unidades, representando 1.256 dólares menos.

Si se aplica el modelo a todos los productos de la marca de material eléctrico (52 productos) y bajo la clasificación ABC, la disminución es de 180.109 unidades y 193.961 en dólares.

Del mismo modo que el proveedor de PVC, se plantea un modelo basado en la importancia de la clasificación ABC de los productos. Para este proveedor 4 unidades individuales de inventario representan el 80% de unidades de venta, lo que hace fundamental que el nivel de servicio sea alto. Cualquier incremento de nivel de servicio podría inflar el inventario y cualquier disminución del mismo podría afectar el error del pronóstico.

Tabla 15. Manejo de Inventario para el proveedor de PVC

CODIGO	UNIDAD	CLASIFICACION ABC	NIVEL DE SERVICIO	LEAD TIME	COSTO	PRONOSTICO DE LA DEMANDA PROMEDIOS MOVILES	DEMANDA DIARIA	DESVIACION MENSUAL	STOCK DE SEGURIDAD	DIAS DE STOCK DE SEGURIDAD	PUNTO DE REORDEN	DIAS DE INVVENTARIO	POLITICA ACTUAL DE INVENTARIO DIAS	INVENTARIO MAXIMO DESDPUES DEL PUNTO DE REORDEN	MENOR UNIDADES	COSTO MENOR DE COMPRA
M1	Unidad	A	98%	5	0,31	164.981	7.500	38.381	8.012	1,1	45.512	6,1	15	7	14.488	4.520
M24	Unidad	B	90%	5	6,64	5.330	243	1.513	197	0,8	1.413	5,8	15	7	531	3.527
M68	Unidad	C	85%	5	0,24	1.610	74	906	95	1,3	466	6,3	15	7	126	30

Tabla 16. Manejo de Inventario para el proveedor de Material Eléctrico

CODIGO	UNIDAD	CLASIFICACION ABC	NIVEL DE SERVICIO	LEAD TIME	COSTO	PRONOSTICO DE LA DEMANDA PROMEDIOS MOVILES	DEMANDA DIARIA	DESVIACION MENSUAL	STOCK ACTUAL	TRANSITO	STOCK DE SEGURIDAD	DIAS DE STOCK DE SEGURIDAD	PUNTO DE REORDEN	DIAS DE INVVENTARIO	POLITICA ACTUAL DE INVENTARIO DIAS	INVENTARIO MAXIMO DESDPUES DEL PUNTO DE REORDEN	MENOR UNIDADES	COSTO MENOR DE COMPRA
V1	Unidad	A	98%	110	1,12	97.784	4.445	17.639	0	0	17.270	3,9	506.221	113,9	150	15	93.854	105.405
V5	Unidad	B	90%	110	0,91	6.786	309	2.124	0	0	1.297	4,2	35.288	114,2	150	15	6.427	5.820
V13	Unidad	C	85%	110	1,23	1.023	47	314	0	0	155	3,3	5.326	113,3	150	15	1.019	1.256

## 5 Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

1. Se analizó la situación actual de la industria, tras lo cual se encontró que el manejo de su planificación de la demanda e inventario se ve influenciada por factores externos de las empresas comercializadoras; y que para la correcta planificación es necesario métodos cualitativos que influyan en la toma de decisiones.
2. Se encontraron estudio similar sobre el manejo de inventario de ferreterías de venta directa al consumidor, pero no de distribuidores de ferretería; los cuales manejan de manera diferente los inventarios debido al volumen del mismo. De mismo modo, los estudios encontrados manejan el inventario de forma contable, asumiendo costos que según lo expuesto son complejos de determinar. Por tanto, se comparó con estudios similares de otras industrias en donde el factor influyente es la variación de la demanda. Mayor detalle de este análisis se encuentra en la parte de planificación de la demanda e inventarios de la tesis.
3. Conforme a la información del Capítulo III y IV, se determinó que toda marca cuenta con diversos tipos de unidades individuales de inventario y que no se puede generalizar los modelos para productos nacionales e importados. La diferencia de las variables que cuenta cada manejo hace que sea importante estudiar a estos productos de diferente manera.
4. Conforme a los resultados del estudio, no se puede determinar un modelo en específico debido a la complejidad de las variables que cuenta la industria; pero se puede determinar que, si no se cuenta con suficientes datos históricos, se deben tomar los datos más recientes para crear escenarios más reales.



## Recomendaciones

- La empresa al contar con un comportamiento de la demanda variable, no es posible desarrollar modelos estándar que generalice una conducta para todos los productos y marcas. El desarrollo de un sistema informático que integren a la empresa, proveedor y cliente ayudará a realizar un análisis más exhaustivo de la industria.
- Para mejorar los modelos tanto de planificación de la demanda como de inventarios, es preciso contar con información de otras áreas de la cadena de suministros (logística, marketing, ventas, entre otras) que ayude a complementar con los recursos para crear modelos más asertivos; en donde la información cualitativa tenga un peso relevante al momento de simular y analizar escenarios.
- Si bien se han planteado modelos, estos sirven como base para la automatización para el análisis de la demanda e inventario con sistemas informáticos gratis como R o sistemas pagados de Microsoft, u otros. La intención del presente estudio es conocer la base de la información desde el proveedor hasta el comportamiento de la demanda, para una posterior digitalización.
- Se consideró dos proveedores en el estudio, pero se debería analizar por lo menos el 20% de los principales proveedores de la empresa, para recabar mayor información de los modelos estudiados y así encontrar variables de comportamiento similares. Esta información sería de gran ayuda para otorgar recomendaciones más específicas y así lograr estudiar a mayor profundidad una industria compleja por la alta cantidad de información cualitativa.
- La implementación de un mapeo financiero ayudará en posteriores estudios a poder lograr analizar modelos de inventario que consideran más variables económicas y que

arrojan información fundamental para la toma de decisión. Al ser una industria que cuentan con gran cantidad de unidades individuales de inventario tanto nacionales como importadas, hace que sea necesario determinar costos y gastos incurridos de cada producto para lograr modelos de inventarios más detallados.

- Realizar una prueba de escenarios modificando las varias que afectan la demanda e inventarios podrían ofrecer modelos analíticos más estables, los cuales se podrían analizar con sistemas informáticos debido a la gran cantidad de datos y escenarios que se cuenta.

## 6 Referencias

- APICS. (2018). *Demand Management*.
- Arenal, C. (2020). *Gestión de Inventarios*. Milán : Tutor Información.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. New Jersey: Pearson. Obtenido de [https://base-logistique-services.com/storage/app/media/Chopra\\_Meindl\\_SCM.pdf](https://base-logistique-services.com/storage/app/media/Chopra_Meindl_SCM.pdf)
- Cobus Ecuador. (2021). [www.cobusecuador.ec](http://www.cobusecuador.ec).
- Cruz, A. (2017). *Gestión de Inventarios*. Andalucía: IC Editorial.
- Cruz, A. (2017). *Gestión de Inventarios*. Málaga: IC Editorial.
- García, J., & Manuel, C. (2004). *Gestión de Stocks de Demanda Independiente* . Valencia: Editorial de la UPV .
- Hugos, M. (2018). *Essentials of supply Chain Managment* . Wiley Editor.
- London Metal Exchange. (2021). [www.lme.com](http://www.lme.com). Obtenido de <https://www.lme.com/>
- Ming, H. (2011). *Inventory System*. New York: Novinka.
- Santos, D. d. (1995). *Compras e Inventario*. Madrid, España: Santos.
- SUPERCIAS. (2021). <https://appscvs.supercias.gob.ec/rankingCias/rankingCias.zul?id=S&t>
- Waller, M., & Esper, T. (2017). *Administración de Inventarios*. Pearson.

## 7 Anexos

## Anexo 1 Promedios Móviles M1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	90.587									
2	83.898									
3	78.566									
4	76.026									
5	87.729									
6	86.871	83.946								
7	70.823	80.652	83.946	13.124	13123,5	57408750,75	4.375	19	19	3,00
8	74.070	79.014	80.652	6.582	6581,7	53886256,79	4.926	9	14	4,00
9	98.612	82.355	79.014	-19.597	19597,45	119921014,7	7.861	20	16	0,01
10	82.785	83.482	82.355	-430	429,95	99964988,44	6.622	1	12	-0,05
11	81.909	82.512	83.482	1.573	1572,55	86037549,16	5.901	2	10	0,21
12	84.107	82.051	82.512	-1.595	1594,95	75600838,71	5.363	2	9	-0,06
13	134.138	92.603	82.051	-52.087	52086,7	368647891,8	10.554	39	13	-4,97
14	129.036	101.764	92.603	-36.433	36432,7	464517265,6	13.142	28	15	-6,76
15	130.784	107.126	101.764	-29.019	29019,25	498844502,4	14.585	22	16	-8,08
16	134.529	115.750	107.126	-27.403	27402,75	519850019,5	15.653	20	16	-9,28
17	214.046	137.773	115.750	-98.295	98295,25	1223088954	22.011	46	19	-11,07
18	174.510	152.840	137.773	-36.737	36736,7	1232124395	23.062	21	19	-12,15
19	213.335	166.040	152.840	-60.494	60494,3	1393953458	25.558	28	20	-13,33
20	173.801	173.500	166.040	-7.761	7760,8	1310595743	24.446	4	19	-14,26
21	153.597	177.303	173.500	19.903	19903,45	1256804659	24.178	13	18	-13,59
22	161.169	181.743	177.303	16.134	16133,7	1201443082	23.731	10	18	-13,17
23	188.286	177.449	181.743	-6.543	6543,3	1140462645	22.827	3	17	-13,98
24	99.695	164.980	177.449	77.755	77754,95	1385731125	25.573	78	20	-9,44
25	164.980	156.921	164.980							
26	156.921	154.108	156.921							
27	154.108	154.193	154.108							
28	154.193	153.031	154.193							
29	153.031	147.155	153.031							
30	147.155	155.065	147.155							

## Anexo 2 Suavización Exponencial Simple M1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		120.954								
1	90.587	117.918	120.954	30.368	30.368	922.204.036	30.368	34	34	1,00
2	83.898	114.516	117.918	34.020	34.020	1.039.766.271	32.194	41	37	2,00
3	78.566	110.921	114.516	35.950	35.950	1.123.980.220	33.446	46	40	3,00
4	76.026	107.431	110.921	34.895	34.895	1.147.392.924	33.808	46	41	4,00
5	87.729	105.461	107.431	19.702	19.702	995.548.993	30.987	22	38	5,00
6	86.871	103.602	105.461	18.590	18.590	887.221.570	28.921	21	35	6,00
7	70.823	100.324	103.602	32.779	32.779	913.974.179	29.472	46	37	7,00
8	74.070	97.699	100.324	26.254	26.254	885.884.309	29.070	35	36	8,00
9	98.612	97.790	97.699	-913	913	787.545.317	25.941	1	32	8,93
10	82.785	96.289	97.790	15.005	15.005	731.305.467	24.847	18	31	9,93
11	81.909	94.851	96.289	14.380	14.380	683.622.790	23.896	18	30	10,92
12	84.107	93.777	94.851	10.745	10.745	636.275.232	22.800	13	28	11,92
13	134.138	97.813	93.777	-40.361	40.361	712.637.128	24.151	30	29	9,58
14	129.036	100.935	97.813	-31.223	31.223	731.368.726	24.656	24	28	8,12
15	130.784	103.920	100.935	-29.848	29.848	742.005.365	25.002	23	28	6,81
16	134.529	106.981	103.920	-30.609	30.609	754.186.688	25.353	23	28	5,51
17	214.046	117.687	106.981	-107.065	107.065	1.384.105.995	30.159	50	29	1,08
18	174.510	123.370	117.687	-56.822	56.822	1.486.587.428	31.640	33	29	-0,76
19	213.335	132.366	123.370	-89.965	89.965	1.834.328.880	34.710	42	30	-3,29
20	173.801	136.510	132.366	-41.434	41.434	1.828.452.782	35.046	24	29	-4,44
21	153.597	138.218	136.510	-17.087	17.087	1.755.287.427	34.191	11	29	-5,05
22	161.169	140.513	138.218	-22.951	22.951	1.699.444.095	33.680	14	28	-5,81
23	188.286	145.291	140.513	-47.773	47.773	1.724.782.317	34.293	25	28	-7,10
24	99.695	140.731	145.291	45.596	45.596	1.739.541.728	34.764	46	29	-5,69
25		126.658	140.731							
26		113.992	126.658							
27		102.593	113.992							
28		92.334	102.593							
29		83.100	92.334							
30		74.790	83.100							

## Anexo 3 Método Holt's M1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL Lt	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		59.497	4.917								
1	90.587	67.031	5.440	64.414	-26.173	26.173	685.020.694	26.173	29	29	-1,00
2	83.898	73.614	5.669	72.471	-11.427	11.427	407.799.106	18.800	14	21	-2,00
3	78.566	79.211	5.654	79.282	717	717	272.037.315	12.772	1	14	-2,89
4	76.026	83.981	5.477	84.865	8.839	8.839	223.559.264	11.789	12	14	-2,38
5	87.729	89.285	5.443	89.458	1.729	1.729	179.445.607	9.777	2	11	-2,69
6	86.871	93.943	5.286	94.728	7.857	7.857	159.827.789	9.457	9	11	-1,95
7	70.823	96.388	4.718	99.228	28.406	28.406	252.266.053	12.164	40	15	0,82
8	74.070	98.402	4.177	101.105	27.035	27.035	312.095.212	14.023	36	18	2,64
9	98.612	102.182	4.098	102.579	3.967	3.967	279.166.853	12.906	4	16	3,17
10	82.785	103.930	3.628	106.280	23.495	23.495	306.450.305	13.965	28	18	4,61
11	81.909	104.993	3.115	107.558	25.649	25.649	338.397.315	15.027	31	19	6,00
12	84.107	105.708	2.635	108.108	24.001	24.001	358.202.510	15.775	29	20	7,23
13	134.138	110.922	3.151	108.342	-25.795	25.795	381.832.486	16.545	19	20	5,34
14	129.036	115.569	3.450	114.072	-14.964	14.964	370.552.237	16.432	12	19	4,46
15	130.784	120.195	3.685	119.019	-11.765	11.765	355.076.233	16.121	9	18	3,82
16	134.529	124.945	3.898	123.880	-10.649	10.649	339.971.178	15.779	8	18	3,23
17	214.046	137.364	5.602	128.843	-85.202	85.202	746.997.491	19.863	40	19	-1,73
18	174.510	146.120	6.233	142.966	-31.544	31.544	760.776.818	20.512	18	19	-3,21
19	213.335	158.451	7.453	152.353	-60.981	60.981	916.458.391	22.642	29	19	-5,60
20	173.801	166.694	7.611	165.904	-7.897	7.897	873.753.241	21.905	5	19	-6,15
21	153.597	172.234	7.196	174.304	20.707	20.707	852.564.478	21.848	13	18	-5,22
22	161.169	177.604	6.831	179.430	18.261	18.261	828.968.964	21.685	11	18	-4,41
23	188.286	184.820	6.908	184.435	-3.851	3.851	793.571.584	20.909	2	17	-4,76
24	99.695	182.525	5.068	191.728	92.034	92.034	1.113.433.354	23.873	92	21	-0,32
25				187.593							
26				192.660							
27				197.728							
28				202.795							
29				207.863							
30				212.931							

## Anexo 4 Método Winter M1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL Lt	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		58.115	7.236									
1	90.587	66.805	7.381	1,13	74.094	-16.492	16.492	271.990.402	16.492	18	18	-1,00
2	83.898	75.306	7.605	0,98	74.187	-9.711	9.711	183.148.336	13.102	12	15	-2,00
3	78.566	83.503	7.724	0,88	82.912	4.346	4.346	128.394.996	10.183	6	12	-2,15
4	76.026	91.336	7.745	0,82	91.226	15.200	15.200	154.058.715	11.437	20	14	-0,58
5	87.729	97.481	7.425	1,06	99.082	11.353	11.353	149.023.599	11.420	13	14	0,41
6	86.871	104.165	7.277	0,89	104.906	18.035	18.035	178.396.271	12.523	21	15	1,82
7	70.823	108.430	6.675	0,87	111.442	40.619	40.619	388.615.020	16.537	57	21	3,83
8	74.070	113.500	6.354	0,75	115.104	41.034	41.034	550.510.723	19.599	55	25	5,33
9	98.612	120.748	6.533	0,77	119.854	21.243	21.243	539.481.418	19.781	22	25	6,35
10	82.785	126.583	6.393	0,69	127.280	44.495	44.495	683.516.289	22.253	54	28	7,64
11	81.909	131.108	6.019	0,72	132.977	51.068	51.068	858.461.051	24.872	62	31	8,89
12	84.107	140.063	6.607	0,51	137.128	53.021	53.021	1.021.193.076	27.218	63	34	10,07
13	134.138	143.606	5.994	1,16	146.670	12.532	12.532	954.721.118	26.088	9	32	10,99
14	129.036	147.599	5.594	1,00	149.600	20.564	20.564	916.732.795	25.694	16	31	11,96
15	130.784	152.565	5.468	0,89	153.192	22.409	22.409	889.093.610	25.475	17	30	12,94
16	134.529	158.550	5.571	0,82	158.033	23.504	23.504	868.054.104	25.352	17	29	13,93
17	214.046	168.281	6.403	1,04	164.121	-49.925	49.925	963.607.594	26.797	23	29	11,32
18	174.510	176.927	6.852	0,89	174.685	175	175	910.075.539	25.318	0	27	11,99
19	213.335	190.525	8.201	0,85	183.779	-29.555	29.555	908.150.867	25.541	14	26	10,72
20	173.801	202.398	8.935	0,74	198.726	24.926	24.926	893.807.823	25.510	14	26	11,71
21	153.597	210.128	8.694	0,77	211.333	57.736	57.736	1.009.982.865	27.045	38	26	13,18
22	161.169	220.479	9.026	0,68	218.822	57.653	57.653	1.115.159.505	28.436	36	27	14,57
23	188.286	233.168	9.758	0,71	229.505	41.219	41.219	1.140.544.530	28.992	22	26	15,71
24	99.695	238.003	8.774	0,51	242.927	143.232	143.232	1.947.835.351	33.752	144	31	17,74
25					279.793							
26					242.489							
27					218.275							
28					203.211							
29					260.611							
30					219.887							

## Anexo 5 Promedios Móviles M24

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	6.864									
2	1.074									
3	5.121									
4	5.262									
5	4.664									
6	3.738	4.454								
7	3.239	3.850	4.454	1.215	1215,28	492301,8261	405	38	38	3,00
8	4.374	4.400	3.850	-524	524,47	437993,5648	435	12	25	1,59
9	7.683	4.827	4.400	-3.284	3283,5	2506669,302	1.005	43	31	-2,58
10	2.891	4.431	4.827	1.936	1936	2713573,752	1.160	67	40	-0,57
11	6.234	4.693	4.431	-1.803	1802,75	2790192,867	1.252	29	38	-1,96
12	4.274	4.782	4.693	420	419,5	2463416,29	1.148	10	33	-1,78
13	5.010	5.078	4.782	-228	227,75	2195466,709	1.045	5	29	-2,17
14	5.817	5.318	5.078	-740	739,5	2030606,063	1.015	13	27	-2,96
15	5.882	5.018	5.318	-564	563,5	1874872,08	974	10	25	-3,67
16	5.715	5.489	5.018	-697	697,25	1759145,871	951	12	24	-4,49
17	9.485	6.030	5.489	-3.996	3996	2852135,881	1.185	42	25	-6,97
18	5.168	6.179	6.030	863	862,75	2701578,858	1.162	17	25	-6,37
19	5.453	6.253	6.179	727	726,75	2556684,638	1.133	13	24	-5,89
20	6.347	6.341	6.253	-94	93,5	2397438,239	1.068	1	22	-6,34
21	5.312	6.246	6.341	1.030	1029,75	2318788,052	1.066	19	22	-5,38
22	6.554	6.386	6.246	-307	307,25	2195211,08	1.024	5	21	-5,91
23	5.910	5.790	6.386	476	476	2091598,708	995	8	20	-5,60
24	2.405	5.330	5.790	3.386	3385,75	2560183,925	1.114	141	27	-1,96
25	5.330	5.309	5.330							
26	5.309	5.136	5.309							
27	5.136	5.107	5.136							
28	5.107	4.866	5.107							
29	4.866	4.692	4.866							
30	4.692	5.074	4.692							

## Anexo 6 Suavización Exponencial Simple M24

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		5.186								
1	6.864	5.354	5.186	-1.678	1.678	2.814.820	1.678	24	24	-1,00
2	1.074	4.926	5.354	4.280	4.280	10.565.975	2.979	398	211	0,87
3	5.121	4.946	4.926	-195	195	7.056.653	2.051	4	142	1,17
4	5.262	4.977	4.946	-316	316	5.317.526	1.617	6	108	1,29
5	4.664	4.946	4.977	314	314	4.273.701	1.357	7	88	1,77
6	3.738	4.825	4.946	1.208	1.208	3.804.555	1.332	32	79	2,71
7	3.239	4.666	4.825	1.587	1.587	3.620.633	1.368	49	74	3,80
8	4.374	4.637	4.666	292	292	3.178.740	1.234	7	66	4,45
9	7.683	4.942	4.637	-3.046	3.046	3.856.350	1.435	40	63	1,70
10	2.891	4.737	4.942	2.051	2.051	3.891.470	1.497	71	64	3,00
11	6.234	4.886	4.737	-1.497	1.497	3.741.535	1.497	24	60	2,00
12	4.274	4.825	4.886	613	613	3.461.039	1.423	14	56	2,54
13	5.010	4.844	4.825	-185	185	3.197.436	1.328	4	52	2,58
14	5.817	4.941	4.844	-973	973	3.036.733	1.303	17	50	1,88
15	5.882	5.035	4.941	-941	941	2.893.266	1.278	16	48	1,18
16	5.715	5.103	5.035	-680	680	2.741.340	1.241	12	45	0,67
17	9.485	5.541	5.103	-4.382	4.382	3.709.370	1.426	46	45	-2,49
18	5.168	5.504	5.541	374	374	3.511.049	1.367	7	43	-2,32
19	5.453	5.499	5.504	51	51	3.326.395	1.298	1	41	-2,41
20	6.347	5.583	5.499	-848	848	3.196.020	1.276	13	40	-3,11
21	5.312	5.556	5.583	272	272	3.047.349	1.228	5	38	-3,01
22	6.554	5.656	5.556	-997	997	2.954.041	1.217	15	37	-3,86
23	5.910	5.681	5.656	-254	254	2.828.410	1.175	4	36	-4,21
24	2.405	5.354	5.681	3.277	3.277	3.157.968	1.263	136	40	-1,33
25		4.818	5.354							
26		4.336	4.818							
27		3.903	4.336							
28		3.513	3.903							
29		3.161	3.513							
30		2.845	3.161							

## Anexo 7 Método Holt's M24

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		4.412	62								
1	6.864	4.713	110	4.474	-2.390	2.390	5.712.401	2.390	35	35	-1,00
2	1.074	4.448	35	4.823	3.749	3.749	9.881.833	3.069	349	192	0,44
3	5.121	4.546	48	4.483	-638	638	6.723.740	2.259	12	132	0,32
4	5.262	4.661	61	4.594	-668	668	5.154.369	1.861	13	102	0,03
5	4.664	4.716	60	4.722	58	58	4.124.172	1.501	1	82	0,07
6	3.738	4.672	39	4.776	1.038	1.038	3.616.243	1.423	28	73	0,81
7	3.239	4.564	10	4.711	1.472	1.472	3.409.309	1.430	45	69	1,83
8	4.374	4.553	6	4.573	199	199	2.988.101	1.277	5	61	2,21
9	7.683	4.871	68	4.559	-3.124	3.124	3.740.633	1.482	41	59	-0,21
10	2.891	4.734	27	4.939	2.049	2.049	3.786.295	1.539	71	60	1,13
11	6.234	4.909	57	4.761	-1.473	1.473	3.639.224	1.533	24	57	0,18
12	4.274	4.896	43	4.965	692	692	3.375.825	1.462	16	53	0,66
13	5.010	4.946	44	4.939	-71	71	3.116.537	1.355	1	49	0,66
14	5.817	5.073	61	4.990	-827	827	2.942.787	1.318	14	47	0,05
15	5.882	5.208	76	5.133	-748	748	2.783.922	1.280	13	45	-0,53
16	5.715	5.327	84	5.284	-431	431	2.621.552	1.227	8	42	-0,91
17	9.485	5.818	166	5.411	-4.073	4.073	3.443.382	1.394	43	42	-3,72
18	5.168	5.902	149	5.984	817	817	3.289.133	1.362	16	41	-3,21
19	5.453	5.992	137	6.052	599	599	3.134.927	1.322	11	39	-2,85
20	6.347	6.151	142	6.129	-217	217	2.980.539	1.267	3	37	-3,15
21	5.312	6.195	122	6.293	981	981	2.884.459	1.253	18	37	-2,40
22	6.554	6.340	127	6.317	-237	237	2.755.896	1.207	4	35	-2,69
23	5.910	6.412	116	6.467	557	557	2.649.575	1.179	9	34	-2,28
24	2.405	6.115	33	6.527	4.123	4.123	3.247.377	1.301	171	40	1,10
25					6.148						
26					6.181						
27					6.215						
28					6.248						
29					6.281						
30					6.314						

## Anexo 8 Método Winter M24

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		4.230	132									
1	6.864	4.494	145	1,21	5.270	-1.594	1.594	2.539.323	1.594	23	23	-1,00
2	1.074	4.355	88	0,60	4.639	3.565	3.565	7.623.845	2.579	332	178	0,76
3	5.121	4.497	99	1,03	4.443	-678	678	5.235.873	1.946	13	123	0,66
4	5.262	4.661	112	1,00	4.596	-666	666	4.037.799	1.626	13	95	0,39
5	4.664	4.681	94	1,21	4.772	109	109	3.232.614	1.322	2	77	0,56
6	3.738	4.786	96	0,76	4.774	1.036	1.036	2.872.809	1.275	28	69	1,39
7	3.239	4.844	88	0,72	4.882	1.644	1.644	2.848.427	1.327	51	66	2,57
8	4.374	4.939	90	0,88	4.933	559	559	2.531.411	1.231	13	59	3,23
9	7.683	5.231	130	1,09	5.028	-2.655	2.655	3.033.095	1.389	35	57	0,95
10	2.891	5.227	103	0,72	5.361	2.471	2.471	3.340.350	1.498	85	59	2,53
11	6.234	5.449	127	0,96	5.330	-904	904	3.110.984	1.444	15	55	2,00
12	4.274	5.825	177	0,53	5.576	1.303	1.303	2.993.180	1.432	30	53	2,93
13	5.010	5.805	137	1,24	6.001	991	991	2.838.530	1.398	20	51	3,71
14	5.817	6.381	225	0,56	5.943	126	126	2.636.907	1.307	2	47	4,06
15	5.882	6.512	206	1,04	6.607	725	725	2.496.177	1.268	12	45	4,76
16	5.715	6.609	184	1,02	6.719	1.004	1.004	2.403.147	1.252	18	43	5,62
17	9.485	6.912	208	1,19	6.794	-2.691	2.691	2.687.671	1.336	28	42	3,25
18	5.168	7.084	201	0,77	7.121	1.953	1.953	2.750.297	1.371	38	42	4,60
19	5.453	7.320	208	0,71	7.285	1.832	1.832	2.782.229	1.395	34	42	5,83
20	6.347	7.499	202	0,88	7.528	1.181	1.181	2.712.889	1.384	19	40	6,73
21	5.312	7.402	142	1,13	7.701	2.389	2.389	2.855.545	1.432	45	41	8,17
22	6.554	7.722	178	0,70	7.544	991	991	2.770.384	1.412	15	40	8,99
23	5.910	7.716	141	0,97	7.900	1.990	1.990	2.822.034	1.437	34	39	10,22
24	2.405	7.508	71	0,55	7.857	5.453	5.453	3.943.255	1.605	227	47	12,55
25						9.158						
26						4.534						
27						7.786						
28						7.608						
29						9.169						
30						5.787						

## Anexo 9 Promedios Móviles M68

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	638									
2	639									
3	750									
4	788									
5	675									
6	675	694								
7	1.013	757	694	-319	318,5	33814,08333	106	31	31	-3,00
8	827	788	757	-70	70	26585,5625	97	8	20	-4,00
9	713	782	788	75	75,25	22400,9625	93	11	17	-3,38
10	825	788	782	-44	43,5	18982,84375	85	5	14	-4,22
11	1.050	850	788	-262	262,25	26096,01786	110	25	16	-5,63
12	113	757	850	738	737,75	90868,39844	188	656	123	0,63
13	791	720	757	-34	34	80900,35417	171	4	106	0,49
14	495	664	720	225	224,5	77850,34375	177	45	98	1,75
15	938	702	664	-273	273,25	77560,81818	185	29	91	0,19
16	1.058	741	702	-356	355,75	81643,92188	200	34	85	-1,60
17	1.541	822	741	-800	800	124594,3894	246	52	82	-4,56
18	1.212	1.006	822	-390	389,75	126545,1518	256	32	78	-5,90
19	1.239	1.080	1.006	-234	233,5	121743,625	255	19	73	-6,85
20	1.841	1.305	1.080	-760	760,25	150258,4023	286	41	71	-8,75
21	1.727	1.436	1.305	-422	422	151895,2022	294	24	68	-9,95
22	1.277	1.473	1.436	160	159,5	144869,9271	287	12	64	-9,65
23	3.153	1.741	1.473	-1.681	1680,5	285880,9967	360	53	64	-12,35
24	425	1.610	1.741	1.317	1316,75	358278,475	408	310	77	-7,67
25	1.610	1.672	1.610							
26	1.672	1.644	1.672							
27	1.644	1.630	1.644							
28	1.630	1.689	1.630							
29	1.689	1.445	1.689							
30	1.445	1.615	1.445							

## Anexo 10 Suavización Exponencial Simple M68

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		1.017								
1	638	979	1.017	379	379	143.641	379	59	59	1,00
2	639	945	979	340	340	129.485	359	53	56	2,00
3	750	925	945	195	195	98.951	304	26	46	3,00
4	788	911	925	138	138	78.952	263	17	39	4,00
5	675	888	911	236	236	74.340	257	35	38	5,00
6	675	866	888	213	213	69.495	250	32	37	6,00
7	1.013	881	866	-146	146	62.612	235	14	34	5,76
8	827	876	881	55	55	55.158	213	7	30	6,63
9	713	859	876	163	163	51.987	207	23	30	7,59
10	825	856	859	34	34	46.906	190	4	27	8,46
11	1.050	875	856	-194	194	46.067	190	18	26	7,42
12	113	799	875	763	763	90.716	238	678	81	9,14
13	791	798	799	9	9	83.744	220	1	74	9,91
14	495	768	798	303	303	84.327	226	61	74	10,99
15	938	785	768	-170	170	80.624	222	18	70	10,42
16	1.058	812	785	-273	273	80.232	226	26	67	9,06
17	1.541	885	812	-728	728	106.724	255	47	66	5,16
18	1.212	918	885	-327	327	106.738	259	27	64	3,82
19	1.239	950	918	-321	321	106.556	262	26	62	2,54
20	1.841	1.039	950	-891	891	140.898	294	48	61	-0,76
21	1.727	1.108	1.039	-688	688	156.707	313	40	60	-2,91
22	1.277	1.124	1.108	-169	169	150.880	306	13	58	-3,53
23	3.153	1.327	1.124	-2.029	2.029	323.225	381	64	58	-8,16
24	425	1.237	1.327	903	903	343.722	403	213	65	-5,48
25		1.113	1.237							
26		1.002	1.113							
27		902	1.002							
28		812	902							
29		730	812							
30		657	730							



## Anexo 11 Método Holt's M68

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		423	48								
1	638	487	51	470	-167	167	28.034	167	26	26	-1,00
2	639	548	53	538	-101	101	19.151	134	16	21	-2,00
3	750	616	56	601	-149	149	20.197	139	20	21	-3,00
4	788	683	58	672	-116	116	18.512	134	15	19	-4,00
5	675	735	57	741	66	66	15.689	120	10	17	-3,90
6	675	780	55	792	117	117	15.338	119	17	17	-2,94
7	1.013	852	58	834	-178	178	17.676	128	18	17	-4,14
8	827	902	56	910	84	84	16.345	122	10	16	-3,64
9	713	934	52	958	246	246	21.247	136	35	18	-1,47
10	825	969	48	985	160	160	21.692	138	19	19	-0,28
11	1.050	1.021	49	1.018	-32	32	19.815	129	3	17	-0,56
12	113	974	30	1.070	957	957	94.527	198	851	87	4,48
13	791	983	26	1.004	213	213	90.756	199	27	82	5,52
14	495	957	15	1.008	513	513	103.075	222	104	84	7,28
15	938	969	15	972	35	35	96.283	209	4	78	7,88
16	1.058	991	16	983	-74	74	90.610	201	7	74	7,84
17	1.541	1.060	27	1.007	-534	534	102.044	220	35	72	4,71
18	1.212	1.099	29	1.087	-125	125	97.246	215	10	68	4,25
19	1.239	1.140	31	1.129	-110	110	92.770	209	9	65	3,83
20	1.841	1.238	45	1.171	-669	669	110.538	232	36	64	0,57
21	1.727	1.327	54	1.283	-444	444	114.646	242	26	62	-1,28
22	1.277	1.371	52	1.381	104	104	109.930	236	8	59	-0,87
23	3.153	1.595	86	1.422	-1.731	1.731	235.405	301	55	59	-6,43
24	425	1.556	61	1.681	1.257	1.257	291.431	341	296	69	-1,99
25					1.617						
26					1.678						
27					1.739						
28					1.800						
29					1.861						
30					1.922						

## Anexo 12 Método Winter M68

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		485	51									
1	638	550	53	0,94	503	-135	135	18.138	135	21	21	-1,00
2	639	628	58	0,75	603	-36	36	9.714	85	6	13	-2,00
3	750	695	60	0,96	686	-64	64	7.856	78	9	12	-3,00
4	788	760	61	0,98	755	-33	33	6.161	67	4	10	-4,00
5	675	804	57	1,02	820	145	145	9.162	83	22	12	-1,48
6	675	854	56	0,86	862	187	187	13.449	100	28	15	0,65
7	1.013	918	57	1,02	910	-102	102	13.020	100	10	14	-0,38
8	827	955	53	1,07	976	149	149	14.168	106	18	15	1,05
9	713	984	49	0,93	1.008	296	296	22.328	127	42	18	3,20
10	825	1.031	48	0,81	1.033	208	208	24.414	136	25	18	4,54
11	1.050	1.044	41	1,45	1.080	30	30	22.275	126	3	17	5,12
12	113	1.041	32	0,17	1.085	973	973	99.296	196	865	88	8,23
13	791	1.048	27	0,96	1.073	283	283	97.819	203	36	84	9,36
14	495	1.032	19	0,78	1.076	581	581	114.927	230	117	86	10,78
15	938	1.042	17	0,97	1.051	113	113	108.116	222	12	81	11,67
16	1.058	1.060	17	0,98	1.059	1	1	101.359	208	0	76	12,45
17	1.541	1.123	26	1,01	1.078	-463	463	108.001	223	30	73	9,55
18	1.212	1.177	32	0,85	1.149	-63	63	102.218	215	5	70	9,65
19	1.239	1.208	32	1,03	1.209	-30	30	96.886	205	2	66	9,96
20	1.841	1.291	42	1,05	1.240	-601	601	110.097	225	33	64	6,41
21	1.727	1.389	53	0,91	1.333	-394	394	112.241	233	23	62	4,49
22	1.277	1.456	56	0,81	1.443	166	166	108.392	230	13	60	5,27
23	3.153	1.585	71	1,40	1.512	-1.641	1.641	220.751	291	52	60	-1,48
24	425	1.743	88	0,17	1.656	1.232	1.232	274.746	330	290	69	2,43
25						1.717						
26						1.373						
27						1.760						
28						1.787						
29						1.874						
30						1.568						

## Anexo 13 Promedios Móviles V1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	109.097									
2	117.843									
3	49.181									
4	62.047									
5	56.025									
6	72.374	77.761								
7	64.031	70.250	77.761	13.730	13730,16667	62839158,9	4.577	21	21	3,00
8	68.126	61.964	70.250	2.124	2124,166667	48257390,18	3.964	3	12	4,00
9	130.997	75.600	61.964	-69.033	69033	991716929,9	16.977	53	26	-3,13
10	61.569	75.520	75.600	14.031	14031	859242268,5	16.486	23	25	-2,37
11	84.747	80.307	75.520	-9.227	9226,666667	748654998,4	15.449	11	22	-3,13
12	66.263	79.289	80.307	14.044	14044,33333	679728535,9	15.274	21	22	-2,25
13	79.886	81.931	79.289	-597	597,1666667	604242766,1	13.643	1	19	-2,56
14	107.145	88.435	81.931	-25.214	25213,66667	607391388,2	14.800	24	20	-4,06
15	104.834	84.074	88.435	-16.400	16399,5	576623407,5	14.945	16	19	-5,12
16	87.905	88.463	84.074	-3.831	3831	529794503,6	14.019	4	18	-5,73
17	127.554	95.598	88.463	-39.091	39090,66667	606585712,6	15.948	31	19	-7,49
18	107.682	102.501	95.598	-12.084	12084,16667	573688667,7	15.672	11	18	-8,39
19	100.631	105.959	102.501	1.870	1870	535675883,2	14.752	2	17	-8,79
20	95.444	104.008	105.959	10.515	10514,5	509105809,9	14.487	11	17	-8,23
21	94.146	102.227	104.008	9.862	9862,333333	484879916,3	14.215	10	16	-7,69
22	101.211	104.445	102.227	1.016	1016	457999490,7	13.482	1	15	-8,03
23	125.175	104.048	104.445	-20.730	20730,33333	456512502,8	13.863	17	15	-9,31
24	70.092	97.783	104.048	33.956	33956,16667	491337940,4	14.868	48	17	-6,39
25	97.783	97.309	97.783							
26	97.309	97.619	97.309							
27	97.619	98.198	97.619							
28	98.198	97.696	98.198							
29	97.696	93.116	97.696							
30	93.116	96.954	93.116							

## Anexo 14 Suavización Exponencial Simple V1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		89.334								
1	109.097	91.310	89.334	-19.763	19.763	390.594.285	19.763	18	18	-1,00
2	117.843	93.963	91.310	-26.533	26.533	547.300.172	23.148	23	20	-2,00
3	49.181	89.485	93.963	44.782	44.782	1.033.348.556	30.360	91	44	-0,05
4	62.047	86.741	89.485	27.438	27.438	963.222.088	29.629	44	44	0,87
5	56.025	83.670	86.741	30.716	30.716	959.274.426	29.847	55	46	1,90
6	72.374	82.540	83.670	11.296	11.296	820.660.312	26.755	16	41	2,54
7	64.031	80.689	82.540	18.509	18.509	752.363.599	25.577	29	39	3,38
8	68.126	79.433	80.689	12.563	12.563	678.047.103	23.950	18	37	4,13
9	130.997	84.589	79.433	-51.564	51.564	898.138.225	27.018	39	37	1,76
10	61.569	82.287	84.589	23.020	23.020	861.317.436	26.619	37	37	2,65
11	84.747	82.533	82.287	-2.460	2.460	783.565.910	24.422	3	34	2,78
12	66.263	80.906	82.533	16.270	16.270	740.328.633	23.743	25	33	3,55
13	79.886	80.804	80.906	1.020	1.020	683.460.332	21.995	1	31	3,88
14	107.145	83.438	80.804	-26.341	26.341	684.201.796	22.305	25	30	2,64
15	104.834	85.578	83.438	-21.396	21.396	669.106.948	22.245	20	30	1,69
16	87.905	85.811	85.578	-2.327	2.327	627.626.254	21.000	3	28	1,68
17	127.554	89.985	85.811	-41.743	41.743	693.208.108	22.220	33	28	-0,29
18	107.682	91.755	89.985	-17.697	17.697	672.095.899	21.969	16	28	-1,10
19	100.631	92.642	91.755	-8.876	8.876	640.869.312	21.280	9	27	-1,55
20	95.444	92.922	92.642	-2.802	2.802	609.218.343	20.356	3	25	-1,76
21	94.146	93.045	92.922	-1.224	1.224	580.279.241	19.445	1	24	-1,91
22	101.211	93.861	93.045	-8.166	8.166	556.934.158	18.932	8	24	-2,39
23	125.175	96.993	93.861	-31.314	31.314	575.351.906	19.470	25	24	-3,93
24	70.092	94.303	96.993	26.901	26.901	581.531.004	19.780	38	24	-2,51
25		84.872	94.303							
26		76.385	84.872							
27		68.747	76.385							
28		61.872	68.747							
29		55.685	61.872							
30		50.116	55.685							

## Anexo 15 Método Holt's V1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		74.332	1.200								
1	109.097	78.889	1.871	75.532	-33.565	33.565	1.126.602.512	33.565	31	31	-1,00
2	117.843	84.468	2.613	80.760	-37.083	37.083	1.250.876.146	35.324	31	31	-2,00
3	49.181	83.291	1.855	87.081	37.900	37.900	1.312.729.542	36.183	77	46	-0,91
4	62.047	82.836	1.393	85.146	23.099	23.099	1.117.942.311	32.912	37	44	-0,29
5	56.025	81.409	829	84.229	28.204	28.204	1.053.452.518	31.970	50	45	0,58
6	72.374	81.252	632	82.238	9.864	9.864	894.093.569	28.286	14	40	1,00
7	64.031	80.098	275	81.883	17.852	17.852	811.895.192	26.795	28	38	1,73
8	68.126	79.148	30	80.373	12.247	12.247	729.156.079	24.977	18	36	2,34
9	130.997	84.360	1.066	79.178	-51.819	51.819	946.497.958	27.959	40	36	0,24
10	61.569	83.040	589	85.426	23.857	23.857	908.762.793	27.549	39	36	1,11
11	84.747	83.741	611	83.629	-1.118	1.118	826.261.609	25.146	1	33	1,17
12	66.263	82.543	250	84.352	18.089	18.089	784.674.690	24.558	27	33	1,94
13	79.886	82.502	191	82.793	2.907	2.907	724.965.061	22.893	4	31	2,20
14	107.145	85.139	680	82.694	-24.451	24.451	715.887.178	23.004	23	30	1,13
15	104.834	87.721	1.061	85.819	-19.015	19.015	692.265.790	22.738	18	29	0,31
16	87.905	88.694	1.043	88.781	876	876	649.047.174	21.372	1	27	0,37
17	127.554	93.519	1.800	89.737	-37.817	37.817	694.993.447	22.339	30	28	-1,34
18	107.682	96.555	2.047	95.318	-12.364	12.364	664.875.195	21.785	11	27	-1,94
19	100.631	98.804	2.087	98.601	-2.030	2.030	630.098.578	20.745	2	25	-2,14
20	95.444	100.347	1.978	100.892	5.448	5.448	600.077.538	19.980	6	24	-1,95
21	94.146	101.507	1.815	102.325	8.179	8.179	574.688.268	19.418	9	24	-1,58
22	101.211	103.111	1.773	103.322	2.111	2.111	548.768.700	18.632	2	23	-1,54
23	125.175	106.913	2.178	104.884	-20.291	20.291	542.810.517	18.704	16	22	-2,62
24	70.092	105.191	1.398	109.091	38.999	38.999	583.566.587	19.549	56	24	-0,51
25				106.590							
26				107.988							
27				109.387							
28				110.785							
29				112.184							
30				113.582							

## Anexo 16 Método Winter V1

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		68.345	2.360									
1	109.097	72.921	2.582	1,17	83.067	-26.030	26.030	677.547.172	26.030	24	24	-1,00
2	117.843	76.781	2.838	1,33	75.503	-42.340	42.340	1.235.121.434	34.185	36	30	-2,00
3	49.181	77.573	2.428	0,83	79.618	30.437	30.437	1.132.227.630	32.936	62	41	-1,15
4	62.047	79.633	2.355	0,81	80.002	17.955	17.955	929.762.539	29.191	29	38	-0,68
5	56.025	79.765	1.910	0,94	81.988	25.963	25.963	878.620.615	28.545	46	39	0,21
6	72.374	81.337	1.843	0,92	81.675	9.301	9.301	746.602.041	25.338	13	35	0,60
7	64.031	82.653	1.737	0,82	83.179	19.148	19.148	692.324.969	24.453	30	34	1,41
8	68.126	84.430	1.745	0,80	84.391	16.265	16.265	638.852.013	23.430	24	33	2,16
9	130.997	89.147	2.340	1,13	86.176	-44.821	44.821	791.086.887	25.807	34	33	0,23
10	61.569	90.487	2.140	0,76	91.487	29.918	29.918	801.485.415	26.218	49	35	1,37
11	84.747	92.195	2.053	0,96	92.626	7.879	7.879	734.267.217	24.551	9	32	1,78
12	66.263	95.457	2.295	0,62	94.248	27.985	27.985	738.340.574	24.837	42	33	2,89
13	79.886	94.596	1.664	1,21	97.752	17.866	17.866	706.098.990	24.301	22	32	3,68
14	107.145	94.542	1.320	1,35	96.259	-10.886	10.886	664.127.226	23.342	10	31	3,37
15	104.834	99.194	1.987	0,81	95.862	-8.972	8.972	625.218.082	22.384	9	29	3,11
16	87.905	101.920	2.134	0,81	101.181	13.276	13.276	597.157.718	21.815	15	28	3,80
17	127.554	107.605	2.845	0,91	104.054	-23.500	23.500	594.514.933	21.914	18	28	2,71
18	107.682	111.097	2.974	0,92	110.450	2.768	2.768	561.911.841	20.850	3	26	2,98
19	100.631	114.981	3.156	0,82	114.071	13.440	13.440	541.845.191	20.460	13	26	3,70
20	95.444	118.196	3.168	0,80	118.137	22.693	22.693	540.500.556	20.572	24	26	4,78
21	94.146	117.314	2.358	1,16	121.364	27.218	27.218	550.040.385	20.889	29	26	6,01
22	101.211	121.235	2.670	0,75	119.672	18.461	18.461	540.530.284	20.778	18	25	6,93
23	125.175	124.614	2.812	0,96	123.906	-1.269	1.269	517.099.037	19.930	1	24	7,16
24	70.092	125.805	2.488	0,63	127.426	57.334	57.334	632.518.184	21.489	82	27	9,31
25					150.723							
26					171.246							
27					106.643							
28					104.308							
29					120.273							
30					118.593							

## Anexo 17 Promedios Móviles V5

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	7.031									
2	8.837									
3	4.332									
4	5.700									
5	4.410									
6	5.057	5.895								
7	4.212	5.425	5.895	1.683	1682,5	943602,0833	561	40	40	3,00
8	6.488	5.033	5.425	-1.063	1063,333333	990371,0069	686	16	28	0,90
9	7.280	5.525	5.033	-2.247	2246,833333	1801948,811	999	31	29	-1,63
10	4.211	5.276	5.525	1.314	1313,5	1789171,051	1.051	31	30	-0,30
11	6.284	5.589	5.276	-1.008	1007,666667	1678631,202	1.045	16	27	-1,27
12	4.925	5.567	5.589	664	663,666667	1523858,983	997	13	25	-0,66
13	5.862	5.842	5.567	-295	295,3333333	1364232,627	919	5	22	-1,04
14	7.317	5.980	5.842	-1.475	1475,333333	1445470,208	975	20	22	-2,49
15	4.710	5.552	5.980	1.270	1269,833333	1460652,616	1.002	27	22	-1,16
16	5.555	5.776	5.552	-4	3,5	1338932,586	918	0	20	-1,27
17	9.731	6.350	5.776	-3.956	3955,5	2439474,714	1.152	41	22	-4,44
18	3.386	6.094	6.350	2.964	2964	2892747,663	1.282	88	27	-1,68
19	6.501	6.200	6.094	-408	407,5	2710968,235	1.223	6	26	-2,09
20	7.688	6.262	6.200	-1.488	1488	2679916,72	1.240	19	25	-3,27
21	8.829	6.948	6.262	-2.567	2567,166667	2909941,895	1.318	29	26	-5,02
22	6.038	7.029	6.948	910	910,3333333	2794317,722	1.295	15	25	-4,41
23	8.577	6.837	7.029	-1.548	1548,166667	2773396,791	1.309	18	24	-5,54
24	3.083	6.786	6.837	3.754	3753,5	3339165,064	1.431	122	30	-2,45
25	6.786	6.834	6.786							
26	6.834	6.691	6.834							
27	6.691	6.335	6.691							
28	6.335	6.384	6.335							
29	6.384	6.019	6.384							
30	6.019	6.508	6.019							

## Anexo 18 Suavización Exponencial Simple V5

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		6.085								
1	7.031	6.180	6.085	-946	946	894.601	946	13	13	-1,00
2	8.837	6.445	6.180	-2.657	2.657	3.977.789	1.802	30	22	-2,00
3	4.332	6.234	6.445	2.113	2.113	4.140.785	1.906	49	31	-0,78
4	5.700	6.181	6.234	534	534	3.176.912	1.563	9	25	-0,61
5	4.410	6.004	6.181	1.771	1.771	3.168.616	1.604	40	28	0,51
6	5.057	5.909	6.004	947	947	2.789.869	1.495	19	27	1,18
7	4.212	5.739	5.909	1.697	1.697	2.802.707	1.524	40	29	2,27
8	6.488	5.814	5.739	-749	749	2.522.441	1.427	12	27	1,90
9	7.280	5.961	5.814	-1.466	1.466	2.480.915	1.431	20	26	0,87
10	4.211	5.786	5.961	1.750	1.750	2.538.982	1.463	42	27	2,05
11	6.284	5.836	5.786	-498	498	2.330.733	1.375	8	26	1,81
12	4.925	5.745	5.836	911	911	2.205.602	1.337	18	25	2,55
13	5.862	5.756	5.745	-117	117	2.037.002	1.243	2	23	2,65
14	7.317	5.912	5.756	-1.561	1.561	2.065.492	1.265	21	23	1,37
15	4.710	5.792	5.912	1.202	1.202	2.024.169	1.261	26	23	2,32
16	5.555	5.768	5.792	237	237	1.901.172	1.197	4	22	2,65
17	9.731	6.165	5.768	-3.963	3.963	2.712.996	1.360	41	23	-0,58
18	3.386	5.887	6.165	2.779	2.779	2.991.216	1.439	82	26	1,38
19	6.501	5.948	5.887	-614	614	2.853.639	1.395	9	26	0,98
20	7.688	6.122	5.948	-1.740	1.740	2.862.299	1.413	23	25	-0,26
21	8.829	6.393	6.122	-2.707	2.707	3.074.895	1.474	31	26	-2,09
22	6.038	6.357	6.393	355	355	2.940.851	1.423	6	25	-1,91
23	8.577	6.579	6.357	-2.220	2.220	3.027.191	1.458	26	25	-3,39
24	3.083	6.230	6.579	3.496	3.496	3.410.411	1.543	113	29	-0,94
25		5.607	6.230							
26		5.046	5.607							
27		4.541	5.046							
28		4.087	4.541							
29		3.679	4.087							
30		3.311	3.679							

## Anexo 19 Método Holt's V5

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		5.695	31								
1	7.031	5.856	57	5.726	-1.305	1.305	1.703.192	1.305	19	19	-1,00
2	8.837	6.206	116	5.914	-2.923	2.923	5.124.205	2.114	33	26	-2,00
3	4.332	6.123	76	6.322	1.990	1.990	4.736.042	2.073	46	33	-1,08
4	5.700	6.149	66	6.199	499	499	3.614.261	1.679	9	27	-1,04
5	4.410	6.035	30	6.215	1.805	1.805	3.543.050	1.704	41	29	0,04
6	5.057	5.964	10	6.064	1.007	1.007	3.121.707	1.588	20	28	0,68
7	4.212	5.797	-25	5.973	1.761	1.761	3.119.017	1.613	42	30	1,76
8	6.488	5.844	-11	5.772	-716	716	2.793.241	1.501	11	28	1,41
9	7.280	5.977	18	5.832	-1.448	1.448	2.715.729	1.495	20	27	0,45
10	4.211	5.817	-18	5.995	1.784	1.784	2.762.405	1.524	42	28	1,61
11	6.284	5.847	-8	5.799	-485	485	2.532.688	1.429	8	26	1,38
12	4.925	5.748	-26	5.839	914	914	2.391.258	1.387	19	26	2,08
13	5.862	5.735	-24	5.721	-141	141	2.208.839	1.291	2	24	2,13
14	7.317	5.872	8	5.712	-1.605	1.605	2.235.138	1.313	22	24	0,87
15	4.710	5.764	-15	5.881	1.171	1.171	2.177.499	1.304	25	24	1,77
16	5.555	5.729	-19	5.749	194	194	2.043.751	1.234	3	23	2,03
17	9.731	6.113	62	5.711	-4.020	4.020	2.874.361	1.398	41	24	-1,09
18	3.386	5.895	6	6.174	2.788	2.788	3.146.564	1.475	82	27	0,86
19	6.501	5.961	18	5.901	-600	600	2.999.889	1.429	9	26	0,47
20	7.688	6.150	52	5.979	-1.709	1.709	2.995.923	1.443	22	26	-0,72
21	8.829	6.465	105	6.202	-2.627	2.627	3.181.898	1.500	30	26	-2,44
22	6.038	6.516	94	6.569	531	531	3.050.093	1.456	9	25	-2,15
23	8.577	6.807	133	6.610	-1.967	1.967	3.085.696	1.478	23	25	-3,45
24	3.083	6.554	56	6.940	3.857	3.857	3.576.978	1.577	125	29	-0,79
25				6.610							
26				6.667							
27				6.723							
28				6.779							
29				6.835							
30				6.891							

## Anexo 20 Método Winter V5

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		5.141	96									
1	7.031	5.336	106	1,13	5.919	-1.112	1.112	1.237.475	1.112	16	16	-1,00
2	8.837	5.532	124	1,39	5.441	-3.396	3.396	6.384.018	2.254	38	27	-2,00
3	4.332	5.662	125	0,76	5.655	1.323	1.323	4.839.873	1.944	31	28	-1,64
4	5.700	5.820	132	0,93	5.787	87	87	3.631.815	1.480	2	22	-2,09
5	4.410	5.754	92	1,11	5.952	1.542	1.542	3.381.015	1.492	35	24	-1,04
6	5.057	5.995	122	0,69	5.846	789	789	2.921.236	1.375	16	23	-0,56
7	4.212	6.014	101	0,83	6.117	1.905	1.905	3.022.572	1.451	45	26	0,79
8	6.488	6.097	98	1,09	6.115	-373	373	2.662.152	1.316	6	23	0,58
9	7.280	6.170	93	1,22	6.194	-1.086	1.086	2.497.339	1.290	15	23	-0,25
10	4.211	6.189	78	0,76	6.263	2.052	2.052	2.668.553	1.367	49	25	1,27
11	6.284	6.217	68	1,09	6.267	-17	17	2.425.983	1.244	0	23	1,38
12	4.925	6.479	107	0,60	6.285	1.360	1.360	2.377.886	1.254	28	23	2,45
13	5.862	6.438	77	1,15	6.586	724	724	2.235.286	1.213	12	22	3,13
14	7.317	6.381	50	1,41	6.515	-802	802	2.121.597	1.183	11	22	2,53
15	4.710	6.410	46	0,76	6.431	1.721	1.721	2.177.704	1.219	37	23	3,87
16	5.555	6.403	36	0,94	6.456	901	901	2.092.330	1.199	16	22	4,68
17	9.731	6.699	88	1,08	6.439	-3.292	3.292	2.606.741	1.323	34	23	1,76
18	3.386	6.589	48	0,70	6.787	3.401	3.401	3.104.415	1.438	100	27	3,98
19	6.501	6.770	75	0,82	6.637	136	136	2.941.996	1.369	2	26	4,28
20	7.688	6.865	79	1,09	6.844	-844	844	2.830.502	1.343	11	25	3,74
21	8.829	6.973	85	1,22	6.943	-1.886	1.886	2.865.050	1.369	21	25	2,29
22	6.038	7.154	104	0,75	7.058	1.020	1.020	2.782.105	1.353	17	25	3,07
23	8.577	7.324	117	1,08	7.257	-1.320	1.320	2.736.861	1.352	15	24	2,10
24	3.083	7.198	69	0,61	7.441	4.358	4.358	3.414.071	1.477	141	29	4,87
25					8.212							
26					10.121							
27					5.500							
28					6.772							
29					8.072							
30					5.006							

## Anexo 21 Promedios Móviles V13

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
1	2.483									
2	2.558									
3	1.007									
4	1.821									
5	2.499									
6	830	1.866								
7	981	1.616	1.866	885	885,3333333	261271,7037	295	90	90	3,00
8	1.113	1.375	1.616	503	503	259206,0278	347	45	68	4,00
9	1.545	1.465	1.375	-170	169,8333333	213133,4944	312	11	49	3,91
10	1.445	1.402	1.465	20	19,83333333	177676,8056	263	1	37	4,71
11	1.127	1.174	1.402	275	275,1666667	163111,0754	265	24	34	5,72
12	932	1.191	1.174	242	241,5	150012,4722	262	26	33	6,70
13	1.241	1.234	1.191	-51	50,5	133627,7809	238	4	29	7,15
14	2.118	1.401	1.234	-884	884,1666667	198440,0722	303	42	30	2,71
15	1.053	1.319	1.401	348	348,3333333	191430,6212	307	33	31	3,81
16	1.226	1.283	1.319	93	93,33333333	176203,9954	289	8	28	4,36
17	1.212	1.297	1.283	71	70,83333333	163035,7927	272	6	26	4,89
18	1.170	1.337	1.297	127	127	152542,4504	262	11	25	5,57
19	947	1.288	1.337	390	389,6666667	152495,6278	271	41	26	6,84
20	1.043	1.109	1.288	245	244,6666667	146706,0122	269	23	26	7,79
21	1.173	1.129	1.109	-65	64,5	138320,9673	257	5	25	7,90
22	468	1.002	1.129	661	660,5	154873,1497	279	141	32	9,63
23	1.413	1.036	1.002	-411	410,8333333	155605,3012	286	29	32	7,96
24	1.092	1.023	1.036	-56	56,33333333	147983,7083	275	5	30	8,09
25	1.023	1.035	1.023							
26	1.035	1.034	1.035							
27	1.034	1.011	1.034							
28	1.011	1.101	1.011							
29	1.101	1.049	1.101							
30	1.049	1.042	1.049							

## Anexo 22 Suavización Exponencial Simple V13

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		1.354								
1	2.483	1.467	1.354	-1.129	1.129	1.274.547	1.129	45	45	-1,00
2	2.558	1.576	1.467	-1.091	1.091	1.232.482	1.110	43	44	-2,00
3	1.007	1.519	1.576	569	569	929.592	930	57	48	-1,78
4	1.821	1.549	1.519	-302	302	719.974	773	17	40	-2,53
5	2.499	1.644	1.549	-950	950	756.355	808	38	40	-3,59
6	830	1.563	1.644	814	814	740.808	809	98	50	-2,58
7	981	1.505	1.563	582	582	683.345	777	59	51	-1,94
8	1.113	1.466	1.505	392	392	617.103	729	35	49	-1,53
9	1.545	1.473	1.466	-79	79	549.238	656	5	44	-1,82
10	1.445	1.471	1.473	28	28	494.395	594	2	40	-1,96
11	1.127	1.436	1.471	344	344	460.184	571	30	39	-1,44
12	932	1.386	1.436	504	504	443.024	565	54	40	-0,56
13	1.241	1.371	1.386	145	145	410.559	533	12	38	-0,32
14	2.118	1.446	1.371	-747	747	421.055	548	35	38	-1,68
15	1.053	1.407	1.446	393	393	403.281	538	37	38	-0,98
16	1.226	1.389	1.407	181	181	380.117	516	15	36	-0,67
17	1.212	1.371	1.389	177	177	359.593	496	15	35	-0,34
18	1.170	1.351	1.371	201	201	341.859	479	17	34	0,07
19	947	1.310	1.351	404	404	332.452	475	43	35	0,92
20	1.043	1.284	1.310	267	267	319.407	465	26	34	1,51
21	1.173	1.273	1.284	111	111	304.781	448	9	33	1,82
22	468	1.192	1.273	805	805	320.358	464	172	39	3,49
23	1.413	1.214	1.192	-221	221	308.549	454	16	38	3,08
24	1.092	1.202	1.214	122	122	296.316	440	11	37	3,46
25		1.082	1.202							
26		974	1.082							
27		876	974							
28		789	876							
29		710	789							
30		639	710							

## Anexo 23 Método Holt's V13

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		1.873	42								
1	2.483	1.972	53	1.915	-568	568	322.685	568	23	23	-1,00
2	2.558	2.078	64	2.025	-533	533	303.569	551	21	22	-2,00
3	1.007	2.028	41	2.142	1.135	1.135	631.460	745	113	52	0,04
4	1.821	2.044	36	2.069	248	248	488.970	621	14	43	0,45
5	2.499	2.122	44	2.080	-419	419	426.269	581	17	37	-0,24
6	830	2.033	18	2.166	1.336	1.336	652.842	707	161	58	1,70
7	981	1.943	-4	2.050	1.069	1.069	722.907	758	109	65	2,99
8	1.113	1.857	-20	1.940	827	827	717.934	767	74	66	4,04
9	1.545	1.807	-26	1.837	292	292	647.606	714	19	61	4,74
10	1.445	1.748	-33	1.781	336	336	594.148	676	23	57	5,50
11	1.127	1.656	-45	1.715	588	588	571.532	668	52	57	6,45
12	932	1.543	-58	1.611	679	679	562.355	669	73	58	7,46
13	1.241	1.461	-63	1.485	244	244	523.680	636	20	55	8,22
14	2.118	1.470	-49	1.398	-720	720	523.347	642	34	54	7,02
15	1.053	1.384	-56	1.421	368	368	497.481	624	35	52	7,82
16	1.226	1.318	-58	1.328	102	102	467.039	592	8	50	8,42
17	1.212	1.255	-59	1.260	48	48	439.700	560	4	47	8,99
18	1.170	1.193	-60	1.196	26	26	415.310	530	2	45	9,54
19	947	1.115	-63	1.134	187	187	395.287	512	20	43	10,24
20	1.043	1.051	-63	1.052	9	9	375.526	487	1	41	10,79
21	1.173	1.006	-60	987	-186	186	359.285	472	16	40	10,73
22	468	898	-69	946	478	478	353.346	473	102	43	11,73
23	1.413	887	-58	829	-584	584	352.812	477	41	43	10,39
24	1.092	856	-52	830	-262	262	340.977	468	24	42	10,03
25						804					
26						751					
27						699					
28						646					
29						594					
30						541					

## Anexo 24 Método Winter V13

PERIODOS	DEMANDA	LEVEL LT	TEN Tt	S	FORECAST FT	ERROR	ABSOLUTO	MSE	MAD	%ERROR	MAPE	TS
0		1.519	-27									
1	2.483	1.524	-24	1,37	2.036	-447	447	199.969	447	18	18	-1,00
2	2.558	1.492	-26	1,80	1.500	-1.058	1.058	659.411	752	41	30	-2,00
3	1.007	1.442	-30	0,82	1.466	459	459	509.965	655	46	35	-1,60
4	1.821	1.421	-29	1,21	1.411	-410	410	424.405	593	22	32	-2,45
5	2.499	1.422	-23	1,48	1.392	-1.107	1.107	584.628	696	44	34	-3,68
6	830	1.354	-32	0,87	1.399	569	569	541.200	675	69	40	-2,95
7	981	1.307	-35	0,84	1.323	342	342	480.553	627	35	39	-2,63
8	1.113	1.260	-37	0,96	1.272	159	159	423.645	569	14	36	-2,62
9	1.545	1.227	-36	1,23	1.223	-322	322	388.072	541	21	34	-3,35
10	1.445	1.245	-26	0,83	1.191	-254	254	355.733	513	18	33	-4,03
11	1.127	1.187	-32	1,25	1.219	92	92	324.170	474	8	31	-4,16
12	932	1.131	-37	1,02	1.155	223	223	301.316	454	24	30	-3,86
13	1.241	1.074	-41	1,39	1.094	-147	147	279.792	430	12	29	-4,42
14	2.118	1.048	-38	1,80	1.033	-1.085	1.085	343.855	477	51	30	-6,26
15	1.053	1.039	-32	0,81	1.010	-43	43	321.055	448	4	28	-6,76
16	1.226	1.006	-32	1,22	1.007	-219	219	303.999	434	18	28	-7,49
17	1.212	957	-36	1,51	974	-238	238	289.440	422	20	27	-8,26
18	1.170	968	-26	0,85	922	-248	248	276.782	412	21	27	-9,05
19	947	961	-23	0,83	941	-6	6	262.216	391	1	26	-9,56
20	1.043	954	-19	0,95	938	-105	105	249.655	377	10	25	-10,20
21	1.173	936	-19	1,23	934	-239	239	240.482	370	20	25	-11,03
22	468	880	-27	0,87	917	449	449	238.724	374	96	28	-9,72
23	1.413	883	-21	1,22	853	-560	560	241.981	382	40	28	-10,98
24	1.092	885	-16	1,00	863	-229	229	234.089	375	21	28	-11,78
25							1.187					
26							1.569					
27							717					
28							1.054					
29							1.285					
30							761					

