



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS EN LA
CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA EMPRESA SOLUFER POR
MEDIO DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y GESTIÓN DE
INVENTARIOS

AUTOR

Ricardo Esteban Cano Monteverde

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS EN LA
CADENA DE ABASTECIMIENTO DE LA EMPRESA SOLUFER POR MEDIO
DE PRONÓSTICOS DE DEMANDA Y GESTIÓN DE INVENTARIOS

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía:

Msc. Cristina Belén Viteri Sánchez

Autor:

Ricardo Esteban Cano Monteverde

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de Optimización del proceso de compras en la cadena de abastecimiento de la empresa Solufer por medio de pronóstico de demanda y gestión de inventarios, a través de reuniones periódicas con el estudiante Ricardo Esteban Cano Monteverde, en el semestre 2018-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Cristina Belén Viteri Sánchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de Suministro

CI: 1715638373

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de Optimización del proceso de compras en la cadena de abastecimiento de la empresa Solufer por medio de pronóstico de demanda y gestión de inventarios, del estudiante Ricardo Esteban Cano Monteverde, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Máster en Ingeniería Industrial

CI: 7105310280

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Ricardo Esteban Cano Monteverde

CI: 0923656979

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por su guía e instrucción durante toda mi vida, a mis padres por su colaboración durante todo mi periodo académico, a María Belén Monteverde por su apoyo incondicional durante mi desarrollo profesional y finalmente a cada uno de los profesores que me formaron como un profesional de alto rendimiento y que gracias a ellos y al conocimiento transmitido durante todo este tiempo podré desempeñarme de la mejor manera en el ámbito laboral.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi familia, especialmente a mi hijo, por quien lucharé toda la vida y mejoraré continuamente para su desarrollo personal y profesional.

RESUMEN

Hoy en día el mercado de las comercializadoras de productos de ferretería ha ido en aumento de manera exponencial, por lo que, las empresas se han visto obligadas a mejorar de manera continua sus procesos con el objetivo de tener una ventaja competitiva por sobre sus similares.

Es por ello que el presente trabajo de titulación fue desarrollado en una empresa de compra y venta de productos de ferretería, Solufer, con el fin de proponer una mejora en la cadena de abastecimiento, por medio de la optimización del proceso de compras, la misma que se encuentra ubicada en la ciudad de Quito.

Por medio de modelos matemáticos de pronósticos de la demanda y cantidades de orden económicas, se establecerán políticas para el segmento A de sku's que maneja la empresa, esto con el fin de eliminar costos de sobre abastecimiento o desabastecimiento, los mismos que en la actualidad se reflejan en la compañía.

ABSTRACT

Nowdays the market of hardware retail stores has been increasing exponentially, so, companies have been forced to continuously improve their processes in order to have a competitive advantage for their peers.

That's why the present work was developed in a company that buy and sells hardware products, Solufer, in order to propose and improvement in his supply chain, through the optimization of the purchasing process, the same which is located in the city of Quito.

Through mathematical models of demand forecasts and economic order quantities, it was established for stock keeping units of segment A that the company manages, this in order to eliminate over selling or stock outs, which are currently reflected in the company.

ÍNDICE

1. Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Misión.....	3
1.2. Visión	3
1.3. Objetivos Organizacionales.....	3
1.3.1. Corto Plazo.....	3
1.3.2. Mediano y Largo Plazo.....	4
1.4. Ubicación.	4
1.5. Procesos.	4
1.6. Descripción del Problema.....	5
1.7. Objetivos.	6
1.7.1. Objetivo General.	6
1.7.2. Objetivos Específicos.....	6
1.8. Alcance.	6
1.9. Justificación.....	7
2. Capítulo II: Marco Referencial.	8
2.1. Cadena de Abastecimiento.....	8
2.1.1. Objetivos de la Cadena de Suministro.....	9
2.1.2. Tipos de Cadenas de Suministros basadas en características. ...	10
2.1.3. Cadena de Suministro vs Logística.	11
2.2. Pronósticos.	13
2.2.1. Importancia de los Pronósticos.....	15
2.2.2. Horizonte de Tiempo.	16
2.2.3. Características de los Pronósticos.....	17
2.2.4. Tipos de Pronósticos.	18
2.2.5. Medición de Errores en Pronósticos.....	32
2.3. Inventario.	33
2.3.1. Manejo de Inventarios	34
2.4. Trading Company.....	39

3. Capítulo III: Análisis y Propuesta de Optimización del proceso de Compras.....	39
3.1. Política Actual de Stock.....	40
3.2. Metodología de mejora a emplearse.	41
3.3. Análisis Situación Actual.	41
3.4. Segmentación ABC	43
3.5. Análisis de datos Productos pertenecientes al Segmento A51	
3.6. Evaluación de Pronósticos	53
3.6.1. Evaluación Promedio Móvil.	53
3.6.2. Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple.....	60
3.6.3. Evaluación Regresión Lineal.....	62
3.7. Evaluación del Error Medio Absoluto (MAD).....	64
3.8. Evaluación de la cantidad económica de pedido (EOQ).....	66
4. Capítulo IV: Estudio Económico.	78
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	84
5.1. Conclusiones.....	84
5.2. Recomendaciones.....	86
ANEXOS	91

1. Capítulo I: Introducción.

Hoy en día las organizaciones deben adaptarse a un mundo globalizado donde las barreras de la competencia ya no se limitan a una estructura geográfica, ya sea esta ciudad, país o continente, sino que ahora las empresas, buscan sobresalir por encima de sus competidores a nivel mundial. Por esta razón, se han visto obligadas a estimar el futuro de manera que puedan alinear sus procesos en base a su demanda estimada y así logren satisfacer las necesidades que los clientes generarán. Esto permitirá que su cadena de suministro avance al ritmo marcado por su demanda, impidiendo así la pérdida de clientes o incluso la disminución del nivel de servicio.

“La administración de operaciones y suministro (AOS) se entiende como el diseño, la operación y la mejora de los sistemas que crean y entregan los productos y los servicios primarios de una empresa” (Chase, Jacobs, y Aquilano, 2009, p.123). De acuerdo con Chase, la administración de operaciones abarca desde la planificación de cualquier tipo de proceso o producto, hasta el final de la operación siempre manteniendo una vista hacia el mejoramiento continuo, con el afán de cumplir con el ciclo de Edward Deming.

Dentro de este trabajo de titulación, se enfatizará en el tema de planificación de operaciones, especialmente en el proceso de compras para la empresa de importación de productos de ferretería Solufer. Esto con el objetivo de poder tener una base sólida de planificación resguardada numéricamente, para que las operaciones atiendan a su demanda, evitando costos indirectos que puedan ser reflejados durante el análisis.

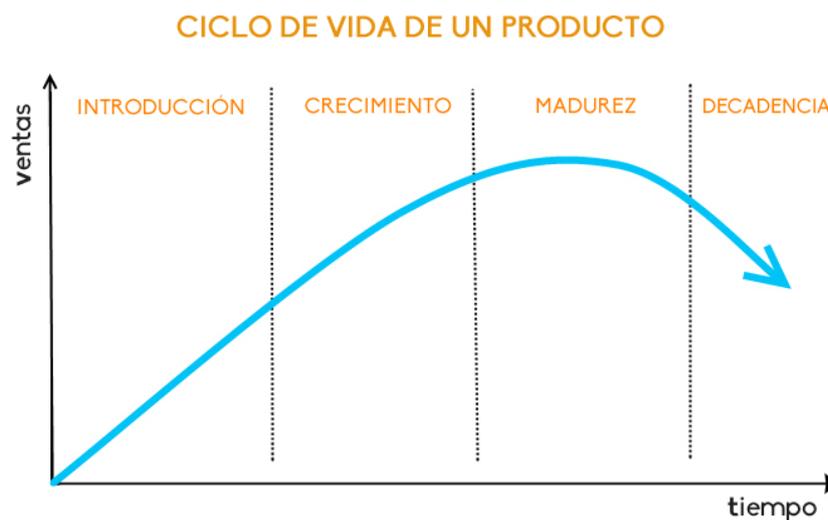


Figura 1. Ciclo de Vida de un Producto

Tomada de: (Product Cycle, s.f.)

Es importante entender el comportamiento del ciclo de vida de un producto e identificar en qué posición se encuentran los mismos, puesto que, esto llega a incidir al momento de tomar decisiones.

Como se puede apreciar en la (*figura 1*), es claro notar la composición del ciclo de vida que cualquier tipo de producto tiene, dentro de las etapas de introducción y crecimiento el producto empieza a darse a conocer al mercado y es así que comienza a existir un despliegue notable de ventas en la organización, así mismo, en la etapa de madurez, el producto llega a darse a conocer tan bien en el mercado que los consumidores optan únicamente por dicho producto, es aquí donde los productos alcanzan su mayor grado de venta y utilidad para la compañía; sin embargo, mientras avanza el tiempo, la competencia empieza a ofrecer productos con iguales o mejores características y estándares, los mismos que suelen ser ofertados con precios bastante competitivos, es por ello que todas las organizaciones deben llegar a detectar el momento clave en el que el producto puede llegar a caer en la etapa de decadencia, para así, retirar el o los productos oportunamente del mercado y que no existan pérdidas que pueden llegar a ser significativas para la organización.

Los productos ofertados por Solufer, al ser alguno nuevos en el mercado, llegan a posicionarse fuertemente, debido a que atacan a un mercado cautivo, especialmente los del proveedor del cual poseen representación, puesto que son los únicos en brindar productos .de fijación inmediata, facilitando las operaciones de sus consumidores con altos estándares de calidad.

Las empresas que buscan alcanzar grades ahorros, en temas de gestión de inventarios, se han visto en la necesidad de analizar, estudiar e implementar modelos que permitan predecir las ventas con la finalidad de manejar sus niveles de inventario acorde a su demanda.

Solufer, al ser una empresa de notable crecimiento en los 4 años que se

encuentra presente en el mercado, busca tener un sustento técnico dentro de sus procesos operativos con el fin de crecer acorde a su demanda y así poder satisfacer los requerimientos del cliente y cuidar permanentemente su nivel de servicio. Para esto, se debe mejorar la planificación y establecer técnicas robustas para el área de compras o abastecimiento. En base a una planeación técnica dentro de la cadena de suministros, se logrará retener y aumentar la cartera de clientes, así como reducir los tiempos de reabastecimiento con el afán de reducir sus niveles de inventario y comprar lo estipulado por su demanda.

1.1 Misión.

Importar y proveer a nuestros clientes soluciones y suministros especializados en fijación y adhesión en el sector maderero, construcción y automotriz; con precios competitivos por medio de nuestros conocimientos y oportunidades del mercado global (Ríos, 2017).

1.2 Visión

En 5 años ser reconocido y posicionados a nivel nacional, siendo reconocidos como un proveedor que brinde productos de adhesión y fijación eficientes y confiables (Ríos, 2017).

1.3 Objetivos Organizacionales

1.3.1 Corto Plazo

- Consolidar la relación con nuestros clientes actuales y ampliar el portafolio de productos vendidos a cada uno en un mínimo de 10%
- Ampliar nuestra canasta de productos sugerida
- Monitorear por medio de pruebas técnicas nuestros productos, validando su eficacia.
- Fidelizar a nuestros clientes.
- Analizar y segmentar a nuestros clientes y productos ofertados.
- Incrementar nuestros puntos de venta.
- Ingresar un portafolio de productos por lo menos a 1 retail importante del país.
- Aumentar la rentabilidad bruta de la empresa en un 3% en un año.
- Aumentar el volumen de compras y gestión de proveedores.

1.3.2 Mediano y Largo Plazo

- Posicionar la marca de fijación/adhesivos en la sierra al menos en 3 provincias, Pichincha, Imbabura, Carchi
- Afianzar nuestras relaciones públicas.
- Crecer por medio de publicidad/marketing
- Entrar al mercado en las ciudades de Cuenca y Loja por medio del retail CONEXA
- Generar proyectos conjuntos para la importación a gran escala de clavos helicoidales.
- Contar con personal capacitado para ejercer mandos medios en la empresa.
- Generar mayor liquidez en la empresa (Ríos, 2017).

1.4 Ubicación.

El punto de venta de SOLUFER se encuentra en la ciudad de Quito, Ecuador. Éste está ubicado en las calles 6 de Diciembre y Santa Lucía. En la (Figura 2), se muestra la ubicación en el mapa de la empresa Solufer S.A

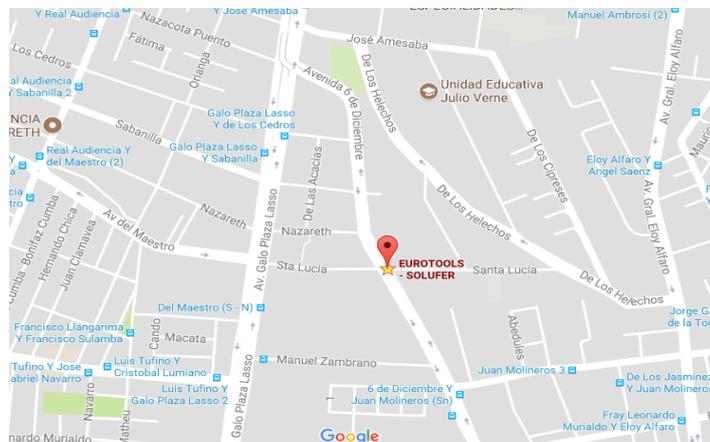


Figura 2. Ubicación Solufer S.A.

Tomada de: (Google Maps, s.f.)

1.5 Procesos.

El Macro proceso de la empresa Solufer se basa en 3 pilares, los mismos que son: Gobernantes, Productivos, Habilitantes. En base a esta segmentación de los procesos, podremos identificar que son los procesos productivos aquellos que se basan en el giro de negocio de la empresa, por lo que son los críticos y

los que deben ser mejorados y optimizados para generar una mayor utilidad. Los procesos antes mencionados son:

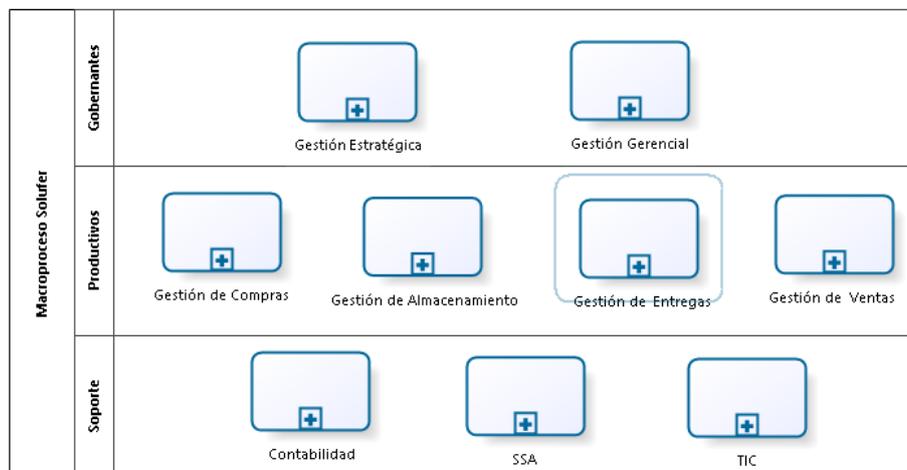


Figura 3. Macroproceso Solufer

1.6 Descripción del Problema.

Solufier S.A., es una empresa dedicada a la importación, almacenamiento y distribución de productos de ferretería a nivel nacional; consta con 6 colaboradores tanto en área administrativa como en bodega.

Actualmente se manejan con alrededor de 320 SKU (Stock Keeping Units), sin embargo, algunos de ellos debido a su baja rentabilidad saldrán de stock y se incorporarán otros dentro de su cartera de productos.

Dentro del histórico de Ventas del año 2016, se refleja que de todos sus SKU's, se vendieron alrededor de 17 millones de unidades, lo que se traduce en una facturación anual de 260.000 dólares. En lo que va del 2017, primer semestre, se ha registrado un total de 75 días de demora de uno de sus proveedores más importantes ubicados en Taiwan, lo que se traduce en un incumplimiento de un 13% del presupuesto de ventas, ya que, no se conoce cuánto de stock debe mantenerse en inventario al momento de hacer un pedido al proveedor.

A pesar de que existe un buen volumen de ventas de ciertos SKU, está presente una incertidumbre sobre de qué productos son los que tienen mayor índice de rotación y en qué temporadas se dan la mayor cantidad de ventas por SKU, por lo que es necesario identificar qué segmento de SKU y cuando deben ser pedidos a los proveedores en mayor o menor cantidad de manera que no exista un costo por estar desabastecidos o sobre abastecidos, problemática que actualmente ocurre de manera habitual, incidiendo en su nivel de servicio, el mismo que disminuye notablemente.

Al no existir políticas claras de cómo debe estructurarse el plan de compras en base a la demanda y con el afán de siempre poder obtener el mejor “rebate” por parte de sus proveedores, Solufer presenta trimestralmente un desabastecimiento de productos de alta rotación, lo que significa que su utilidad puede llegar a ser maximizada empleando modelos que pronostiquen la demanda y determinando cuál será la cantidad óptima que se deberá pedir al proveedor, evitando rotundamente, en productos de alta rotación, el desabastecimiento de los mismos y estableciendo el stock de seguridad ideal que necesita cada uno de ellos.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General.

- Proponer un diseño en el proceso de compras mediante modelos de pronóstico de demanda y cantidad económica de pedido con el fin de aumentar el nivel de servicio de la empresa SOLUFER.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar el estado actual de la política de stock en la cadena de abastecimiento a partir de los históricos de los SKU.
- Segmentar los SKU por medio de una segmentación ABC con el fin de determinar índices de rotación de los ítems dentro de la cartera de productos, evitando así costos de sobre abastecimiento y desabastecimiento.
- Pronosticar el flujo de demanda que existirá de los SKU de alta rotación, para identificar la demanda y la cantidad óptima de pedido a los proveedores.
- Evaluar el beneficio en costos que la empresa obtuvo con estos modelos.

1.8 Alcance.

Este trabajo de titulación tiene como alcance mejorar la rentabilidad de la empresa Solufer, por medio de optimización del proceso de compras, ya que, al ser ésta una empresa cuyo giro de negocio se basa en comprar vender productos de ferretería, debe existir un modelo en el cual la organización pueda optimizar un proceso que es altamente crítico.

El proceso a llevarse a cabo para la implementación del proyecto es primero llegar a identificar, en base a históricos de ventas, el comportamiento de los SKU con el fin de conocer cuál de ellos tienen un mayor grado de rotación.

Luego, poder segmentarlos y así, en los SKU pertenecientes al segmento A (los de mayor índice de rotación), empezar a levantar pronósticos de demanda que permitan conocer un estimado de cómo se comportarán las ventas en los meses próximos, para finalmente determinar la cantidad económica de pedido (EOQ) de los SKU pertenecientes a dicho segmento, logrando así que el proceso de compras tenga un respaldo matemático de cómo debe abastecerse, logrando así una disminución notable en costos directos dentro de la organización.

1.9 Justificación.

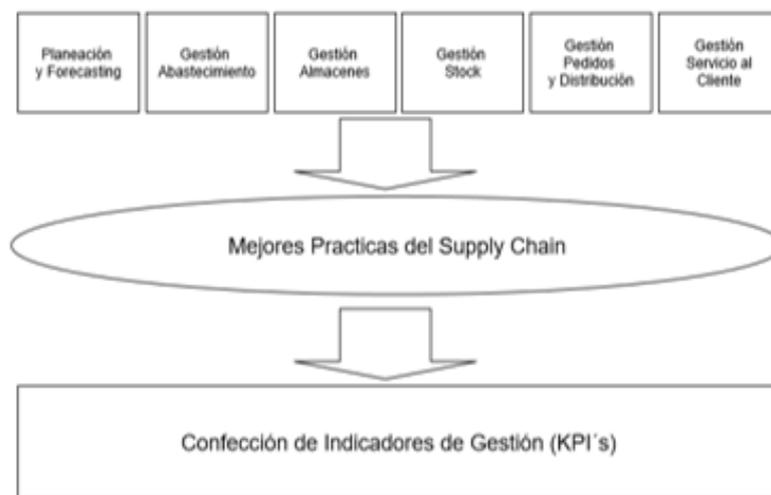


Figura 4. Administración de la Cadena de Suministro

Tomada de. (Operaciones, 2008).

Como se puede identificar en la (Figura 4). Es claro que para poder administrar toda la cadena de abastecimiento o suministro es necesario llevar una planificación de las áreas con el fin de poder manejar planes de control en los procesos logrando así medir el desempeño de los mismos y mejorando constantemente las operaciones.

Dentro del primer inciso que debe llevarse a cabo dentro de la administración de la cadena de abastecimiento, está la segmentación ABC y los pronósticos de demanda de manera que, como mencioné antes, se puedan preparar los medios necesarios para llegar a cumplir con las expectativas de los clientes y así satisfacer sus necesidades.

Para poder abastecer los 4 siguientes pilares, se empleará el modelo del EOQ con el fin de poder determinar la cantidad económica de pedido que permita que la organización pueda manejarse de la mejor manera y así disminuir costos directos que afecten a su margen, así mismo, se determinará un stock de seguridad y los tamaños de lote adecuados con los que se deban manejar cada uno de los SKU's con el fin de maximizar la ganancia en la organización.

2. Capítulo II: Marco Referencial.

2.1 Cadena de Abastecimiento.

La cadena de abastecimiento o suministro, también conocida como "Supply Chain" en inglés, es un "conjunto de empresas que pasan materiales entre ellos" (Mentzer, et al., 2001, p.58). Bajo este concepto, podemos inferir que la cadena de abastecimiento no es más que un conjunto de dos o más empresas que interactúan entre ellas por medio de la entrega o recepción de fuentes, ya sea esta materiales, dinero, información, productos, etc. El objetivo de toda cadena de abastecimiento es poder satisfacer una necesidad latente de sus clientes en base a metodologías y modelos que optimicen el tiempo de entrega desde el contacto con proveedores hasta la recepción del producto o servicio por parte del consumidor final. De igual manera, la cadena de suministro está comprendida por todas las partes interesadas que, ya sea directa o indirectamente, aporten en que el cliente llegue a estar satisfecho. (Chopra & Meindl, 2008)

"Durante la última década el negocio de las empresas son cada vez más globales. Entre 1995 y 2007 el número de filiales en el extranjero se han triplicado de 265.000 a 790.000 y las compañías transnacionales se han doblado de 38.000 a 79.000" (Soto & Rovira, 2009). Hoy en día las organizaciones deben adaptarse a un mundo globalizado donde las barreras de la competencia ya no se limitan a una estructura geográfica, ya sea esta ciudad, país o continente, sino que ahora las organizaciones buscan sobresalir por encima de sus competidores a nivel mundial, y para ello se ven obligadas a integrar de manera holística a todas sus partes interesadas, de manera que todo sus sistema avance en un ritmo continuo y no exista ningún eslabón de su cadena de suministro que impida el crecimiento de la organización.

“Una cadena de abastecimiento incluye a todas las organizaciones envueltas tanto arriba como abajo donde exista un flujo de productos, servicios, financieros e información desde el proveedor hasta el consumidor final” (Mentzer et al., 2001, p.87), como mencioné anteriormente, es de vital importancia que las organizaciones busquen esa integración entre todas sus partes interesadas en base a herramientas o compartiendo información que permita que todos estén al tanto de planes de producción, importación, compras, etc. Para así poder balancear su capacidad o incluso detectar si su capacidad está en condiciones para atender la demanda.

2.1.1 Objetivos de la Cadena de Suministro

“El objetivo de una cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste.” (Chopra y Meindl, 2008, p.56)

Es claro que el grado de rentabilidad es el objetivo más grande dentro de una cadena de suministro, por ello, dentro del PVP (Precio de Venta al Público) de los productos o servicios ofertados, debe estar contemplado todos los costos que fueron parte de la planeación, transformación, distribución de los mismos, es decir, que tanto costos directos e indirectos formarán parte de lo que el cliente pagará al momento de recibir su producto o servicio.

2.1.2 Tipos de Cadenas de Suministros basadas en características.

Tabla 1.

Cadenas de Suministros por Características.

Factor	Eficiencia en las Cadenas de Suministro	Capacidad de respuesta en las cadenas de suministro
Estrategia de Operación	Fabricación para mantener en inventario productos estandarizados; énfasis en volúmenes altos	Ensamblaje por pedido, fabricación para mantener en inventario, énfasis en la variedad
Colchón de Capacidad	Bajo	Alto
Inversión en Inventario	Baja, permite alta rotación de inventario	Según sea necesario para permitir tiempos de entrega rápidos
Tiempo de Entrega	Acortar, pero sin incrementar los costos	Abreviar drásticamente
Selección de Proveedores	Énfasis en precios bajos, calidad consistente y entrega a tiempo	Énfasis en tiempo de entrega rápido, personalización, variedad, flexibilidad en volumen, calidad superior.

Tomado de, L. Krajewski, Ritzman, y Malhotra, 2008, p.35

En base a la tabla presentada, Solufer se alinea a las características de una Cadena de suministro con capacidad de respuesta, ya que, lo que buscan es la entrega inmediata de lo solicitado por el cliente sin importar los costos que tengan que acarrear por cumplir dicho nivel de servicio. Sin embargo, dicho modelo con el que se está trabajando hoy en día, no tiene un sustento matemático que sustente su método de compra, por lo que se maneja empíricamente y basado en juicios de expertos para determinar el volumen de compra de cada SKU, e incluso el método de compra se basa en las restricciones de los proveedores quienes trabajan con cantidades de orden

mínimas (MOQ), sumamente altas de acuerdo al índice de ventas de la compañía.

2.1.3 Cadena de Suministro vs Logística.

La cadena de suministros usualmente suele ser confundida con la logística, pensando que, ambos términos tienen el mismo significado, sin embargo, lo antes mencionado no es cierto puesto que la logística es un eslabón dentro de lo que abarca toda la cadena de abastecimiento. A continuación se presentan los significados y sus categorías de decisiones.

Cadena de Suministro

“La cadena de suministro abarca la planificación y la gestión de todas las actividades relacionadas con el abastecimiento, contratación, conversión y todas las actividades que comprende la gestión logística.” (CSCMP, 2017)

De lo afirmado anteriormente, podemos inferir que la cadena de suministro se encarga de integrar a todas sus partes y tomar decisiones de manera holística visualizando siempre la incidencia en el comportamiento de todo lo que la integra.

De acuerdo con Chopra & Meindl, 2007 existen tres categorías de decisiones que permiten a las cadenas de abastecimiento lograr que sus productos o servicios lleguen a agregar la mayor cantidad de valor, las categorías mencionadas anteriormente son:

- a) Estrategia o diseño de la cadena de suministro: Durante esta fase se lleva a cabo la planeación de la cadena de abastecimiento para los años venideros. Se analizan los recursos, procesos a efectuarse y su método de desarrollo o subcontratación, ubicación, capacidad de producción e instalaciones de almacenamiento, cartera de productos o servicios, medios de transporte y modelos de distribución.
- b) Planeación de la cadena de suministro: En esta fase las decisiones serán tomadas en un horizonte de tiempo de 1Q a un año. Se analizan las restricciones existentes durante la producción con el fin de maximizar la utilidad en la cadena de abastecimiento, para ello se apalancan con pronósticos donde se analiza el comportamiento de la demanda durante el

horizonte analizado. Así mismo, se toman decisiones acerca del nicho de mercado al cual se atacará y las ubicaciones, subcontrataciones y políticas de inventario a emplearse con el fin de cumplir con el nivel de servicio deseado.

- c) Operación de la cadena de suministro: Finalmente , en esta etapa las decisiones son consideradas como quick wins, o victorias rápidas, puesto que el horizonte a analizar durante esta etapa es semanal o diario y buscan tomar decisiones acerca de los pedidos de cada cliente, con el fin de satisfacerlo de manera inmediata generando incentivos hacia ellos. Durante esta etapa se analizan desempeños de la operación y oportunidades de mejora a corto plazo. (Chopra & Meindl, 2008, p.280)

Logística

“La gestión de la logística es la parte de la gestión de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo eficiente y eficaz de los bienes, servicios e información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo para satisfacer a los requisitos de los clientes” (CSCMP, 2017)

Es claro que las barreras dentro de la gestión logística son mucho menores en comparación a lo que abarca la cadena de abastecimiento, ya que en ella únicamente se lleva a cabo la planificación y operación de actividades que incluyen el gestionamiento de transporte, almacenamiento, manejo de material, etc. Así mismo, la logística tiene como misión lograr la entrega perfecta, es decir, poder garantizar la entrega en el lugar correcto al momento correcto con el material indicado.

Para Giani, Laporte & Musmanno, 2004 existen tres tipos de decisiones que se toman dentro de la logística, las mismas que son:

- a) Decisiones Estratégicas: estas decisiones tienen efecto de larga duración, en estas decisiones se buscan diseñar el sistema logístico y adquirir recursos como facilidades, layout de bodegas y planta, tamaño de fletes, etc.
- b) Decisiones Tácticas: Su alcance es de plazo medio e incluye la planeación de producción y distribución así como la designación de lugares de

almacenamiento, estrategias de picking, selección del modo de transportación y estrategias de consolidación.

- c) Decisiones Operacionales: este tipo de decisiones son tomadas en un corto horizonte de tiempo, en su mayoría diario, con el fin de cumplir con el objetivo planteado para el día. Tienen un alcance estrecho y usualmente son consideradas acciones correctivas, su análisis es empírico y sin incidencia en el futuro. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004, p.126)

2.2 Pronósticos.

“El forecasting consiste en la estimación y el análisis de la demanda futura para un producto o servicio en particular, utilizando inputs (entradas) como ratios históricos de venta, estimaciones de marketing e información promocional, a través de diferentes técnicas de previsión. En este sentido, el forecasting en logística barca la predicción de la demanda con el objetivo de mejorar el flujo de información en la cadena de suministro y por lo tanto preparar los medios técnicos, humanos y financieros para soportar las operaciones futuras: estimación de compras, producción, necesidades de almacenaje, necesidades de transporte, etc.” (Operaciones, 2008, p.450)

Un pronóstico de demanda es un conjunto de actividades cuyo enfoque es brindar una estimación del comportamiento de una variable (producto), basado en históricos, empleando diferentes modelos de predicción que se acoplen al comportamiento de la demanda del SKU o el servicio, con el fin de reducir la incertidumbre de la estimación, logrando así, que las organizaciones puedan conocer, de manera visible y lo más exacto posible, cómo será el comportamiento de la demanda de sus productos o servicios, para que así puedan tomar medidas preventivas con el fin de aumentar la eficiencia del tiempo de respuesta hacia sus clientes logrando así alcanzar altos niveles de servicio. (Chase et al., 2009, p.477).

De acuerdo con Chase, los pronósticos de demanda son divididos en 4 técnicas, las mismas que son: cualitativa, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación, las mismas que cuentan con características específicas que permiten a las organizaciones emplearlas de acuerdo a su necesidad y realidad.

Dentro de las series de tiempo, existen cuatro componentes que pueden presentar los datos: Tendencia Estacionaria, Tendencia Estacional, Tendencial y Aleatorio.

- **Tendencia:** Continuidad de las series a largo plazo, el mismo que es producido a nivel medio, es decir, que existe un cambio a largo plazo del promedio o media.
- **Componente Estacionario:** Se refiere a series que son estables en el tiempo, es decir, cuando la media y varianza son constantes en el tiempo.
- **Componente Estacional:** Se refiere a series de tiempo temporales que presentan periodicidad, lo que quiere decir, variación de cierto periodo (mensual, semestral, etc.)
- **Componente Aleatorio:** Dentro de este componente no se encuentra ningún patrón o similitud dentro de la serie, es decir, que el resultado es obtenido de manera aleatoria causado por factores fortuitos que repercuten de manera aislada en la serie de tiempo. (Villavicencio, 2015)

Tabla 2.

Tipos de Pronósticos

Técnicas	Características
Cualitativo	Subjetivas; de juicios. Basados en estimados y opiniones.
Análisis de Series de Tiempo	Basados en el historial de los eventos a través del tiempo, se pueden emplear para proyectar al futuro
Causal	Trata abstraer el sistema subyacente y que rodea al elemento que se va a pronosticar.

Simulación

Son modelos dinámicos, en su mayoría por computadora, que permite hacer suposiciones, acerca de las variables internas y el ambiente externo del modelo

Tomado de Chase et al., 2009, p.56

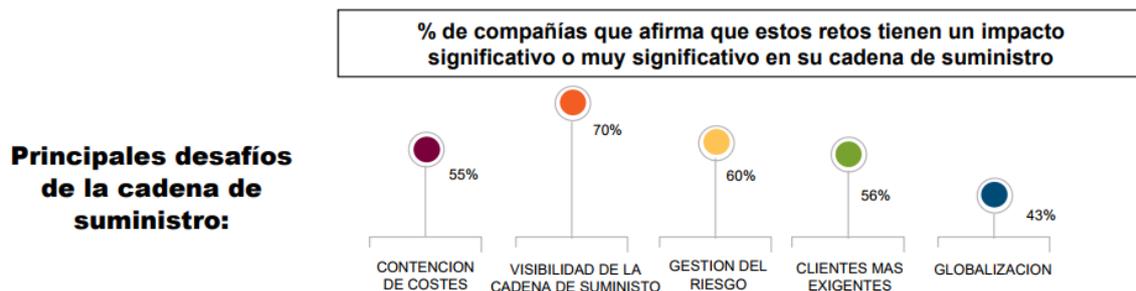


Figura 5. Desafíos de la Cadena de Suministro

Tomada de. (Soto & Rovira, 2009).

En la muestra de compañías que fueron entrevistadas, se determinó que el causante número que impide el crecimiento de sus cadenas de suministro es la ausencia de visibilidad de la misma, esto quiere decir que al no tener una proyección de cómo se comportará en el futuro toda su cadena, ellos no podrán implementar planes que logren satisfacer las necesidades de todas sus partes interesadas, impidiendo así el cumplimiento de su nivel de servicio e incidiendo notablemente en la satisfacción del cliente. Por ello, es de vital importancia que se logre tener un horizonte claro de cómo será el entorno de la organización para poder tener una planificación acorde al mismo.

2.2.1 Importancia de los Pronósticos.

De acuerdo con los autores Hanke y Reitsch, “las organizaciones operan en una atmósfera de incertidumbre y que, a pesar de este hecho, se deben tomar decisiones que afectan al futuro de la organización” (Hanke & Reitsch, 1996). Por esto, las organizaciones y quienes la conforman deben tener un fundamento que permita que las decisiones que sean tomadas para el futuro,

sean lo más acertadas posibles, de manera que se logre un alto nivel precisión en los resultados.

De igual manera, los autores mencionan que para quienes lideran o gerencian las compañías es de mucha importancia las conjeturas académicas, con lo que podemos inferir que es necesario poder levantar información entendiendo el modelo a emplearse y no levantándolo de manera empírica, para así, poder sustentar los resultados y verificar si el mismo está o no acorde a la realidad de la empresa.

2.2.2 Horizonte de Tiempo.

Uno de los métodos empleados para la clasificación de los pronósticos es el horizonte de tiempo donde, se segmentan en tres diferentes clasificaciones cronológicas, los mismos que son presentados en la siguiente figura:

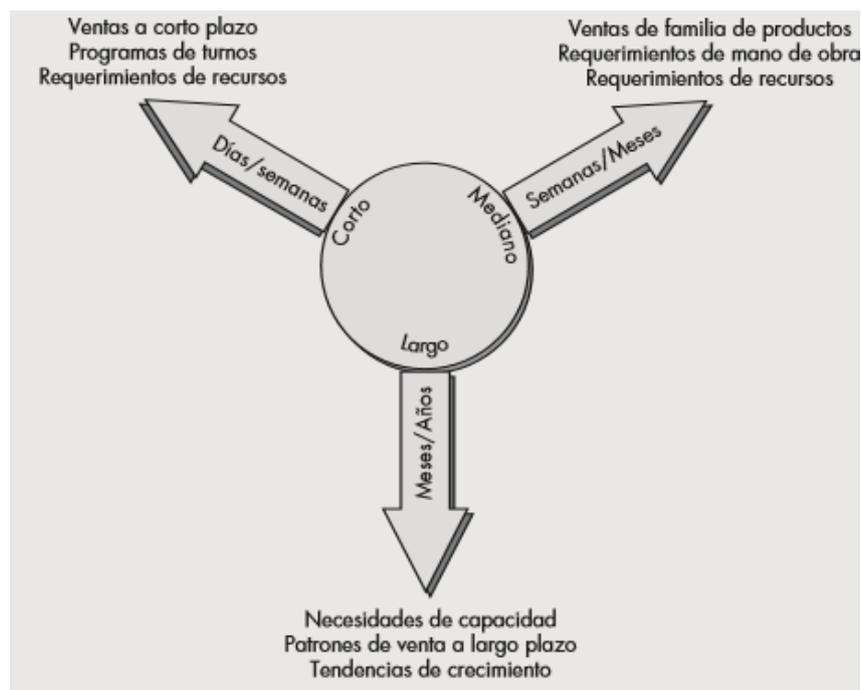


Figura 6. Horizontes de pronósticos en la planeación de operaciones.

Tomado de. (Nahmias, 2007)

En los pronósticos a corto plazo se busca cumplir con planeaciones diarias o semanales, con el objetivo de administrar inventario o medir niveles de reposición basado en las políticas de reabastecimiento. Así mismo, sirven cómo métodos para la medición de indicadores de productividad o

disponibilidad de los empleados. En los de mediano plazo se busca englobar a las familias de productos para el análisis del comportamiento de la demanda con el objetivo de tomar decisiones de mayor impacto. Finalmente, las decisiones de largo plazo buscan desarrollar estrategias globales de la compañía, las mismas que permanecerán en el tiempo y serán de alto impacto en las operaciones. (Nahmias, 2007)

2.2.3 Características de los Pronósticos.

De acuerdo con el doctor Chris Caplice, se han identificado 3 verdades acerca de los pronósticos, las mismas que deben ser consideradas antes de tomar una decisión basada en el cálculo que arroje el modelo escogido para el análisis de los datos.

- a) Están equivocados: esto se debe a que la demanda es esencialmente una variable continua, por lo que al llegar a existir algún tipo de alteración dentro de dicha variable la fiabilidad del mismo disminuirá notablemente y los resultados serán lejos del comportamiento real de la demanda. Así mismo, se debe considerar que cada estimación tiene un grado de error, por lo que no existirá un resultado que empate exactamente con las ventas. Los pronósticos son altamente desagregados, esto quiere decir, que al existir segmentos, niveles o filtros de pronósticos para alcanzar un grado de confianza mayor, realmente el comportamiento real no será el mismo. Finalmente, pueden haber factores externos que incidan en el comportamiento de la demanda así que jamás se logrará obtener un resultado exacto al resultado real obtenido. (Caplice, 2017a)
- b) Pronósticos agregados son más exactos: Al pronosticar conjuntos, grupo o familias de productos, la complejidad disminuye notablemente e incluso la exactitud aumenta en el pronóstico, sin embargo, se debe tomar en cuenta la primera verdad establecida anteriormente. (Caplice, 2017b)
- c) Los pronósticos de horizontes cortos son más exactos: “es más fácil predecir el clima de mañana al clima después de un año”, es claro que al disminuir el horizonte del pronóstico, se podrá conocer el comportamiento de la demanda de una mejor manera, por lo cual lograremos obtener un pronóstico con un menor grado de error. (Caplice, 2017c)

2.2.4 Tipos de Pronósticos.

Existen un sin número de clasificaciones de pronósticos de la demanda, sin embargo los autores Hanke y Reistch agrupa a todos los modelos en dos segmentos importantes y sencillos, los mismos que son:

En primer lugar, se los clasifica de acuerdo a su horizonte de tiempo; es decir, de **largo, mediano o corto plazo**. Las diferencias de cada uno de ellos, fue brindada posteriormente donde se abordó el tema de horizontes de tiempos.

De igual manera, los pronósticos pueden llegar a ser clasificados de acuerdo a su posición en el **entorno micro o macro**, con esto se refiere a que, la magnitud del medio al cual se quiere pronosticar. Un ejemplo claro es el de levantar un pronóstico de la cantidad de recursos a emplearse dentro del siguiente trimestre (micro pronóstico), a diferencia de un pronóstico de la cantidad de personal a emplear para toda la región (macro pronóstico). Estos tipos de pronósticos se levantan de acuerdo al nivel jerárquico que se ocupa dentro de la organización, como es el caso de un director regional, donde las barreras de planificación y control son mucho más amplias que las de un gerente o supervisor.

Como métodos de pronósticos, existen varios modelos que pueden ser empleador por las organizaciones, sin embargo, la clasificación de los mismos está dividida en dos grupos que se caracterizan por su tendencia:

Dentro del primer segmento encontramos a todos los modelos que no necesitan de datos que abalen el comportamiento de la demanda, sino más bien, se maneja en base al juicio de un experto, quien es el encargado de ser quien levanta el pronóstico. Dichas técnicas, son conocidas como **cualitativas**, donde claramente son manejadas empíricamente.

Por otro lado, tenemos las técnicas **cuantitativas**, donde el juicio no es requerido, sino más bien se basan en datos levantados durante un tiempo determinado y se analiza su comportamiento basado en modelos matemáticos que dan como resultado el pronóstico.

2.2.4.1 Pronósticos Cualitativos

Estos pronósticos, como mencioné anteriormente, son realizados de manera empírica, por lo que el pronosticador es quien de acuerdo a su experiencia decide cómo será el comportamiento de lo que se desea pronosticar. El grado de deficiencia de estas técnicas suelen ser altas por lo que se manejan con un índice de desviación mayor. Como ventaja se tiene que se puede llegar a identificar el cambio sistemático con rapidez y la interpretación del efecto será mucho más simple.

Las técnicas que abarca este segmento es sumamente diverso, Schroeder proporciona una clasificación de las técnicas mayormente utilizadas y da las características de cada uno de ellos. Como característica esencial de estos pronósticos, es que el horizonte de tiempo, en su mayoría, es de mediano y largo plazo donde se involucran situaciones como diseño de procesos o capacidad de instalaciones.

Métodos cualitativos	Descripción del método	Usos	Exactitud (en un plazo)			Identificación del punto de retorno	Costo relativo
			corto	mediano	largo		
1. Delphi	Pronóstico desarrollado mediante un grupo de expertos que responden preguntas en rondas sucesivas. Las respuestas anónimas del grupo retroalimentan en cada ronda a todos los participantes. Se pueden usar entre tres y seis rondas para lograr un consenso sobre el pronóstico.	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones. Pronósticos tecnológicos para evaluar cuándo pueden presentarse los cambios tecnológicos.	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a muy buena	Regular a buena	Medio a alto
2. Estudios de mercado	Grupos, cuestionarios, pruebas de mercado o estudios que se usan para obtener datos sobre las condiciones del mercado.	Pronósticos de las ventas totales de la compañía, De grupos de productos importantes o de productos individuales.	Muy buena	Buena	Regular	Regular a buena	Alto
3. Analogía de los ciclos de vida	Predicción basada en la fase de introducción, crecimiento y saturación de productos similares. Aprovecha la curva de crecimiento de las ventas en forma de S.	Pronósticos de ventas a largo plazo para planeación de capacidad o instalaciones.	Mala	Regular a buena	Regular a buena	Mala a regular	Medio
4. Juicio informado	Pronóstico que puede hacer un grupo o un individuo basándose en sus experiencias, intuición o hechos relacionados con la situación. No se usa un método riguroso.	Pronósticos de ventas totales y de productos individuales.	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Mala a regular	Bajo

Figura 7. Métodos de Pronósticos Cualitativos

Tomada de: (Schroeder, 1996)

2.2.4.1 Pronósticos Cuantitativos.

“Todas las técnicas cuantitativas se apoyan en la suposición de que el pasado pueda extenderse hacia el futuro de manera significativa para proporcionar pronósticos precisos. Las técnicas cuantitativas se clasifican frecuentemente en dos categorías: estadísticas y determinísticas o causales.” (Schroeder, 1996)

Lo que buscan las técnicas estadísticas es enfocarse en el comportamiento de la demanda por medio de patrones. Estas técnicas se basan en dos enfoques. El primer enfoque emplea métodos basados en series de tiempos, lo que supone que el patrón que siguen los datos se basan en tendencia, ciclo, estacionalidad e irregularidad. El segundo enfoque emplea métodos causales donde se basan primordialmente en conceptos estadísticos con un enfoque econométrico y aísla la posibilidad de que los datos estén separados por componentes.

Las técnicas más empleadas e identificadas por Schroeder son:

Métodos por series de tiempo	Descripción del método	Usos	Exactitud (en un plazo)			Identificación del punto de retomo	Costo relativo
			corto	mediano	largo		
1. Promedio móvil	El pronóstico se basa en un promedio aritmético ponderado de un número de puntos de datos del pasado.	Planación de corto a mediano plazo para inventarios, niveles de producción y programación. Es bueno cuando hay muchos productos.	Mala a muy buena	Mala	Muy mala	Mala	Bajo
2. Suavización exponencial	Similar al promedio móvil y da un mayor peso exponencial a los datos más recientes. Bien adaptado para usarse con computadoras y cuando es necesario pronosticar un gran número de artículos.	Igual que el promedio Móvil	Regular a muy buena	Mala a buena	Muy mala	Mala	Medio
3. Modelos matemáticos	Un modelo lineal o no lineal ajustado con los datos de series de tiempo, normalmente mediante regresión. Incluye las líneas de tendencias, polinomios, logaritmos lineales, series de Fourier, etcétera.	Igual que el promedio móvil pero con limitaciones debido al costo y a su uso con pocos productos.	Muy buena	Regular a buena	Muy mala	Mala	Bajo a medio
4. Box-Jenkins	Métodos de autocorrelación que se usan para identificar las series de tiempo subyacentes y para ajustar el "mejor" modelo. Se necesitan aproximadamente 60 puntos de datos del pasado.	Limitado debido al costo de los productos que requieren de pronósticos muy exactos a corto plazo.	Muy buena a excelente	Regular a buena	Muy mala	Mala	Medio a alto

Figura 8. Métodos de Pronósticos Cuantitativos

Tomada de: (Schroeder, 1996)

Métodos causales	Descripción del método	Usos	Exactitud (en un plazo)			Identificación del punto de retorno	Costo relativo
			corto	mediano	largo		
1. Regresión	Este método relaciona la demanda con otras variables externas o internas que tienden a cambiar la demanda. Este método de regresión utiliza los mínimos cuadrados para obtener un mejor ajuste entre las variables.	Planeación a corto y mediano plazo para producción agregada o inventarios que involucren a pocos productos. Útil cuando hay estrechas relaciones de causa y efecto.	Buena a muy buena	Buena a muy buena	Mala	Muy buena	Medio
2. Modelo econométrico	Un sistema de ecuaciones de regresión independientes que describe algún sector de la economía o actividad lucrativa.	Pronóstico de ventas por clases de producto para planeación a corto y mediano plazo.	Muy buena a excelente	Muy buena	Buena	Excelente	Alto
3. Modelo de insumo	Un método para pronosticar que describe el flujo de un sector de la economía a otro para predecir los insumos que se necesitan para producir los productos que requiere otro sector.	Pronósticos de ventas de toda la compañía o de todo el país por sector <i>económico</i>	No disponible	Buena a muy buena	Buena a muy buena	Regular	Muy alto
4. Box-Jenkins	Simulación del sistema de distribución para describir los cambios en las ventas y flujos del producto en el tiempo. Refleja los efectos del canal de distribución.	Pronósticos de las ventas de toda la compañía por grupos importantes de productos.	Muy buena	Buena a muy buena	Buena	Buena	Alto

Figura 9. Métodos de Pronósticos Cuantitativos

Tomada de. (Schroeder, 1996)

Este tipo de modelos son mayormente utilizados por las organizaciones, puesto que analizan el comportamiento del histórico de ventas y pronostican en base a ello. En este trabajo de titulación, emplearemos modelos de pronósticos cuantitativos, con el fin de obtener resultados certeros basados en la realidad de ventas de la organización.

2.2.4.1.1 Métodos de Pronósticos en Series Estacionarias.

Toda observación de variables a lo largo del tiempo, datos recopilados, registrados u observados sobre incrementos sucesivos de tiempo, es denominado **serie de tiempo**. (German & Calvario, 2007)

Las series de tiempo exponencial son aquellas en las cuales su representación es mediante una constante y una fluctuación aleatoria, es decir:

$$D_t = \mu + \varepsilon_t \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

μ = Constante desconocida correspondiente a la media de la serie de tiempo.

ε_t = Error aleatorio con media cero y varianza σ^2

Las funciones más empleadas dentro de las series de tiempo exponenciales son promedios móviles y suavizamiento exponencial.

2.2.4.1.1.1 Promedio Móvil Simple.

Este método de pronósticos es uno de los más sencillos y de mayor uso por parte de las organizaciones que buscan conocer el futuro de sus ventas basado en históricos. En un promedio móvil de orden N se busca analizar el promedio aritmético de las N observaciones más recientes.

Dentro de este modelo, la función F_t es el pronóstico analizado en el periodo $t-1$ para el período t , y se define por:

$$F_t = (1/N) \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i = (1/N)(D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-N}). \quad (\text{Ecuación 1})$$

Lo que podemos interpretar de esta fórmula es, que el promedio de las observaciones N más recientes se emplea como el pronóstico para el periodo

siguiente. Es importante considerar emplear este modelo de pronóstico cuando existe una tendencia notable en las series. (Nahmias, 2007)

2.2.4.1.1.2 Suavizamiento Exponencial.

Este modelo es mayormente empleado cuando las series de tiempo poseen una tendencia estacionaria. A diferencia de los promedios móviles, el suavizamiento exponencial prioriza a las ocurrencias más recientes, por lo que, según se interpreta, los datos pierden importancia conforme la distancia del pasado (Chase et al., 2009). El pronóstico es definido como la ponderación del promedio del pronóstico pasado vs el valor obtenido de las ventas reales. (Nahmias, 2007). Es decir,

Nuevo pronóstico =

α (Observación actual de demanda) + (1 - α) (Último pronóstico).

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}, \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

α = *Constante de Suavización*

$(1-\alpha)$ = *Peso asignado a las observaciones pasadas de la demanda*

En esta ecuación, podemos inferir que el pronóstico nuevo es igual al pronóstico obtenido previamente más una proporción del error obtenido entre la demanda observada y el pronóstico antiguo. Dicha proporción puede ser controlada o estabilizada en base al valor que se llegue a dar a α . Es por esto, que es necesario la recopilación de datos históricos para el levantamiento de dicho pronóstico y a su vez emplear un método de pronóstico con el cual podamos contrastar para así obtener una aproximación más certera sobre lo que ocurrirá en un futuro. Los valores de la constante de suavización pueden fluctuar entre 0 y 1, y esto significa que, si el valor de α se acerca o tiende a acercarse al 1, se prioriza o se pondera con mayor grado a las observaciones más próximas de la demanda, permitiendo así que los pronósticos reaccionen de manera rápida a los patrones de demanda, sin embargo, esto puede ocasionar mucha variación entre periodos. Por el otro lado si α tiende a

acercase a 0, se asignará mayor peso en los datos pasados generando así pronósticos más estables.

2.1.1.1.1 Métodos de Pronósticos basados en la Tendencia.

Los métodos antes mencionados, sufren un gran problema en lo que corresponde a la tendencia y es que la retrasan, generando así un vacío al momento de seguir al patrón establecido por la demanda. Debido a lo mencionado anteriormente, se recomienda emplear otras técnicas que consideren el factor tendencia, esto con el fin de acercarnos lo más posible a la realidad.

2.1.1.1.1.1 Regresión Lineal

Cooper define a la regresión lineal como “una correlación entre un evento principal o predecible y las ventas de la SKU que dependen de la demanda.”(Bowersox, Closs, & Cooper, 2007). Esto quiere decir que, para una regresión lineal, es importante manejar dos o más variables donde una será la base de la otra.

“Para los métodos de regresión debe especificarse un modelo antes de que se recopilen los datos y se gestione el análisis. El caso más sencillo es el siguiente modelo lineal de una sola variable:”(Nahmias, 2007)

$$y = a + bx \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

y= demanda estimada

x= variable independiente (supone ser causa de y)

a= intersección y

b= pendiente

La regresión lineal es empleada en pronósticos de series de tiempo y en pronósticos de relaciones causales. En el primer caso, la variable dependiente cambia en relación al tiempo. Por el otro lado, en relaciones causales, la variable cambia debido a la otra. (Chase et al., 2009)

Dentro del método de mínimos cuadrados, se busca ajustar la recta que minimizan la suma de los cuadrados de la distancia vertical entre cada punto de datos y el punto correspondiente en la recta. (Chase et al., 2009). En este método lo que se busca es una aproximación a los datos, por medio de una recta generando estabilidad en la demanda. Chase grafica claramente lo que el método de mínimos cuadrados tiene como objetivo:

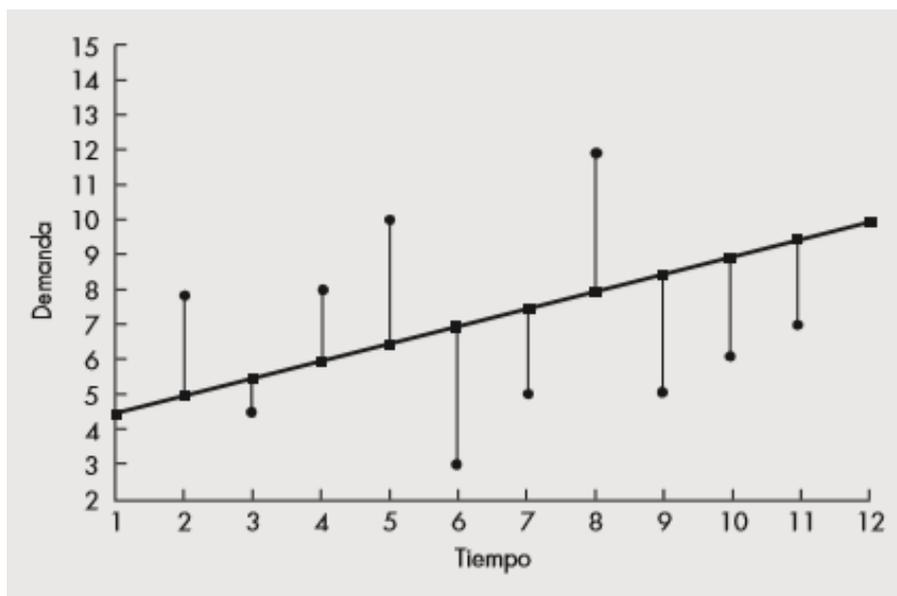


Figura 10. Recta de la regresión en mínimos cuadrados.

Tomada de. (Chase et al., 2009)

La suma de los cuadrados de la diferencia de los puntos de datos trazados y el punto de la recta es:

$$(y_1 - Y_1)^2 + (y_2 - Y_2)^2 + \dots + (y_{12} - Y_{12})^2 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Una recta, cuyo resultado de esta ecuación sea mínimo, quiere decir que es la más aproximada a la realidad de los datos y por lo tanto esta es la más apegada a la realidad.

Dentro del método de mínimos cuadrados, también deben obtenerse los valores de "a" y "b", los mismos que constan en la **ecuación 4**, las ecuaciones para obtener dichos valores son:

$$a = \bar{D} - b(n + 1)/2, \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

$$S_{xy} = n \sum_{i=1}^n iD_i - \frac{n(n+1)}{2} \sum_{i=1}^n D_i, \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$S_{xx} = \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{n^2(n+1)^2}{4}, \quad (\text{Ecuación 9})$$

2.1.1.1.1.1 Suavizamiento Exponencial Doble usando el método Holts

En este método se busca continuamente seguir a las series de tiempo cuya tendencia es de forma lineal. Se requieren dos constantes de suavizamiento las mismas que son α y β , y se emplean dos ecuaciones de suavizamiento: una para el valor de la serie (intercepción) y otra para la tendencia (pendiente). (Nahmias, 2007).

Las ecuaciones anteriormente mencionadas son:

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}), \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1}. \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

S_t : Valor de la intercepción n en el tiempo t

G_t : Valor de la pendiente en tiempo t

D_t : Observación de la demanda más común

α y β : constantes de suavizamiento, es recomendable que la constante de la pendiente sea mayor.

La ecuación del pronóstico está dado por:

$$F_{L,t+\tau} = S_t + \tau G_t. \quad (\text{Ecuación 12})$$

2.2.4.1.1.3 Métodos para series estacionales.

Nahmias define a una serie estacional como: un patrón que se repite cada N periodos, para algún valor de N , el mismo que debe ser mínimo de 3 periodos. (Nahmias, 2007)

Es necesario identificar el tiempo de duración de la estación (c_t), es decir, el número de periodos antes de que la estación comience a repetirse.

$$\sum C_t = N \quad \text{para } 1 \leq t \leq N$$

(Ecuación 13)

2.2.4.1.2 Factores estacionales para series estacionarias.

Para este método se intenta calcular factores que tengan componentes estacionales para una serie de tiempo cuya variación sea estacional y no disponga de tendencia alguna. Es necesario, para la obtención de un análisis que se acerque a la realidad, que se tenga como mínimo dos estaciones de datos.

Para el cálculo de este modelo se emplea el siguiente método:

- Calcular el promedio obtenido de los datos analizados.
- Dividir las observaciones, cada una de ellas, por el promedio obtenido de la muestra. Como resultado se obtienen los factores estacionales de cada periodo presente en el análisis.
- Finalmente, se debe obtener un promedio de los factores con los periodos semejantes dentro de cada estación. Los promedios resultantes son los N factores estacionales. Como regla de oro, siempre sumarán exactamente N.

2.2.4.1.2.1 Método Winters para problemas estacionales.

Este método es conocido como suavizamiento exponencial triple, y una de sus ventajas es su facilidad de actualizar conforme se disponga de nuevos datos.

(Nahmias, 2007)

La ecuación del modelo es:

$$D_t = (\mu + G_t) C_t + \epsilon_t \quad (\text{Ecuación 14})$$

Donde:

μ = Señal base o intercepción en el tiempo $t=0$, excluyendo la estacionalidad.

G_t = Componente de tendencia o pendiente.

C_t = Componente estacional multiplicativo en el periodo t .

ϵ_t = Término error.

La duración de la estación es exactamente N periodos y los factores estacionales son los mismos cada estación y tienen la propiedad de que

$$\sum C_t = N$$

. Se usan tres ecuaciones de suavizamiento en cada periodo para actualizar los cálculos de series desestacionalizada, los factores estacionales y la tendencia. Estas ecuaciones se manejan con tres constantes de suavización α, β y γ .

- a) *La Serie*. En esta ecuación se divide el factor estacional apropiado, con el objetivo de desestacionalizar la demanda observada recientemente. Una vez realizado esto, es necesario promediar el pronóstico actual para la serie que se desestacionalizó, así como se lo realiza en el método Holt's. Está dada por:

$$S_t = \alpha(D_t/c_{t-N}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}). \quad (\text{Ecuación 15})$$

- b) *La Tendencia*. Su actualización es de manera similar a la del método de Holt. Está dado por:

$$G_t = \beta[S_t - S_{t-1}] + (1 - \beta)G_{t-1}. \quad (\text{Ecuación 16})$$

- c) *Los Factores Estacionales*.

$$c_t = \gamma(D_t/S_t) + (1 - \gamma)c_{t-N}. \quad (\text{Ecuación 17})$$

La relación existente entre la observación más cercana de demanda sobre la aproximación actual de la demanda tiene como objetivo dar el resultado estimado del factor estacional, luego de esto, se promedia con el mejor estimado previo del factor estacional C_{t-N} . Cuando se actualicen los factores estacionales, se deben normalizar los N factores más recientes, esto con la finalidad de que sumen N. Finalmente, el pronóstico levantado en el periodo t para cualquier periodo futuro $t+\tau$ está dado por:

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t)c_{t+\tau-N}. \quad (\text{Ecuación 18})$$

Para este tipo de pronóstico debe suponerse que $t \leq N$.

2.2.4.1.2.2 Procedimiento Método Winters

Los estimados iniciales de la serie, la pendiente y los factores estacionales son de suma importancia para iniciar el método. El mínimo de estaciones que debe existir para emplear este método es de dos, lo que se traduce en $2N$ datos, así mismo suponemos que el periodo actual es $t = 0$, así que las observaciones pasadas se marcan como.

$$D_{-2N+1}, D_{-2N+2}, \dots, D_0. \quad (\text{Ecuación 19})$$

El procedimiento para llevar a cabo el método antes mencionado es el siguiente:

1. Calcular por separado la media de la muestra de las dos estaciones de datos.

$$V_1 = \frac{1}{N} \sum_{j=-2N+1}^{-N} D_j \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$V_2 = \frac{1}{N} \sum_{j=-N+1}^0 D_j \quad (\text{Ecuación 21})$$

2. Definir $G_0 = (V_2 - V_1)/N$ como la aproximación de la pendiente inicial. Si existe $m > 2$ estaciones disponibles, se debe calcular V_1, \dots, V_m como en el paso 1 y definir

$G_0 = (V_m - V_1)/[(m - 1)N]$. Si V_1 es localizado en el centro de la primera estación de datos, entonces G_0 es simplemente la pendiente de la línea que conecta V_1 y V_2 .

3. Igualar $S_0 = V_2 + G_0[(N - 1)/2]$ con el fin de estimar el valor de la serie de tiempo en $t=0$.
4. a) Calcular los factores estacionales iniciales para cada periodo del cual se tiene datos disponibles y después se promedian con el objetivo de obtener un conjunto de factores estacionales. Los factores estacionales iniciales se obtienen al dividir cada una de las observaciones iniciales entre el punto a lo largo de la línea que conecta V_1 y V_2 , lo que se representa en la siguiente ecuación:

$$c_t = \frac{D_t}{V_t - [(N + 1)/2 - j]G_0} \quad \text{para } -2N + 1 \leq t \leq 0, \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde $i=1$ para la primera estación, $i=2$ para la segunda estación j es el periodo de la estación. Esto es, $j=1$ para $t=-2N+1$ y $t=-N+1$; $j=2$ para $t=-2N+2$ y $t=-N+2$, y así sucesivamente.

b) Promediar los factores estacionales. Si se asumen exactamente dos estaciones de datos iniciales, se obtiene:

$$c_{-N+1} = \frac{c_{-2N+1} + c_{-N+1}}{2}, \dots, c_0 = \frac{c_{-N} + c_0}{2}. \quad (\text{Ecuación 23})$$

c) Finalmente se normalizan los factores estacionales:

$$c_j = \left[\frac{c_j}{\sum_{i=0}^{-N+1} c_i} \right] \cdot N \quad \text{para } -N+1 \leq j \leq 0. \quad (\text{Ecuación 24})$$

2.2.5 Medición de Errores en Pronósticos.

La exactitud de una predicción se refiere a la diferencia entre las predicciones y las ventas reales correspondientes (Bowersox et al., 2007). Debido a que el futuro no se refleja perfectamente por el pasado, sino únicamente se estima lo que ocurrirá, el pronóstico de la demanda futura por lo general tendrá cierto grado de error. (Ballou, 2004)

De acuerdo con Chopra, existen dos razones fundamentales por las que se manejan los errores de inventarios las mismas que son:

1. Verificar si el modelo del pronóstico actual logra predecir de manera precisa la demanda real en base a un componente sistemático.
2. Todos los planes de contingencia deben considerar el error del pronóstico, es decir que en base al grado de error obtenido, deben anticiparse a cualquier desviación, ya sea esta positiva o negativa, existente en el pronóstico con el afán de cumplir con la expectativa de los clientes. (Chopra & Meindl, 2008)

2.2.5.1 Error Cuadrático Medio (MSE)

Este método se relaciona con la varianza del error del pronóstico.

$$MSE_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i^2 \quad (\text{Ecuación 25})$$

2.2.5.2 Desviación Absoluta (At)

Se refiere al valor absoluto obtenido del error en el periodo t .

$$A_t = |E_t| \quad (\text{Ecuación 26})$$

2.2.5.3 Desviación Absoluta Media (MAD)

Es la media de los errores absolutos en todos los periodos.

$$MAD_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad (\text{Ecuación 27})$$

2.2.5.4 Error Media Absoluto Porcentual (MAPE)

Se refiere al valor absoluto de la media del error, se lo representa en manera

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{E_t}{D_t} \right| 100}{n} \quad \text{nda.} \quad (\text{Ecuación 28})$$

Con el objetivo de determinar si el modelo empleado del pronóstico tiene una tendencia a sobreestimar o subestimar la demanda, se debe emplear la adición de los errores presentes en el pronóstico, esto con el objetivo de evaluar dicha tendencia, donde se sostiene lo siguiente:

$$Bias_n = \sum_{t=1}^n E_t \quad (\text{Ecuación 29})$$

La desviación estará fluctuando entre valores cercanos al 0 si el error es en verdad aleatorio y no se sesga hacia un lado u otro. Lo ideal es que de la gráfica de los errores su pendiente sea igual a 0, y por ello esta será una línea recta.

La señal de rastreo TS, es el cociente del sesgo y la MAD y está dada por:

$$TS_t = \frac{bias_t}{MAD_t} \quad (\text{Ecuación 30})$$

Si la TS en algún periodo está fuera del rango ± 6 , es una señal de que el pronóstico tiene sesgo y está subpronosticado ($TS < -6$) o sobrepronosticado ($TS > +6$). Si este es el caso, se debe optar por elegir un nuevo método de pronóstico.

2.3 Inventario.

“El inventario abarca toda la materia prima, el trabajo en proceso y los bienes terminados dentro de la cadena de suministro. Cambiar las políticas de inventario puede alterar drásticamente su eficiencia y capacidad de respuesta.” (Chopra & Meindl, 2008). Toda clase de material ya sea este, materia prima,

trabajo en proceso o producto terminado, forma parte de lo que conocemos como inventario.

“Los motivos básicos para crear inventarios son: protegerse contra incertidumbres, permitir la producción y compra bajo condiciones económicas ventajosas, cubrir cambios anticipados de la demanda y la oferta y mantener el tránsito entre los puntos de producción o almacenamiento”(Prada Gutierrez, 2009). El inventario permite que las organizaciones puedan estar preparadas en caso de cualquier imprevisto y así logren satisfacer a sus clientes de manera oportuna sin tener que perder su nivel de servicio.

Las organizaciones hacen énfasis en el análisis de sus niveles de inventario, ya que, gracias a esto su grado de respuesta puede ser medido e incluso podría resultar en pérdida o aumento de clientes.

2.3.1 Manejo de Inventarios

Existen varios modelos con los cuales se puede trabajar, administrar y optimizar los inventarios, los mayormente utilizados son:

- Justo a Tiempo (JIT).
- Cantidad Económica de Pedido (EOQ).
- Políticas de inventario periódicas y permanentes.
- Inventario gestionado por el vendedor.
- Segmentación ABC.

Cada modelo puede ser empleado dependiendo del giro de negocio y las políticas establecidas por las compañías.

2.3.1.1 Modelo Justo A Tiempo.

Dentro de este modelo de gestión de inventarios, se busca trabajar con la mínima cantidad de material almacenado, ya sea en materia prima, trabajo en proceso o producto final. Este tipo de modelo es empleado mayormente en empresas cuya demanda es extremadamente alta y por lo general todo lo que se produce ya se encuentra vendido.

2.3.1.2 EOQ (Economic Order Quantity).

“El modelo de la cantidad económica de pedido (Economic Order Quantity, EOQ) brinda la cantidad necesaria a pedir con el fin de equilibrar estos dos componentes fundamentales del costo. Al determinar la EOQ y dividirla entre la demanda anual, se identifican la frecuencia y el tamaño de los pedidos de reorden que minimizan el costo total del ciclo del inventario” (Bowersox et al., 2007)

Para implementar la EOQ es necesario que se cumplan las siguientes suposiciones:

- La variable de la demanda del ítem debe ser constante y debe conocerse.
- Las restricciones por tamaño del lote no deben existir. (Por ejemplo, capacidades de envío o manejo de materiales).
- Los dos únicos costos relevantes son el de mantenimiento de inventario y el costo fijo por lote, tanto de hacer pedidos como de preparación.
- Las decisiones referentes a un artículo pueden tomarse independientemente de las decisiones correspondientes a los demás. Es decir, no existe ventaja alguna al combinar varios pedidos que vayan dirigido al mismo proveedor.
- El tiempo de espera es constante (Lead Time), y se conoce con certeza. La cantidad recibida es exactamente la que se pidió y las remesas llegan completas y no en partes.

Teóricamente, las organizaciones deben cumplir con las cinco suposiciones mencionadas anteriormente, sin embargo, en la realidad muy pocas situaciones son así de simples, es por esto que la EOQ constituye en su mayoría una aproximación razonable del tamaño de lote apropiado, aun cuando una o varias de las suposiciones expuestas anteriormente no se cumplan.

El Autor Lee Krajewski presenta algunos lineamientos o puntos clave de cuando usar o modificar la EOQ.

No usar la EOQ.

- Si se emplea la estrategia de “Fabricación por Pedido”, y el cliente indica que el pedido completo debe entregarse en un solo embarque. Es decir,

que al emplear el modelo justo a tiempo o pull el modelo de la EOQ no podrá ser utilizada.

- Si el tamaño del pedido está restringido por limitaciones de capacidad.

Modifique la EOQ.

- Si se otorgan descuentos considerables por cantidad cuando se ordenan lotes grandes.
- Si el reabastecimiento del inventario no es instantáneo, lo que puede ocurrir si los artículos tienen que usarse o venderse en cuanto se terminan sin esperar a que todo el lote esté completo.

Use la EOQ.

- Si sigue una estrategia de “fabricación para mantener en inventario” y el artículo maneja una demanda relativamente estable.
- Si se conoce los costos por mantenimiento de inventario, preparación o por hacer pedidos, y éstos son relativamente estables.

Para el proyecto de titulación, se empleó el modelo EOQ para poder determinar la cantidad óptima que debe ser pedida al proveedor de manera que se disminuyan costos como el de sobreabastecimiento o desabastecimiento.

2.3.1.2.1 Cálculo de la EOQ

Cómo fue mencionado anteriormente, es necesario determinar el costo de mantener inventario, el mismo que se calcula por medio de la siguiente ecuación:

Costo anual por mantener inventario= (Inventario de ciclo promedio*costo por mantener unitario) (Ecuación 31)

Así mismo, previo al análisis de la EOQ, se debe conocer el costo anual por hacer pedidos, el mismo que se calcula de la siguiente manera:

Costo anual por hacer pedidos= (Número de pedidos por año*Costo por hacer pedidos o de preparación) (Ecuación 32)

Finalmente, es necesario calcular el costo anual del inventario de ciclo, el mismo que se calcula:

$$C = \frac{Q}{2}(H) + \frac{D}{Q}(S)$$

(Ecuación 33)

Donde:

C= Costo total anual del inventario.

Q= Tamaño del lote, en unidades.

H= Costo de mantener una unidad en inventario durante un año; a menudo se expresa como un porcentaje del valor.

D= Demanda anual en unidades por año.

S= Costo por hacer pedidos o preparar lote, en dólares por lote.(Krajewski & Ritzman, 2012)

Una vez calculados los parámetros anteriores, se procede a calcular la EOQ, la misma que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad \text{(Ecuación 34)}$$

Es importante recordar que la EOQ es la cantidad de pedido con la cual el costo anual por mantenimiento de inventario es igual al costo anual por hacer pedido, en otras palabras, el costo de tener un producto en inventario se iguala al costo del pedido. (Krajewski & Ritzman, 2012).

2.3.1.3 Políticas de inventarios periódicas y permanentes.

En las políticas de inventarios periódicos, la herramienta fundamental para determinar el tamaño de inventario con el que consta el almacén es el conteo cíclico, ya que, con ello se valida el volumen de inventario en base a las cantidades físicas existentes en percha.

2.3.1.4 Inventario Gestionado por el Vendedor.

En este modelo el vendedor es fundamental para el registro de inventarios, ya que, es él quien en base el índice de ventas alimenta una base de datos, la misma que va extrayendo el inventario de acuerdo con lo que el vendedor ingrese. Este método es empleado en su mayoría en compañías que

comercializan productos de consumo masivo, ya que es la manera más rápida y dinámica de manejar y gestionar sus inventarios.

2.3.1.5 Segmentación ABC.

Las organizaciones disponen de miles de SKU en inventario, sin embargo, sólo un pequeño porcentaje de los mismos merecen un cuidado especial, un mayor grado de atención y control por parte de los mandos altos. (Krajewski & Ritzman, 2012) “(...) los artículos se clasifican de dos maneras: su valor en dinero o su valor de frecuencia de uso. En muchos casos se utiliza una combinación de las dos. Esto permite distinguir tres categorías de productos y cada una de ellas debe definirse en función de la parte de la cifra de negocios que representa” (Aar & Vargas, 2013).

Esta herramienta es empleada en la mayor cantidad de organizaciones nivel mundial para segmentar inventarios, con el objetivo de poder controlarlos y evitar desperdicios o faltantes dentro de sus bodegas. Dependiendo de la magnitud de la organización y la cantidad de su cartera de productos, las empresas pueden optar por expandir la segmentación por más de tres divisiones, así mismo, las variables o los filtros a emplear para la estratificación de inventarios, varían de acuerdo al giro de negocio.

En base a este principio, se definió cuál de los SKU dentro de la cartera de productos de Solufer pertenecen al segmento A o B o C, de manera que exista un trato diferente para cada uno de ellos basado en diferentes aspectos de alto impacto e importancia para la organización.

Para este análisis se empleará un nuevo método propuesto por el Doctor Muddassir (Muddassir & Caceres, 2017), quien dice que para segmentar los inventarios es necesario considerar tres factores, los mismos que son:

- Costo de Compra
- Cantidad de Unidades Vendidas
- Dólares Vendidos por SKU

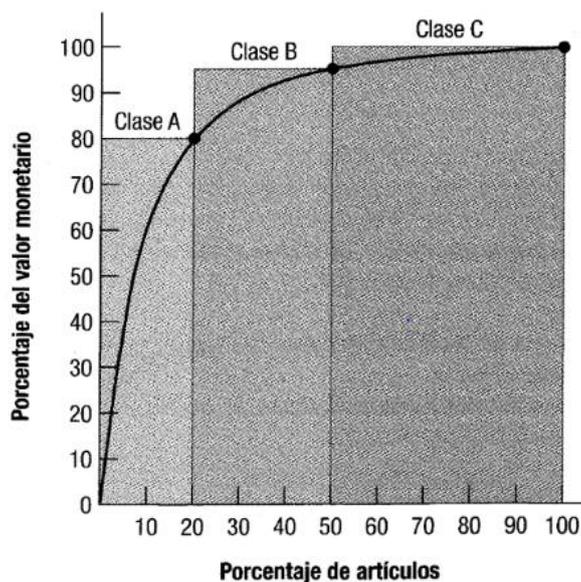


Figura 11. Segmentación de Inventarios ABC

Fuente. (Krajewski & Ritzman, 2012)

2.4 Trading Company.

Un trading Company o empresa de comercio también conocida como empresas comercializadoras o importadora, son aquellas organizaciones cuyo giro de negocio se basa en la compra de productos, ya sean para exportar o importar, de manera que puedan venderlos en un país determinado. Estas empresas trabajan con sectores que manejan altos niveles de producción tales como materias primas, productos semifabricados, metales, productos químicos, etc. (Llamazares, 2010).

3. Capítulo III: Análisis y Propuesta de Optimización del proceso de Compras.

Dentro de este capítulo, se levantará el análisis del comportamiento de las ventas de Solufer en el año 2016, esto con el fin de conocer el comportamiento de las ventas de los SKU por proveedor. Así mismo, se analizarán los datos y se estimará el comportamiento de las ventas en base a modelos de pronósticos del segmento establecido en el alcance, para finalmente determinar la cantidad económica de pedido de los SKU

3.1 Política Actual de Stock

El estudio y análisis levantado se realizó en base a los proveedores que Solufer maneja, los mismos que se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 3.

Proveedores Solufer

Proveedor	Procedencia
Varios	Quito
Weifeng	China
Hweschun	China
Aplus	Taiwan
Akfix	Turquía

Cabe recalcar que en el Proveedor “Varios”, se encuentran los proveedores Nacionales, quienes tienen un tiempo de entrega inmediato, debido a su cercanía geográfica con Solufer.

En la actualidad Solufer dispone de políticas diferentes de acuerdo a la ubicación y lead time de cada proveedor. Las políticas establecidas por la compañía son:

Tabla 4.

Política de Stock por Proveedores

Proveedor	Procedencia	Tiempo de Reposición (Meses)	Stock Mínimo (Meses)
Varios	Quito	0	0,5
Weifeng	China	2,5	3
Hweschun	China	2,5	3
Aplus	Taiwan	3	2
Weifeng	Turquía	4	3

3.2 Metodología de mejora a emplearse.

En lo que respecta a metodología, se procederá a segmentar el inventario en base a índices de rotación, costo de adquisición y dólares vendidos por SKU, con el fin de conocer cuáles SKU se encuentran en el segmento A para así proceder con el siguiente análisis.

Continuando con el análisis, se levantará el pronóstico de los productos correspondientes al segmento A, de manera que se conozca un valor aproximado de la cantidad de ventas que la organización tendrá, para que así la organización logre cumplir con la demanda y no acarree costos por mantener inventario o por desabastecimiento.

Finalmente, basado en los datos posteriores, se determinarán políticas de inventario en base al modelo EOQ (Cantidad económica de pedido), de manera que la empresa pueda maximizar sus márgenes y se mantenga con niveles de stock basados en la demanda.

3.3 Análisis Situación Actual.

Solufier busca segmentar a sus proveedores en base al índice de ventas, tanto en venta por unidades como en dólares, esto con el fin de determinar si los SKU que provienen de los mismos, cumplen con la política de rotación y margen de la organización.

A continuación, se muestra un resumen del histórico de ventas por cantidad de productos expendido segmentado por proveedor.

Etiquetas de fila ▼	Suma de 2013	Suma de 2014	Suma de 2015	Suma de 2016	Suma de 2017
AKFIX			607	11648	15497
APLUS	35	326	414	339	274
HWESCHUN	19043	7075	13352	12178	6281
VARIOS				1425	1545
WEIFENG	3898100	8778550	11859500	12809250	13486150
Total general	3917178	8785951	11873873	12834840	13509747

Figura 12. Cantidad de Unidades Vendidas

De acuerdo a esta clasificación, Solufier busca medir el grado de rotación de los SKU por proveedor, para establecer objetivos anuales y definir el grado de crecimiento o decrecimiento de los productos de cada uno de sus proveedores.

Por otra parte, se busca medir el grado de crecimiento porcentual, es decir su crecimiento en porcentaje respecto a los años transcurridos, de sus proveedores, de acuerdo con el índice de ventas en dólares, para determinar si la cartera ofertada de los mismos puede llegar a expandirse, con la finalidad de ganar participación en el mercado y ofrecer soluciones a sus clientes con productos innovadores y de alta calidad. A continuación, se muestra el índice de crecimiento mencionado:

Tabla 5

Crecimiento Porcentual por Proveedor

Crecimiento Anual (Unidades Vendidas)				
Proveedor	2013	2014	2015	2016
Varios				100%
Weifeng	100%	225%	135%	108%
Hweschun	100%	37%	189%	91%
Aplus	100%	931%	127%	82%
Akfix			100%	1919%

Las celdas con el valor de 100% y con celdas celestes, son aquellas en las que el proveedor ingresa a formar parte de la cartera de Solufer. Así mismo, las celdas pintadas en rojo indican que el proveedor dicho año no superó las ventas respecto al año anterior, es decir que la cantidad vendida el año pasado fue mayor que la del año en análisis, por lo que Solufer tuvo que tomar planes de acción con el fin de maximizar sus ganancias y rotaciones de inventario.

Debido a políticas de confidencialidad, no se presenta la tabla de análisis donde se encuentra el estudio de índice de ventas en base a dólares por proveedor, sin embargo, sí se ingresará el análisis porcentual del mismo para determinar el grado de crecimiento de la rentabilidad de los proveedores.

Tabla 6

Análisis Porcentual de Venta en Dólares

Crecimiento Anual (Dólares Vendidos)				
Proveedor	2013	2014	2015	2016
Varios				100%
Weifeng	100%	204%	137%	106%
Hweschun	100%	44%	291%	74%
Aplus	100%	656%	122%	82%
Akfix			100%	1695%

Como se puede apreciar, el análisis por cantidad de ventas y por dólares vendidos no tienen mucha diferencia en base a su crecimiento o decrecimiento porcentual, sin embargo, es importante levantar dicho análisis para detectar el grado de mejora en rentabilidad vs movimiento de inventario de manera que se conozca cómo fue la diferencia de los mismos en base a años anteriores.

Así mismo, es importante manejar el benchmarking de crecimiento anual para poder tomar decisiones acerca de un proveedor o un SKU presente en cartera, puesto que, como se mencionó en la introducción, los productos poseen un ciclo de vida y se debe conocer en qué etapa del mismo, se encuentran.

3.4 Segmentación ABC

Como se definió en el alcance del proyecto, se levantará pronósticos de los SKU que se encuentren dentro del segmento A, por lo que es indispensable levantar la segmentación del inventario.

Dentro de lo que refiere a costo de compra, se determinó que 39 SKU ocupan los 80% del total del costo de los 312 SKU ofertados.

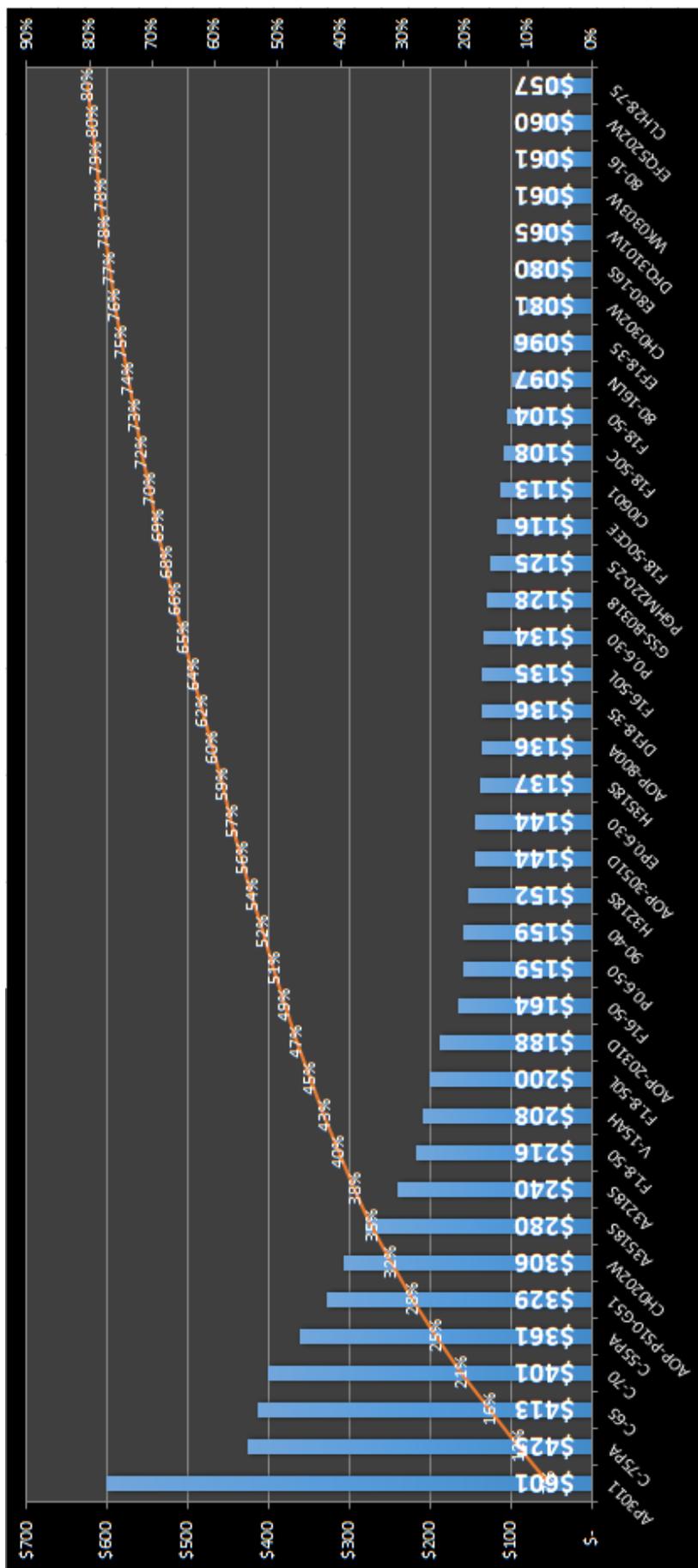


Figura 13. Segmentación de Inventario en base a costo de compra

Etiquetas de fila	Costo
COMPRESOR DE BANDA APLUS 36L / 1.5HP (AP3011)	\$ 600.96
CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-75PA)	\$ 424.68
CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-65PA)	\$ 412.66
CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-70PA)	\$ 400.64
CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-55PA)	\$ 360.58
REMACHADORA DE TUERCAS NEUMÁTICA APLUS 1/4" A 3/8"	\$ 328.53
CH0202W (C75-PA) GUIDE BODY ASSY.	\$ 306.19
GRAPADORA CARTONERA NEUMÁTICA APLUS (A3518S)	\$ 280.45
GRAPADORA CARTONERA NEUMÁTICA APLUS (A3218S)	\$ 239.58
CLAVADORA BETÓN INDS. CONCRETO APLUS (F1.8/50)	\$ 216.34
CLAVADORA Y APLUS (V-15AH)	\$ 208.33
CLAVADORA BETÓN PROF. CONCRETO APLUS (F1.8/50L)	\$ 200.32
LIJADORA DUAL 3/8" APLUS (AOP-2031D)	\$ 188.30
CLAVADORA INDS. APLUS (F16/50)	\$ 164.26
GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (30/40)	\$ 158.65
PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.6/50)	\$ 158.65
GRAPADORA CARTONERA MANUAL APLUS (H3218S)	\$ 152.24
LIJADORA DUAL 3/8" APLUS (AOP-3051D)	\$ 144.23
PINADORA ELECTRICA APLUS EP0.6/30	\$ 144.23
GRAPADORA CARTONERA MANUAL	\$ 137.02
ATORNILLADOR INDUSTRIAL APLUS (AOP-800A)	\$ 136.21
CLAVADORA INALAMBRICA APLUS (DF18/35)	\$ 136.11
CLAVADORA PROF. APLUS (F16/50L)	\$ 135.42
PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.6/30)	\$ 133.81
LIJADORA TRIANGULAR APLUS (GSS-B0318)	\$ 128.20
PEGA GRANULADA AKFIX 25KG (HM220)	\$ 125.00
CLAVADORA / GRAPADORA INDS. APLUS (F18/50C) ED. ESPECIAL	\$ 116.18
CI0601 (C-55PA) NOSE	\$ 113.38
CLAVADORA / GRAPADORA INDS. APLUS (F18/50C)	\$ 108.17
CLAVADORA INDS. APLUS (F18/50)	\$ 104.17
GRAPADORA INDUSTRIAL DE EXTENSION APLUS (80/16LN)	\$ 97.42
CLAVADORA ELÉCTRICA APLUS (EF18/35)	\$ 96.15
CH0302W (C-75PA) DRIVER ASSY.	\$ 81.43
GRAPADORA ELECTRICA APLUS E80/16S	\$ 80.13
DF03101W (DF18/35) MOTOR ASSY.	\$ 65.46
WK0303W (V-15AH) DRIVER ASSY.	\$ 61.18
GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (80/16)	\$ 60.90
EF05202W (EF18/35) COIL ASSY.	\$ 59.65
CLAVO HELICOIDAL 2,8 X 75MM - 250PCS/ROLLO	\$ 56.70

Figura 14. Detalle por Costo de Compra

Así mismo, en lo que se refiere a cantidad de ventas de los SKU, se pudo identificar que son 13 SKU que ocupan el 80% de la cantidad de existencias vendidas.

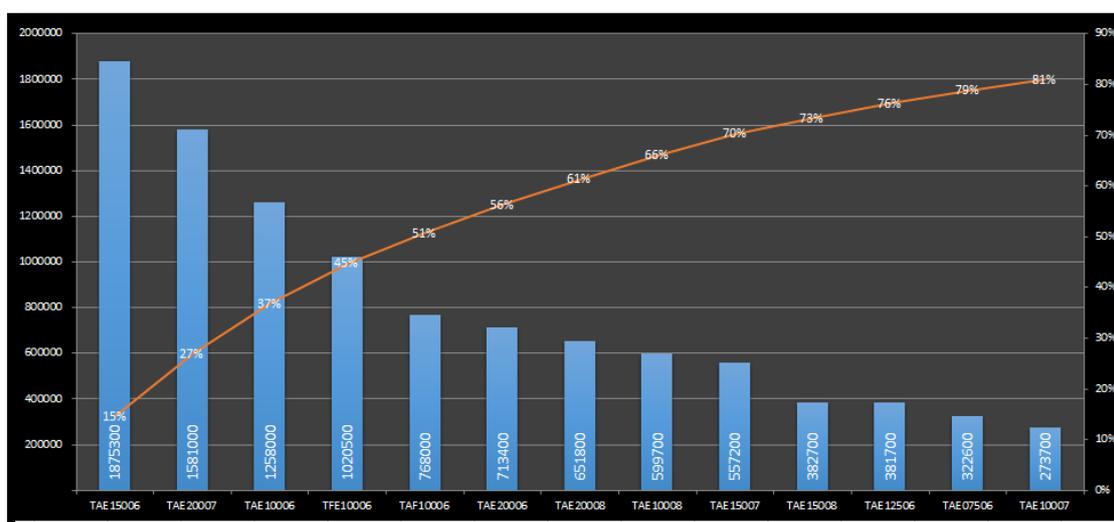


Figura 15. Segmentación de Inventario Solufer basado en cantidad de unidades vendidas

Producto	Ventas
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	1875300
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	1581000
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	1258000
TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	1020500
TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)	768000
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	713400
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	651800
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	599700
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	557200
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	382700
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	381700
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 3/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	322600
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 7 (PAQ. 100PCS)	273700

Figura 16. Detalle por Producto de Cantidades Vendidas

Por último, se levantó segregó en base a la cantidad de dólares vendidos por SKU, donde se determinó que 38 SKU ocupan el 80% de ventas.

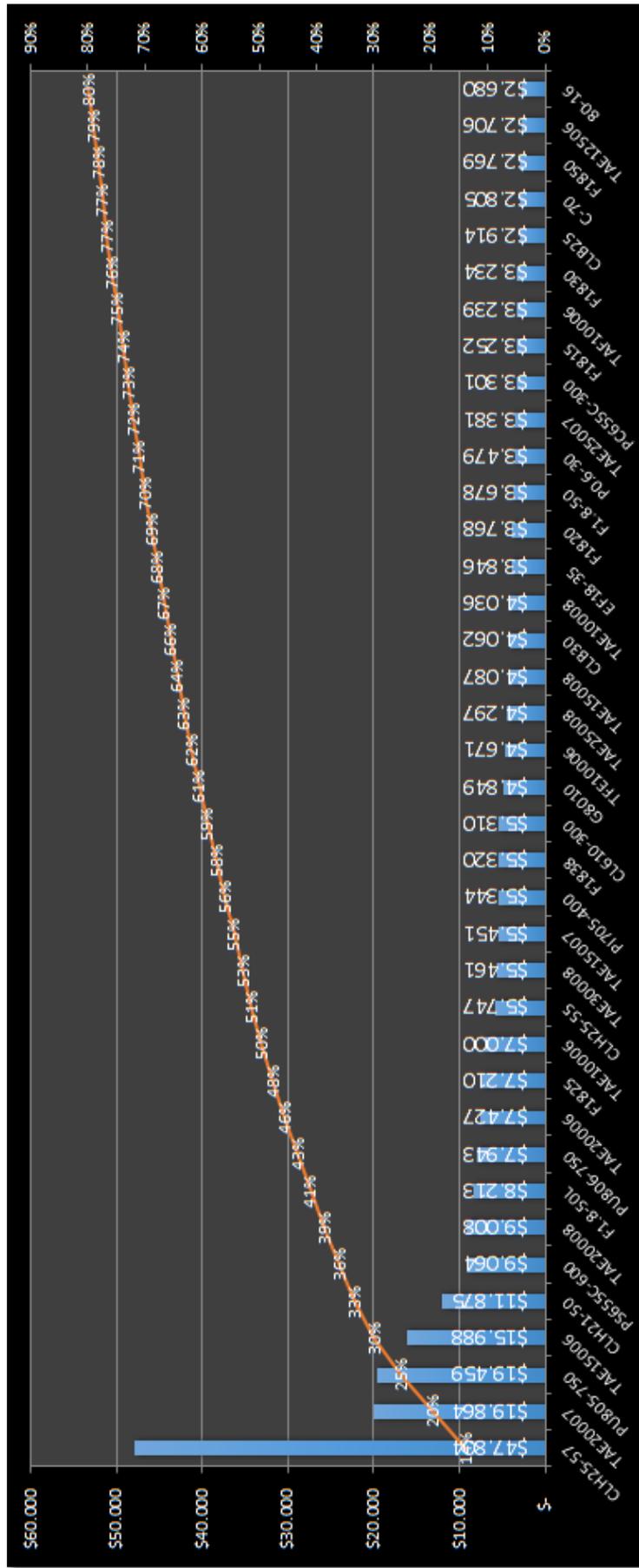


Figura 17. Segmentación de Inventario Solufer basado en dólares vendidos

Producto	Ventas (\$)
CLAVO HELICOIDAL 2,5 X 57MM - 300PCS/ROLLO X 30	\$ 47.803.90
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	\$ 19.863.85
ESPUMA DE PU MULTIUSO AKFIX 750ML(805)	\$ 19.459.19
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 15.988.13
CLAVO HELICOIDAL 2,1X 50MM - 400PCS/ROLLO	\$ 11.875.15
SELL. PU AUT. PARABRISAS NEG.SALCH. 600ML (655C)	\$ 9.064.04
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 9.008.21
CLAVADORA BETÓN PROF. CONCRETO APLUS (F1.8/50L)	\$ 8.213.21
ESPUMA DE PU VENTANAS Y PUERTAS AKFIX 750ML(806)	\$ 7.943.07
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 7.426.68
CLAVILLO F-25MM GA18 - 5.000u	\$ 7.209.67
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 6.999.64
CLAVO HELICOIDAL 2,5 X 55MM - 300PCS/ROLLO X 30	\$ 5.747.18
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 3" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 5.461.18
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	\$ 5.450.56
KIT PEGAMENTO INSTANTANEO AKFIX (B125Gr+400ML) (705)	\$ 5.343.74
CLAVILLO F-38MM GA18 - 5.000u	\$ 5.320.43
CLAVO LIQUIDO MONTAJE AKFIX 300ML (610)	\$ 5.309.80
GRAPA 8010 - 10.000u	\$ 4.849.44
TOR.NEG. R.FINA. T.V. 1" X 6 (EMPACADO)	\$ 4.670.75
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 2.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 4.296.76
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 4.087.04
CLAVO BETON GG30 MM - 1.5000u	\$ 4.061.80
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 4.036.44
CLAVADORA ELÉCTRICA APLUS (EF18/35)	\$ 3.846.04
CLAVILLO F-20MM GA18 - 5.000u	\$ 3.767.65
CLAVADORA BETÓN INDS. CONCRETO APLUS (F1.8/50)	\$ 3.677.85
PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.8/30)	\$ 3.479.14
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 2.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	\$ 3.381.11
SELL PU AUT. PARABRISAS NEG. 300ML (655C)	\$ 3.301.32
CLAVILLO F-15MM GA18 - 5.000u	\$ 3.251.77
TOR.NEG. R.FINA. T.V. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNJ)	\$ 3.239.38
CLAVILLO F-30MM GA18 - 5.000u	\$ 3.233.82
CLAVO BETON GG25 MM - 1.5000u	\$ 2.913.67
CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-70PA)	\$ 2.804.51
CLAVILLO F-50MM GA18 - 5.000u	\$ 2.769.31
TOR.AGLO. R.GRU. T.V. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 2.708.16
GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (80/16)	\$ 2.679.62

Figura18. Detalle por Producto de dólares vendidos

Item Numero	Proveedor	SKU	Costo Compr	Cantidad Venta	\$ Vendido	Tota	Segmentació
1	APLUS	CLAVADORA ELÉCTRICA APLUS (EF18/35)	1	0	1	2 A	
2	APLUS	CLAVADORA BETÓN INDS. CONCRETO APLUS (F1.8/50)	1	0	1	2 A	
3	APLUS	CLAVADORA BETÓN PROF. CONCRETO APLUS (F1.8/50L)	1	0	1	2 A	
4	APLUS	PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.6/30)	1	0	1	2 A	
5	APLUS	GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (80/16)	1	0	1	2 A	
6	APLUS	CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-70PA)	1	0	1	2 A	
7	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
8	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
9	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
10	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
11	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
12	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
13	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
14	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
15	WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2 A	
16	WEIFENG	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNJ)	0	1	1	2 A	
17	WEIFENG	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	0	1	1	2 A	

Figura 13. Segmento A del inventario de Solufer

Una vez levantado los tres puntos, segmentación por rotación del inventario, costo de adquisición y dólares vendidos, se determinó cuántos SKU cumplen con el 80% de mínimo 2 puntos para que se encuentren dentro del segmento A, en caso de únicamente cumplir 1 punto dicho SKU será parte del segmento B y finalmente los SKU que estén fuera del 80% de los 3 puntos serán asignados al segmento C. Como se puede apreciar en la Tabla 4, de los 5 proveedores que maneja Solufer, Weifeng y APlus son quienes aportan con los productos de mayor movimiento, venta y costo.

Basándonos en el principio mencionado anteriormente, se determinó lo siguiente:

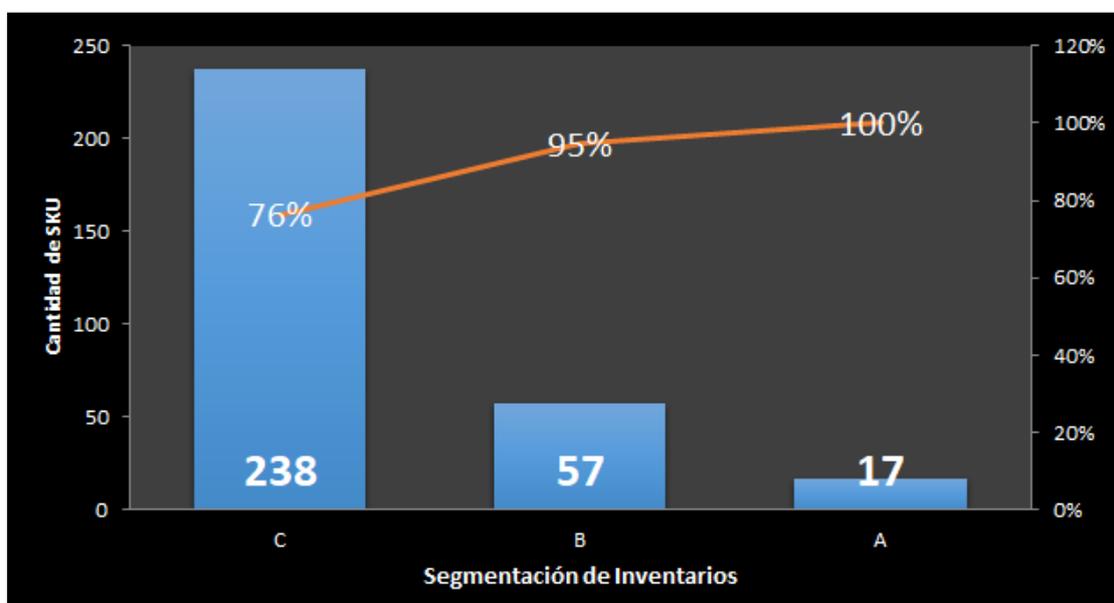


Figura 20. Segmentación de Inventario Solufer

De la (Figura 22), podemos inferir que de los 320 SKU que oferta Solufer, únicamente 17 se encuentran en el segmento A, es decir, que o bien el costo de los SKU y la cantidad de unidades vendidas, o que el costo del SKU y los dólares vendidos, o que la cantidad y dólares vendidos del SKU se encuentra dentro del 80% del Pareto.

Una vez levantada dicha segmentación, se evidenció que la mayor parte de los productos dentro de la cartera de Solufer, se encuentran dentro del segmento C y de los 238 SKU presentes en dicho segmento, el 55% no evidencia ningún movimiento durante el periodo analizado, es decir, que no existió venta alguna

de 131 productos ofertados en el 2016. Por lo que es posible que dichos productos salgan pronto de la cartera debido al costo de almacenamiento que estos involucran.

3.5 Análisis de datos Productos pertenecientes al Segmento A

Al haberse determinado los SKU correspondientes al segmento A, se detectó que los mismos pertenecen a 2 proveedores, APlus y Weifeng, por lo que se juntarán los SKU pertenecientes a cada proveedor para realizar el análisis de ventas de los mismos. A continuación, se muestran los ítems correspondientes al segmento A en base a proveedores:

Proveedor	SKU
APLUS	CLAVADORA ELÉCTRICA APLUS (EF18/35)
	CLAVADORA BETÓN INDS. CONCRETO APLUS (F1.8/50)
	CLAVADORA BETÓN PROF. CONCRETO APLUS (F1.8/50L)
	PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.6/30)
	GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (80/16)
	CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-70PA)
WEIFENG	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)
	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)
	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)

Figura 21. Agrupación de Productos Segmento A por Proveedor

Es necesario visualizar el patrón de ventas de los ítems puesto que en base a ello se determina cuál es el método de pronóstico que mayor se ajusta al nivel y tendencia del mismo. .

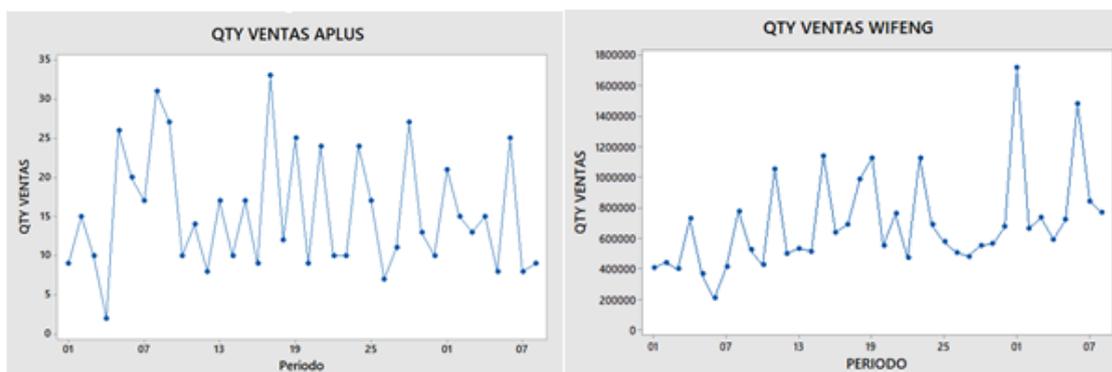


Figura 14. Diagrama de Ventas por Proveedor

En la (Figura 22), se puede apreciar el comportamiento de las ventas por proveedor de los SKU pertenecientes al segmento A, en el lado izquierdo se puede evidencia las ventas del proveedor APlus, donde en el eje y se marcan la cantidad de unidades vendidas y en el eje x se los periodos analizados (meses); así mismo, al lado derecho se muestra el gráfico correspondiente al del proveedor Weifeng, el mismo que es representado como se mencionó anteriormente, esto con la finalidad de poder identificar si el comportamiento de las ventas dispone de alguna tendencia o estacionalidad, ya que con ello se determinará el modelo que se ajuste más a los datos, los mismos que fueron presentados en el (Capítulo 2.2.4).

De las series expuestas en la (Figura 22), es claro observar un comportamiento caracterizado por la falta de estacionalidad principalmente. Así mismo, en los datos expuestos, es claro notar que existe una ligera tendencia ascendente, sin embargo, esta no es clara debido a que no ha existido mayor índice de ventas en los años analizados. Finalmente podemos inferir que la demanda, al no poseer una tendencia y estacionalidad clara, se comporta bajo un componente estacionario, cómo se explicó en el (Capítulo 2.2), razón por la cual, los modelos que tenga un mayor grado de adaptabilidad para este tipo de comportamiento son el suavizamiento exponencial simple, promedios móviles y en un menor grado regresión lineal.

3.6 Evaluación de Pronósticos

Una vez levantada la segmentación de los SKU y conociendo cuántos son los SKU que pertenecen al segmento A, se realizarán los pronósticos de los 17 ítems correspondientes al segmento antes mencionado con las herramientas informáticas Microsoft Excel®, Gretl® y Minitab®. Los modelos a emplear serán los siguientes:

- Promedios Móviles (6, 12 períodos).
- Suavizamiento Exponencial Simple.
- Regresión Lineal.

Los siguientes modelos fueron seleccionados debido a que, como se mostró en las (Figuras 8 y Figura9), estos tienen un buen grado de exactitud para horizontes de tiempo corto y en este trabajo de titulación se evaluarán los pronósticos en un periodo de un año.

Una vez levantado los pronósticos, se realizará una tabla comparativa donde se verificará el grado de desviación (MAD), de cada SKU, determinando así, el que obtenga el menor valor de MAD es el mejor.

3.6.1 Evaluación Promedio Móvil.

Para este método se analizará en base a 6 periodos y 12 periodos, en ambos casos se evaluará los errores: MAD, MSE Y RMSE esto con la finalidad de determinar el grado de error o desviación existente en este modelo de pronóstico.

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (6)	ABS ERROR	ERROR^2	APE	
2013	nov-13	9					
	dic-13	15					
	ene-14	10					
	feb-14	2					
	mar-14	26					
2014	abr-14	20					
	may-14	17	13,7	3,3	11,11	20%	
	jun-14	31	17,7	13,3	177,78	43%	
	jul-14	27	20,5	6,5	42,25	24%	
	ago-14	10	21,8	11,8	140,03	118%	
	sep-14	14	19,8	5,8	34,03	42%	
	oct-14	8	17,8	9,8	96,69	123%	
	nov-14	17	17,8	0,8	0,69	5%	
	dic-14	10	14,3	4,3	18,78	43%	
	ene-15	17	12,7	4,3	18,78	25%	
	feb-15	9	12,5	3,5	12,25	39%	
2015	mar-15	33	15,7	17,3	300,44	53%	
	abr-15	12	16,3	4,3	18,78	36%	
	may-15	25	17,7	7,3	53,78	29%	
	jun-15	9	17,5	8,5	72,25	94%	
	jul-15	24	18,7	5,3	28,44	22%	
	ago-15	10	18,8	8,8	78,03	88%	
	sep-15	10	15,0	5,0	25,00	50%	
	oct-15	24	17,0	7,0	49,00	29%	
	nov-15	17	15,7	1,3	1,78	8%	
	dic-15	7	15,3	8,3	69,44	119%	
	2016	ene-16	11	13,2	2,2	4,69	20%
		feb-16	27	16,0	11,0	121,00	41%
mar-16		13	16,5	3,5	12,25	27%	
abr-16		10	14,2	4,2	17,36	42%	
may-16		21	14,8	6,2	38,03	29%	
jun-16		15	16,2	1,2	1,36	8%	
jul-16		13	16,5	3,5	12,25	27%	
ago-16		15	14,5	0,5	0,25	3%	
sep-16		8	13,7	5,7	32,11	71%	
oct-16		25	16,2	8,8	78,03	35%	
nov-16		8	14,0	6,0	36,00	75%	
dic-16		9	13,0	4,0	16,00	50%	
			MAD	6,1			
			RMSE		50,58		
			MAPE			45%	

Figura 23. Promedios Móviles Proveedor APLUS (6 Periodos)

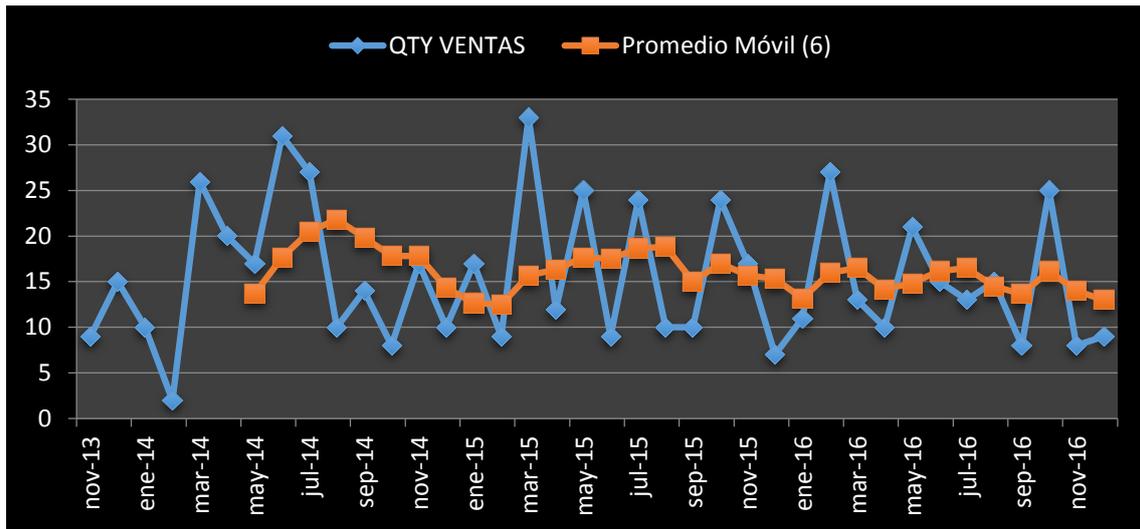


Figura24. Gráfica de Pronóstico Promedio Móvil (6 periodos)

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (12)	ABS ERROR	ERROR*2	APE
2013	nov-13	9				
	dic-13	15				
	ene-14	10				
2014	feb-14	2				
	mar-14	26				
	abr-14	20				
	may-14	17				
	jun-14	31				
	jul-14	27				
	ago-14	10				
	sep-14	14				
	oct-14	8				
	nov-14	17	15,8	1,3	1,56	7%
	dic-14	10	16,4	6,4	41,17	64%
	ene-15	17	16,0	1,0	1,00	6%
2015	feb-15	9	16,6	7,6	57,51	84%
	mar-15	33	17,2	15,8	250,69	48%
	abr-15	12	17,3	5,8	33,06	48%
	may-15	25	17,1	7,9	62,67	32%
	jun-15	9	17,3	8,3	76,56	97%
	jul-15	24	15,9	8,1	65,34	34%
	ago-15	10	15,7	5,7	32,11	57%
	sep-15	10	15,7	5,7	32,11	57%
	oct-15	24	15,3	8,7	75,11	36%
	nov-15	17	16,7	0,3	0,11	2%
	dic-15	7	16,7	9,7	93,44	138%
	2016	ene-16	11	16,4	5,4	29,34
feb-16		27	15,9	11,1	122,84	41%
mar-16		13	17,4	4,4	19,51	34%
abr-16		10	15,3	5,3	33,06	58%
may-16		21	15,6	5,4	29,34	26%
jun-16		15	15,3	0,3	0,06	2%
jul-16		13	15,3	2,3	7,56	21%
ago-16		15	14,3	0,2	0,03	1%
sep-16		8	15,3	7,3	52,86	97%
oct-16		25	15,1	9,9	98,34	40%
nov-16		8	15,2	7,2	51,36	90%
dic-16		9	14,4	5,4	29,34	50%
MAD			6,1			
RMSE				43,84		
MAPE						47%

Figura 25. Promedios Móviles Proveedor APLUS (12 Periodos)

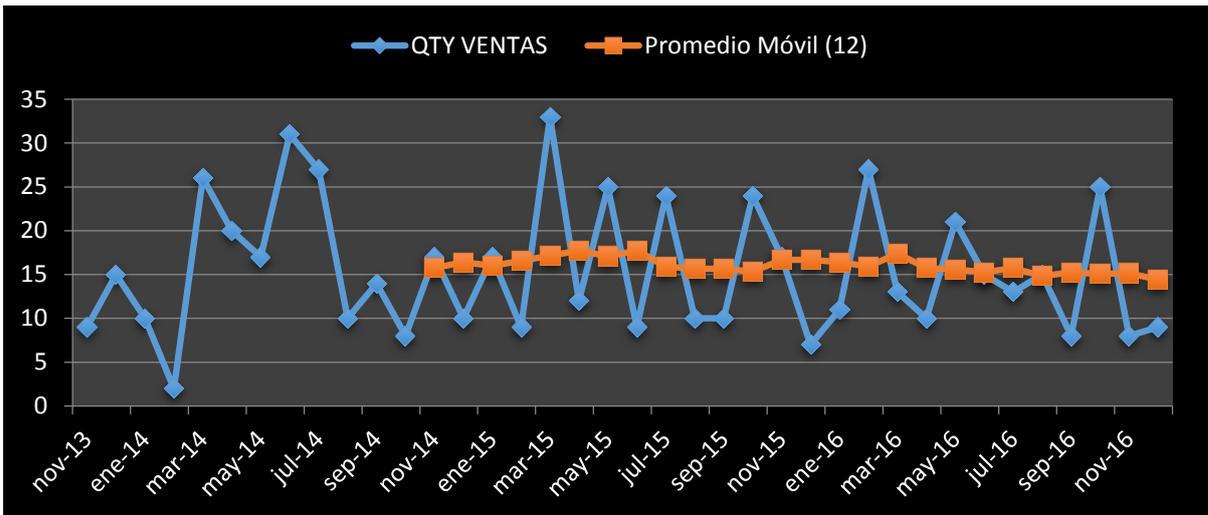


Figura 26. Gráfica de Pronóstico Promedio Móvil (12 periodos)

Así mismo, se levantó este modelo de pronóstico en el software Minitab®, esto con la finalidad de verificar la diferencia existente entre ambos softwares y así determinar que el índice de error MAD concuerde o tenga similitud en ambos softwares.

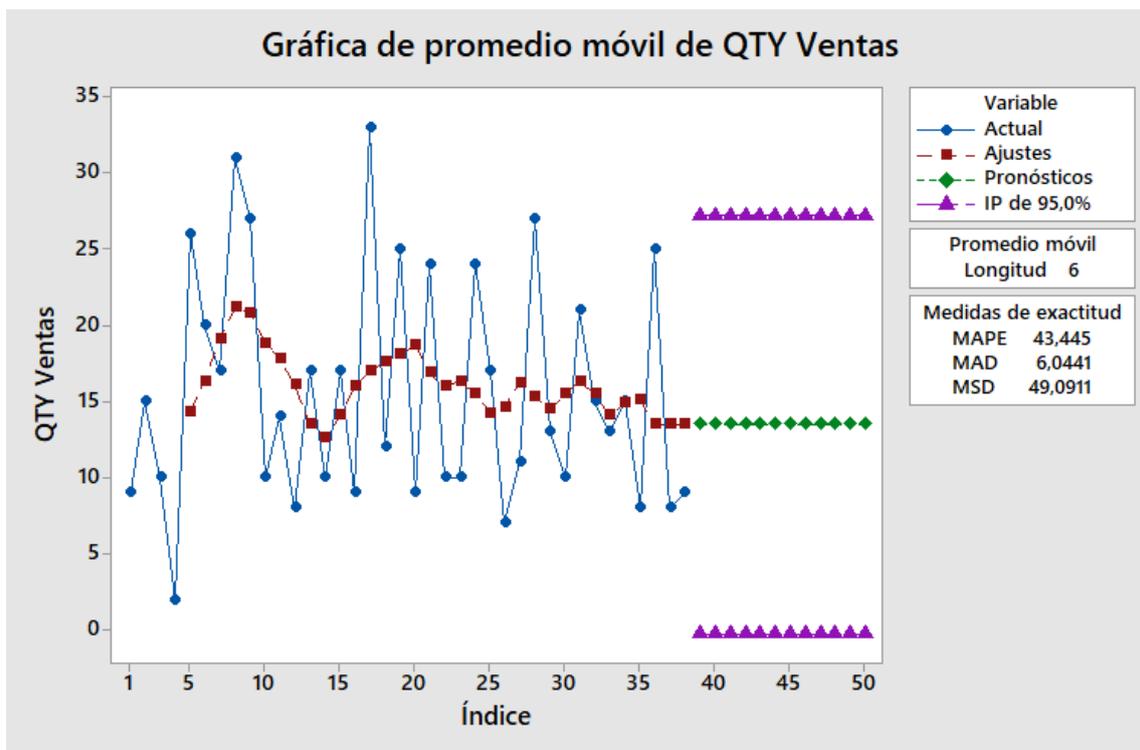


Figura27. Promedio Móvil Proveedor APLUS (6 Periodos)

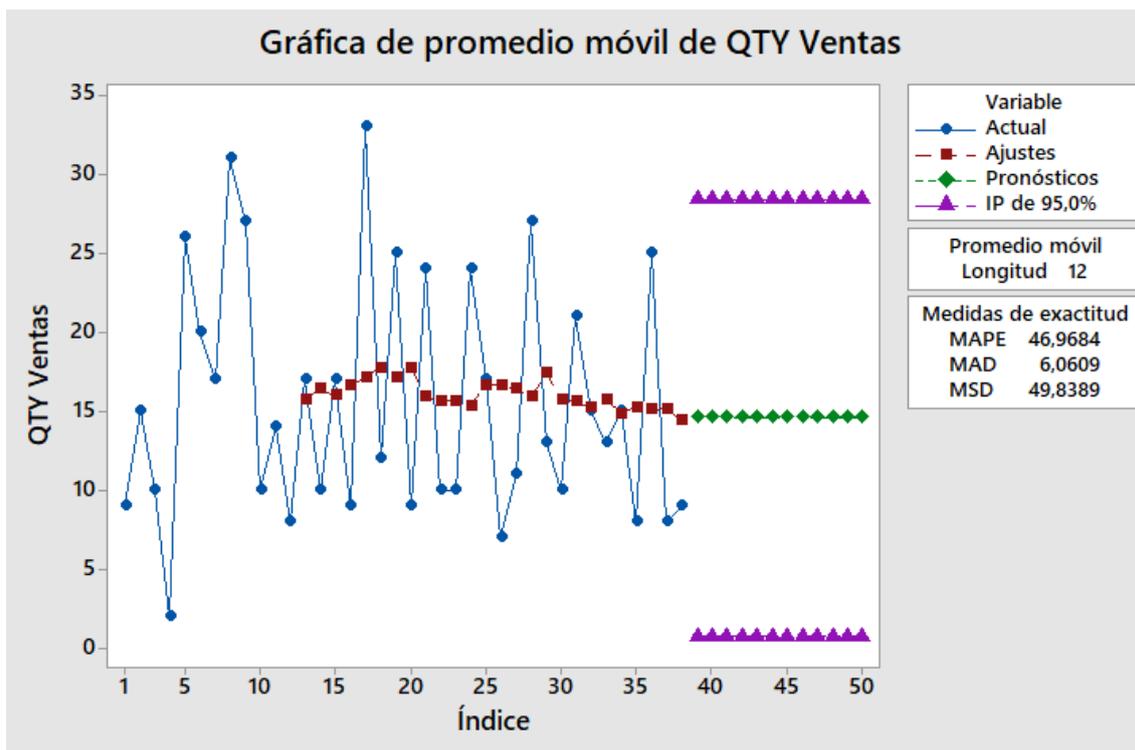


Figura 28. Promedio Móvil Proveedor APLUS (12 Periodos)

Por otro lado, también se determinaron los pronósticos de los SKU del segmento A correspondientes al Proveedor Weifeng, donde se realizó el mismo procedimiento establecido para el proveedor analizado posteriormente. A continuación, se muestran los resultados de los análisis:

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (6)	ABS ERROR	ERROR^2	APE	
2013	nov-13	407400					
	dic-13	439400					
	ene-14	296100					
	feb-14	726200					
2014	mar-14	365200					
	abr-14	205200					
	may-14	411000	423250,0	12250,0	150062500,00	3%	
	jun-14	775200	479816,7	295383,3	87251313611,11	38%	
	jul-14	523100	500983,3	22116,7	489146944,44	4%	
	ago-14	423400	450516,7	27116,7	735213611,11	6%	
	sep-14	1053650	565258,3	488391,7	238526420069,44	46%	
	oct-14	493000	614058,3	116058,3	13469536736,11	23%	
	nov-14	533200	624441,7	101141,7	10229636736,11	19%	
	dic-14	513500	590825,0	77325,0	5979155625,00	15%	
	ene-15	1133000	693308,3	444691,7	197750678402,78	39%	
	feb-15	633000	729075,0	91075,0	829655625,00	14%	
2015	mar-15	689000	668200,0	20700,0	428490000,00	3%	
	abr-15	989000	750133,3	238866,7	57057284444,44	24%	
	may-15	1124700	848700,0	276000,0	76176000000,00	25%	
	jun-15	551100	854966,7	302866,7	92334951111,11	55%	
	jul-15	759900	791950,0	32050,0	1027202500,00	4%	
	ago-15	470000	762950,0	293950,0	86406602500,00	63%	
	sep-15	1125500	836700,0	288800,0	83405440000,00	26%	
	oct-15	688000	786533,3	98533,3	9708817777,78	14%	
	nov-15	576200	695116,7	118916,7	14141173611,11	21%	
	dic-15	505500	687516,7	182016,7	33130066944,44	36%	
	ene-16	477900	640516,7	162616,7	26444180277,78	34%	
	feb-16	552000	654183,3	102183,3	10441423611,11	19%	
2016	mar-16	561100	560116,7	983,3	966944,44	0%	
	abr-16	674000	557783,3	116216,7	13506313611,11	17%	
	may-16	1721000	748583,3	972416,7	945594173611,11	57%	
	jun-16	662500	774750,0	112250,0	12600062500,00	17%	
	jul-16	734500	817516,7	83016,7	6891766944,44	11%	
	ago-16	591100	824033,3	232933,3	54257937777,78	39%	
	sep-16	720400	850583,3	130183,3	16947700277,78	18%	
	oct-16	1481800	985216,7	496583,3	246595006944,44	34%	
	nov-16	842000	838716,7	3283,3	10780277,78	0%	
	dic-16	771000	85800,0	85800,0	7361640000,00	50%	
			MAD		188.366		
			RMSE			73.666.391.235	
		MAPE				24%	

Figura29. Promedio Móvil Proveedor Weifeng (6 Periodos)

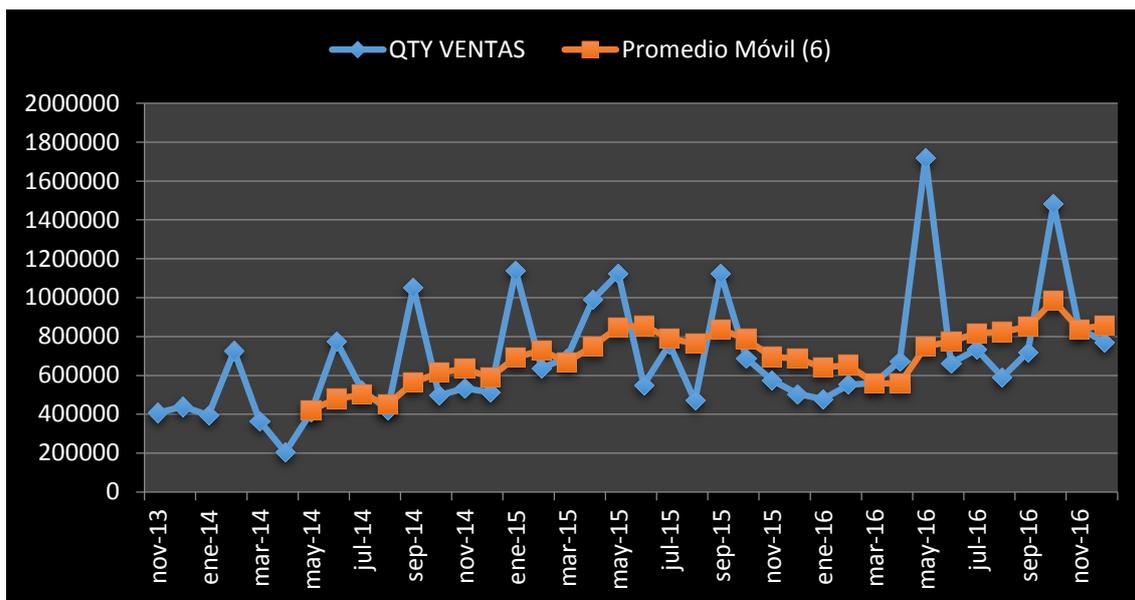


Figura 30. Gráfica de Pronóstico Promedio Móvil (6 periodos)

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (12)	ABS ERROR	ERROR^2	APE
2013	nov-13	407400				
	dic-13	439400				
	ene-14	396100				
2014	feb-14	726200				
	mar-14	365200				
	abr-14	205200				
	may-14	411000				
	jun-14	775200				
	jul-14	523100				
	ago-14	423400				
	sep-14	1053650				
	oct-14	498000				
	nov-14	523200	518654,2	14645,8	214500434,03	3%
dic-14	513500	529145,8	15645,8	244792100,69	3%	
2015	ene-15	1138000	535320,8	602679,2	363222177934,03	53%
	feb-15	628000	597145,8	40854,2	1669062934,03	6%
	mar-15	639000	589795,8	99204,2	9841466684,03	14%
	abr-15	989000	616779,2	372220,8	138548348767,36	38%
	may-15	1124700	682095,8	442604,2	195898448350,69	39%
	jun-15	551100	741570,8	190470,8	36279138350,69	35%
	jul-15	759900	722895,8	37004,2	1369308350,69	5%
	ago-15	470000	742629,2	272629,2	74326662517,36	58%
	sep-15	1125500	746512,5	378987,5	143631525156,25	34%
	oct-15	638000	752500,0	64500,0	4160250000,00	9%
	nov-15	576200	768333,3	192133,3	36915217777,78	33%
	dic-15	505500	771908,3	266408,3	70973400069,44	53%
2016	ene-16	477900	771241,7	293341,7	86049333402,78	61%
	feb-16	552000	716233,3	164233,3	26972587777,78	30%
	mar-16	561100	709066,7	147966,7	21894134444,44	26%
	abr-16	674000	698408,3	24408,3	595766736,11	4%
	may-16	1721000	672158,3	1048841,7	1100068841736,11	61%
	jun-16	662500	721850,0	59350,0	3522422500,00	9%
	jul-16	734500	731133,3	3368,7	11334444,44	0%
	ago-16	591100	729016,7	137916,7	19021006944,44	23%
	sep-16	720400	739108,3	18708,3	350001736,11	3%
	oct-16	1481800	705350,0	776450,0	602874602500,00	52%
	nov-16	842000	771500,0	70500,0	4970250000,00	8%
	dic-16	771000	793650,0	22650,0	513022500,00	50%
MAD				221.451		
RMSE					113.236.061.638	
MAPE						27%

Figura 151. Promedio Móvil Proveedor Weifeng (12 Periodos)

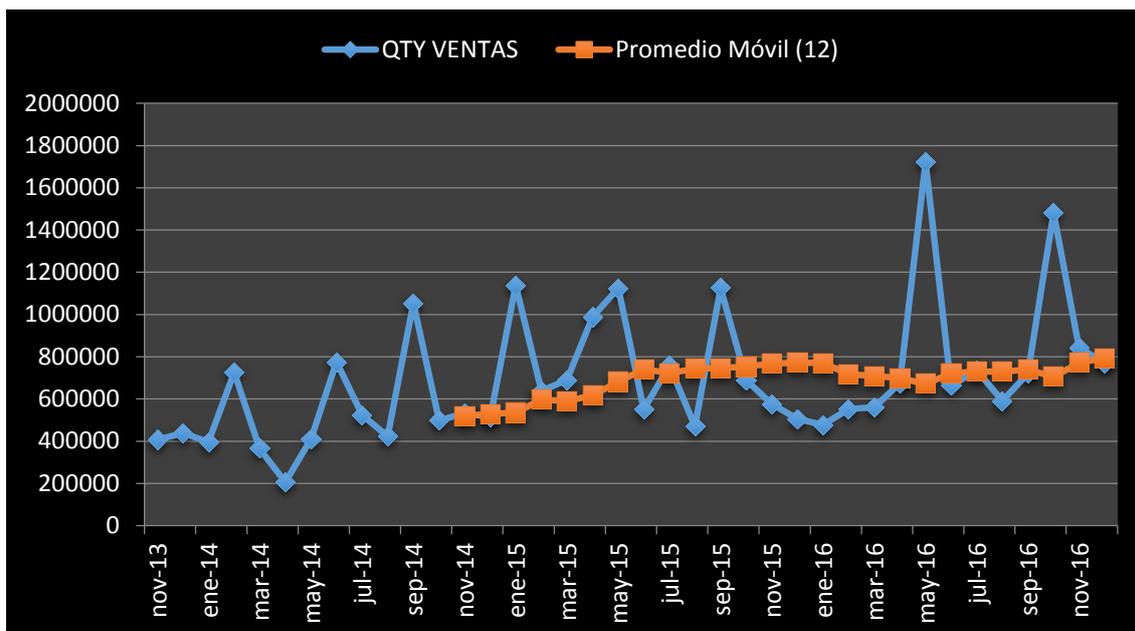


Figura 32. Gráfica de Pronóstico Promedio Móvil (12 periodos)

Finalmente, como se realizó para el proveedor APlus, se evaluará el modelo de Promedios Móviles en el software Minitab® con la finalidad de determinar el grado de diferencia entre los softwares.

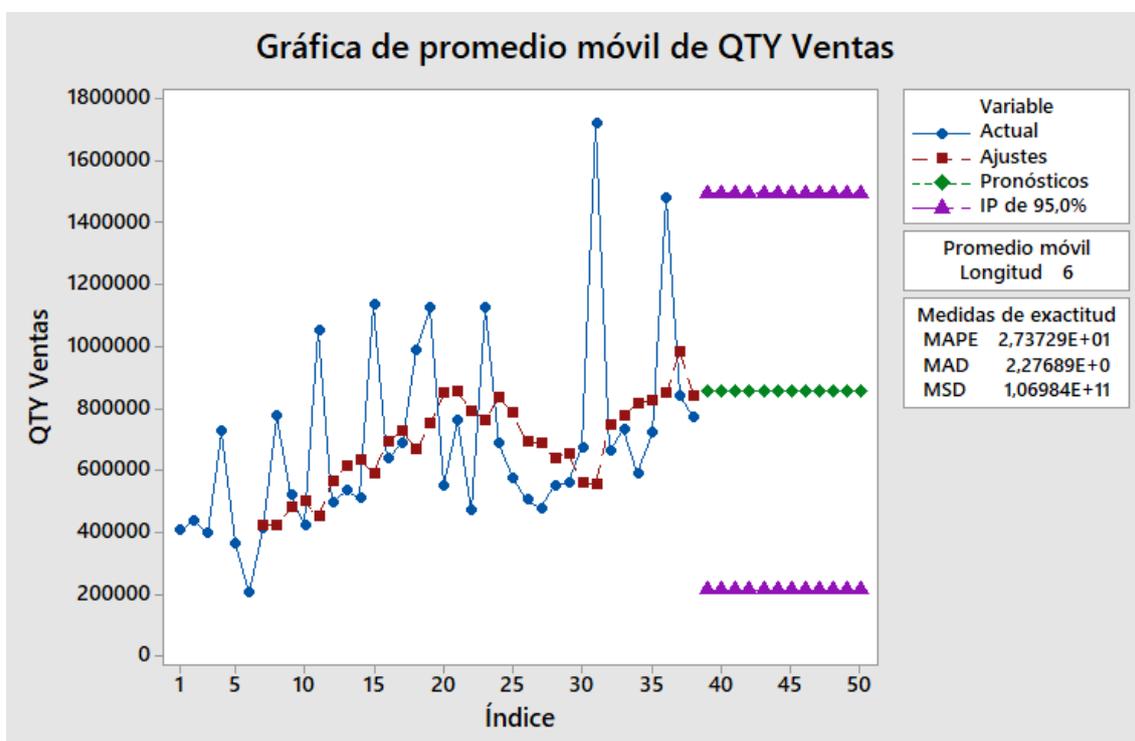


Figura 33. Promedio Móvil Proveedor Weifeng (6 periodos)

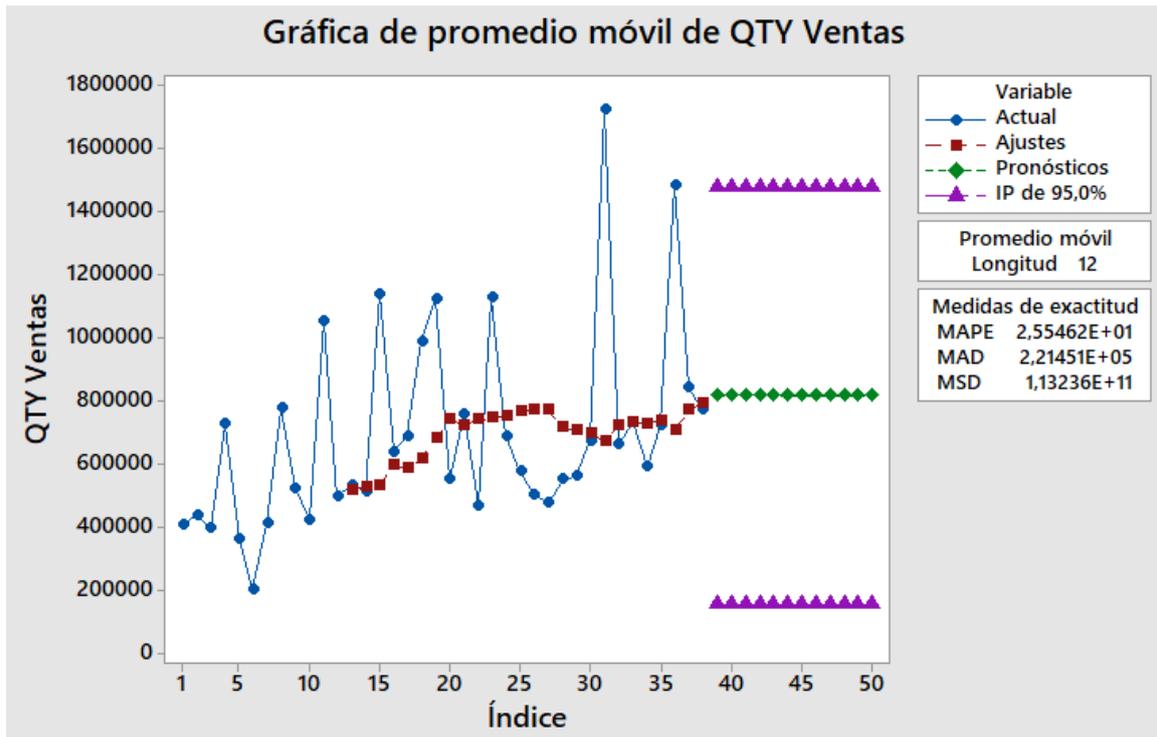


Figura 34. Promedio Móvil Proveedor Weifeng (12 periodos)

Es claro evidenciar que no existe mayor grado de diferencia entre software puesto que ambos se manejan en base al mismo principio y modelo y es por esto que para los siguientes modelos, únicamente se evaluarán con un solo software.

3.6.2 Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple.

Para este análisis se empleó el software Minitab®, debido a la facilidad que este programa dispone para el análisis de datos. Así mismo, este software optimiza el nivel (alfa), con la finalidad de encontrar un valor que se adapte a los datos analizados.

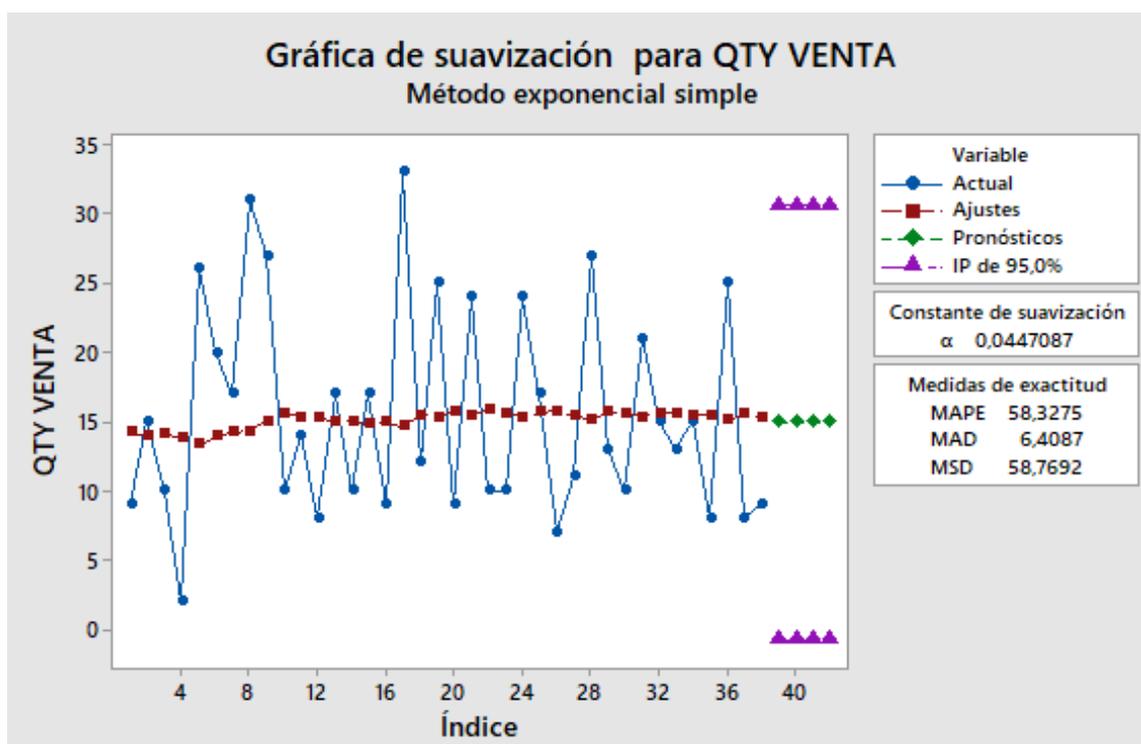


Figura 35. Suavización Exponencial Proveedor APLUS

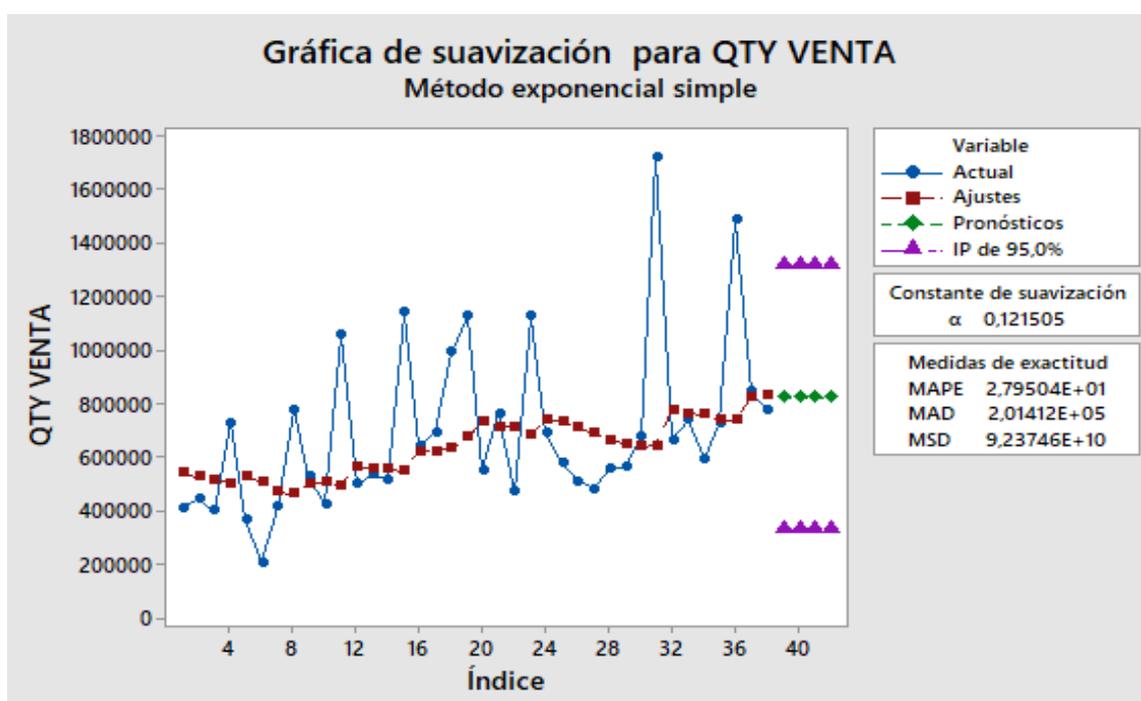


Figura 35. Suavización Exponencial Proveedor WEIFENG

3.6.3 Evaluación Regresión Lineal.

Para este modelo de pronóstico, se empleará el software Gretl®, esto con el fin de comparar los 3 modelos que se acoplan a la tendencia de los datos y determinar finalmente cual es el de menor error medio.

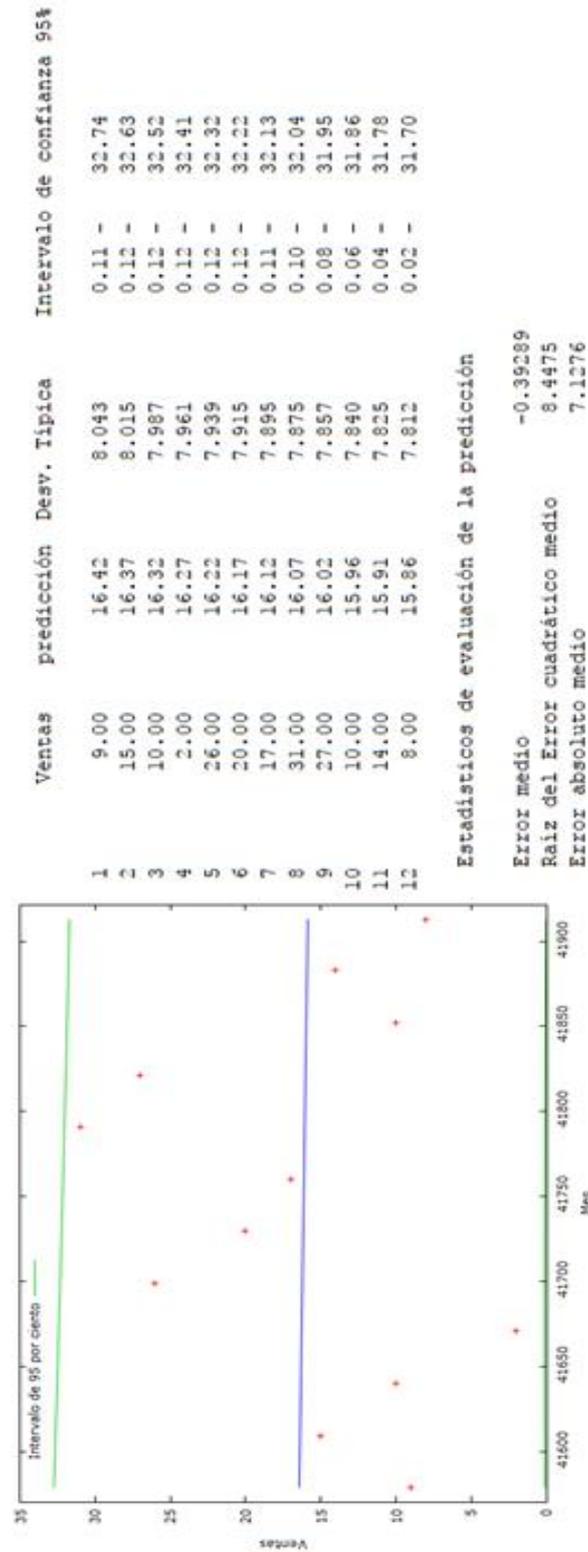


Figura 36. Regresión Lineal Proveedor APLUS

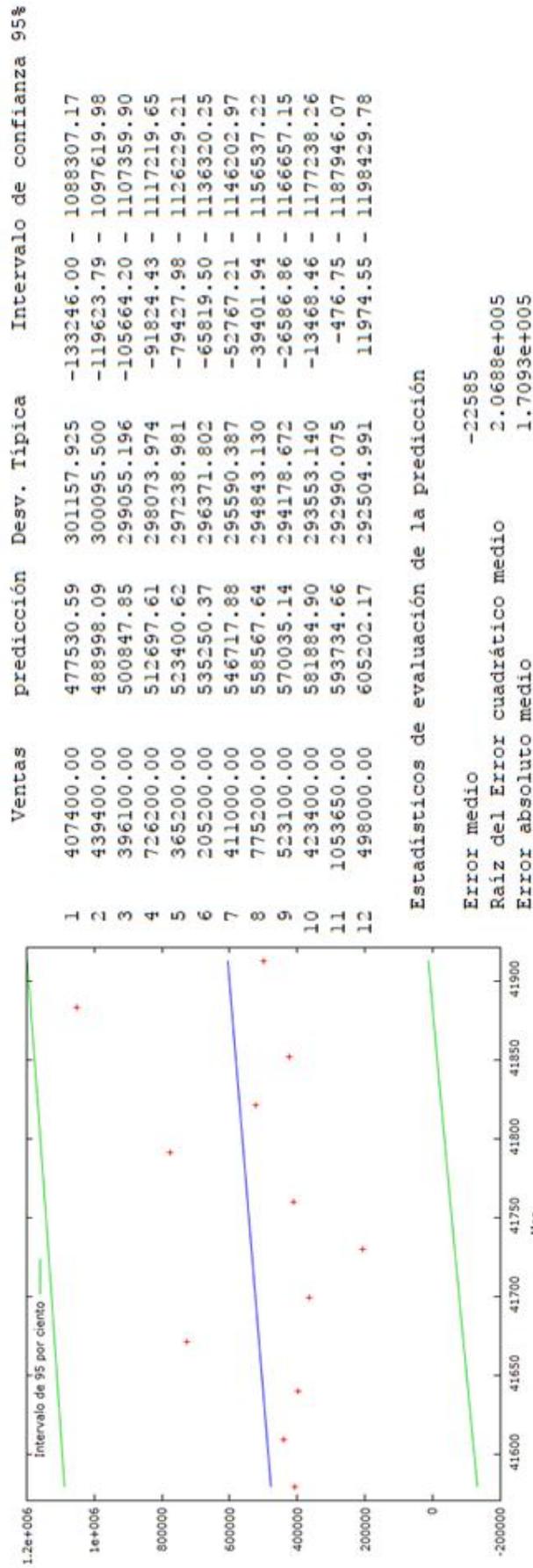


Figura 37. Regresión Lineal Proveedor WEIFENG

3.7 Evaluación del Error Medio Absoluto (MAD)

Una vez levantados los pronósticos con los modelos mencionados, se comparará los errores absolutos medios de cada modelo, esto con el fin de determinar el de menor desviación y así contrastarlo con las ventas reales efectuadas hasta el mes de Agosto de Solufer.

Proveedor	Método de Pronóstico			
	Promedio Móvil (6)	Promedio Móvil (12)	Suavización Exponencial	Regresión Lineal
APLUS	6,1	6,1	6,4	7,1

Figura 38. Comparación de Modelos por MAD proveedor APlus

Como se puede apreciar en la (Figura 41), el modelo que mayor se ajusta a la demanda de Solufer, ya que el error absoluto medio es el menor, es el promedio móvil; la comparación de la demanda real se realizará en base a los datos que arroje este modelo para determinar el grado de efectividad del mismo, recordando la característica expuesta en el (Capítulo 2.2.3), los pronósticos generan una estimación de las ventas, mas no, son exactos.

Meses 2017	Venta Real	Predicción Promedio Móvil	Desviación del Pronóstico
Enero	19	12,9	-6,1
Febrero	12	14,3	2,3
Marzo	20	16,1	-3,9
Abril	13	15,3	2,3
Mayo	14	15,4	1,4
Junio	12	17,1	5,1
Julio	11	18,6	7,6
Agosto	11	18,4	7,4
MAD			4,5

Figura 39. Comparación Demanda vs Pronóstico proveedor APlus

En general se puede apreciar que para el proveedor APlus únicamente existieron dos meses de desabastecimiento por lo que el pronóstico y las cantidades de sobre abastecimiento no fueron grandes por lo que podemos inferir que el pronóstico establecido fue el adecuado para la planificación de compras del año 2017.

Para el proveedor Weifeng se evaluó de igual manera el comportamiento de las desviaciones (MAD) de los diferentes tipos de pronósticos, para así lograr

identificar el modelo que más se ajusta al comportamiento de la demanda del mismo.

Proveedor	Método de Pronóstico			
	Promedio Móvil (6)	Promedio Móvil (12)	Suavización Exponencial	Regresión Lineal
APLUS	188.366	221.451	201.412	170.930

Figura 40. Comparación de Modelos por MAD proveedor Weifeng

Como se puede apreciar en la (Figura 43), de los distintos modelos evaluados el que mayor se acopla para las ventas del proveedor Weifeng es la regresión lineal. A continuación, se evaluará que tan viable fue dicho modelo con las ventas reales generadas del año 2017.

Meses 2017	Venta Real	Predicción Promedio Móvil	Desviación del Pronóstico
Enero	1.349.000	477.530	-871.470
Febrero	1.275.400	488.988	-786.412
Marzo	1.895.800	500.847	-1.394.953
Abril	1.696.000	512.697	-1.183.303
Mayo	1.289.800	523.400	-766.400
Junio	858.600	535.250	-323.350
Julio	1.033.200	546.717	-486.483
Agosto	1.257.500	558.567	-698.933
		MAD	813.913

Figura 41. Comparación Demanda vs Pronóstico proveedor Weifeng

Es claro notar que en este caso, el modelo de pronóstico no se ajusta a las ventas reales existentes en el año 2017, esto no quiere decir que el modelo del pronóstico o el escogido no es el adecuado, puesto que si se evalúan para los demás modelos, esta inconsistencia permanece. En este caso el modelo no se ajusta a la realidad, debido a que Solufer levantó una planificación estratégica para este proveedor con la finalidad de que la fuerza de ventas de estos productos incrementa sustancialmente y por ello la demanda se proyecta por sobre lo pronosticado.

Debido a esta inconsistencia del año 2017, se decidió levantar el pronóstico del año 2016 con el fin de determinar qué modelo se adapta al comportamiento de los datos, ya que en este año no existió la estrategia para estos SKU.

El resultado obtenido del análisis de dicho pronóstico fue el siguiente:

Proveedor	Método de Pronóstico			
	Promedio Móvil (6)	Promedio Móvil (12)	Suavización Exponencial	Regresión Lineal
APLUS	176.463	213.571	189.438	189.060

Figura 42. Comparación de Modelos por MAD proveedor Weifeng 2016

Meses 2017	Venta Real	Predicción Promedio Móvil	Desviación del Pronóstico
Enero	477.900	693.308	215.408
Febrero	552.000	729.075	177.075
Marzo	561.100	668.300	107.200
Abril	674.000	750.133	76.133
Mayo	1.721.000	848.700	-872.300
Junio	662.500	854.967	192.467
Julio	734.500	791.950	57.450
Agosto	591.100	763.950	172.850
Septiembre	720.400	836.700	116.300
Octubre	1.481.800	786.533	-695.267
Noviembre	842.000	695.117	-146.883
Diciembre	771.000	687.517	-83.483
		MAD	233.860

Figura 43. Comparación Demanda vs Pronóstico proveedor Weifeng 2016

Para este año los desabastecimientos se generan únicamente en cuatro meses y el índice de desviación es menor al del pronóstico del 2017, como se mencionó anteriormente, en este año no existió una estrategia de potencialización de ventas para este proveedor y por ello la diferencia en este pronóstico no es tan grande.

3.8 Evaluación de la cantidad económica de pedido (EOQ).

Como se presentó en el (Capítulo 2.3.1.2), la EOQ busca determinar la cantidad necesaria a pedir de acuerdo con variables como demanda y costo, esto con la finalidad de no tener excesos en costos de inventario y que los tamaños de pedido sean de acuerdo a la demanda.

Para el análisis de este modelo de compras, se analizarán todos los SKU del segmento A correspondientes a los proveedores APLUS y Weifeng, para así determinar una política de compras que Solufer debe plasmar al momento de realizar compras a dicho proveedor.

Para todos los SKU analizados se estableció que el costo de mantener es igual al 15% del costo de compra del ítem.

Para el ítem Clavadora eléctrica APLUS (EF18/35), se obtuvo que el resultado de la EOQ y punto de reorden es de:

- La cantidad por pedir del SKU es de 34 unidades.
- Deben realizarse 2 pedidos anuales.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 200 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 20 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	40	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	14,4	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	96,15	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	33,3	unidades	Se deben pedir 33,31 unidades por orden
Número esperado de órdenes (N)	1,2	órdenes	Se realizan 1,2 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	199,8	días	El tiempo entre órdenes es de 199,84 días
Costo total (CT)	4326,4	anual	El costo total anual de inventario es de \$4326,37

Figura 44. EOQ Clavadora eléctrica APLUS (EF18/35)

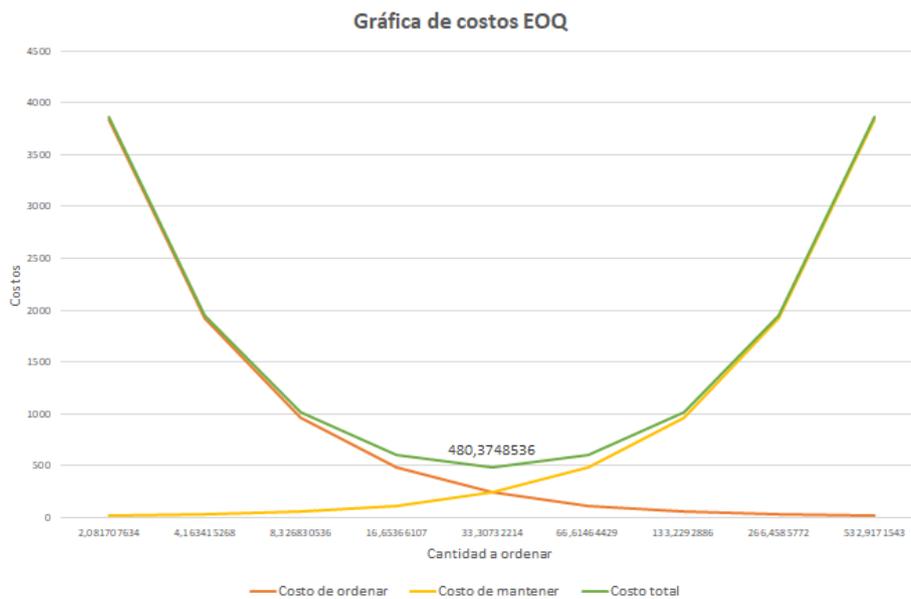


Figura 45. EOQ Clavadora eléctrica APLUS (EF18/35)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	16,65
Desv. Estándar During Lead Time	2,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	19,93
Política	
Ordenar	34,00 cuando Inv. Esté en 19,93 unidades

Figura 46. Punto de Re orden Clavadora eléctrica APLUS (EF18/35)

Continuando con el análisis de los SKU se analizó el SKU Clavadora Betón Inds. Concreto APLUS (F1.8/50), el mismo que se obtuvo como resultado lo siguiente:

- La cantidad por pedir del SKU es de 15 unidades.
- Deben realizarse 2 pedidos anuales.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 204 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 11 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	17	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	32,5	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	216,3	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	14,5	unidades	Se deben pedir 14,48 unidades por orden
Número esperado de ordenes (N)	1,2	órdenes	Se realizan 1,17 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	204,4	días	El tiempo entre órdenes es de 204,36 días
Costo total (CT)	4147,5	anual	El costo total anual de inventario es de \$4147,53

Figura 47. EOQ Clavadora Betón Inds. Concreto APLUS (F1.8/50)

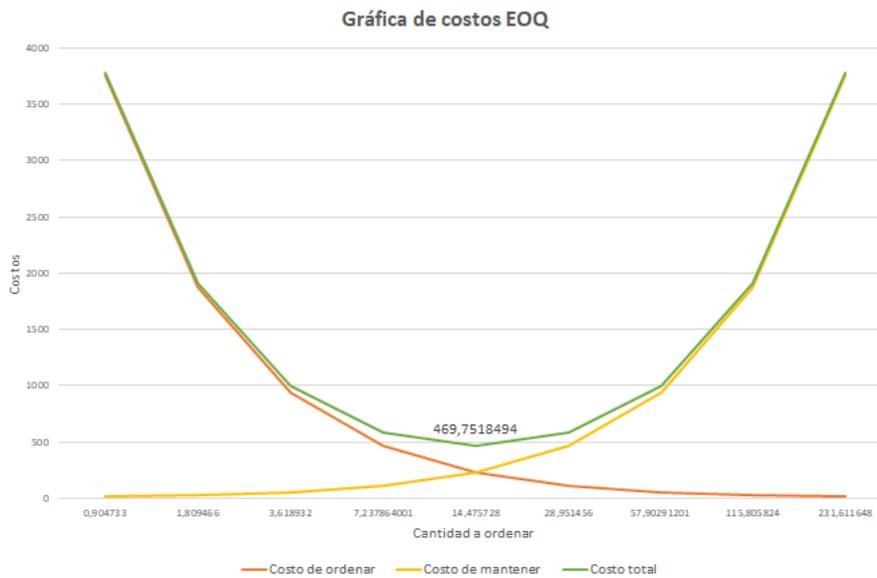


Figura 48. EOQ Clavadora Betón Inds. Concreto APLUS (F1.8/50)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	7,24
Desv. Estándar During Lead Time	2,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	10,52
Política	
Ordenar	15,00 cuando Inv. Esté en 10,52 unidades

Figura 49. Punto de Reorden Clavadora Betón Inds. Concreto APLUS (F1.8/50)

A continuación, se levantó análisis del SKU Clavadora Betón Prof. Concreto APLUS (F1.8/50L), del mismo se obtuvo como resultado lo siguiente:

- La cantidad por pedir del SKU es de 24 unidades.
- Deben realizarse 2 pedidos anuales.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 137 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 14 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	41	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	30,0	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	200,3	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	23,4	unidades	Se deben pedir 23,36 unidades por orden
Número esperado de ordenes (N)	1,8	órdenes	Se realizan 1,75 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	136,8	días	El tiempo entre órdenes es de 136,75 días
Costo total (CT)	8915,1	anual	El costo total anual de inventario es de \$8915,11

Figura 50. EOQ Clavadora Betón Prof. Concreto APLUS (F1.8/50L)

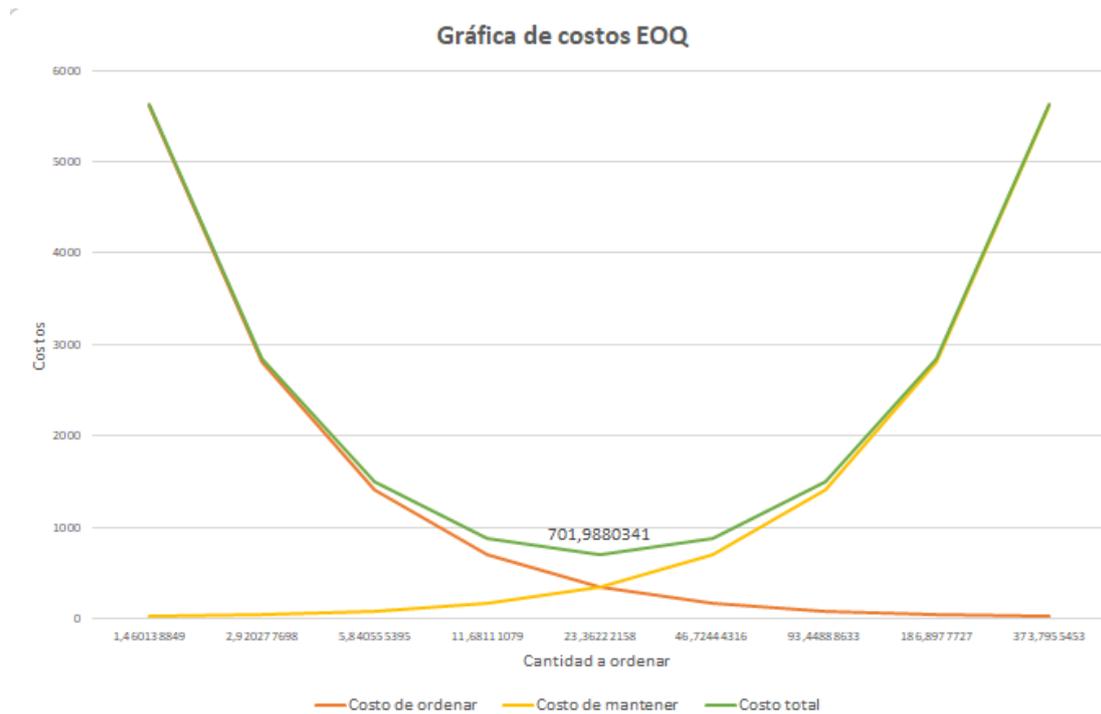


Figura 51. EOQ Clavadora Betón Prof. Concreto APLUS (F1.8/50L)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	11,68
Desv. Estándar During Lead Time	1,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	13,32
Política	
Ordenar	24,00 cuando Inv. Esté en 13,32 unidades

Figura 52. Punto de re orden Clavadora Betón Prof. Concreto APLUS (F1.8/50L)

Para el análisis para el SKU Pinadora Industrial APLUS (P0.6/30), se obtuvo lo siguiente:

- La cantidad a pedir del SKU es de 23 unidades.
- Deben realizarse 2 pedidos anuales.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 211 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 15 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	26	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	20,1	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	133,8	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	22,8	unidades	Se deben pedir 22,76 unidades por orden
Número esperado de órdenes (N)	1,1	órdenes	Se realizan 1,14 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	210,1	días	El tiempo entre órdenes es de 210,12 días
Costo total (CT)	3935,9	anual	El costo total anual de inventario es de \$3935,94

Figura 53. EOQ Pinadora Industrial APLUS (P0.6/30)

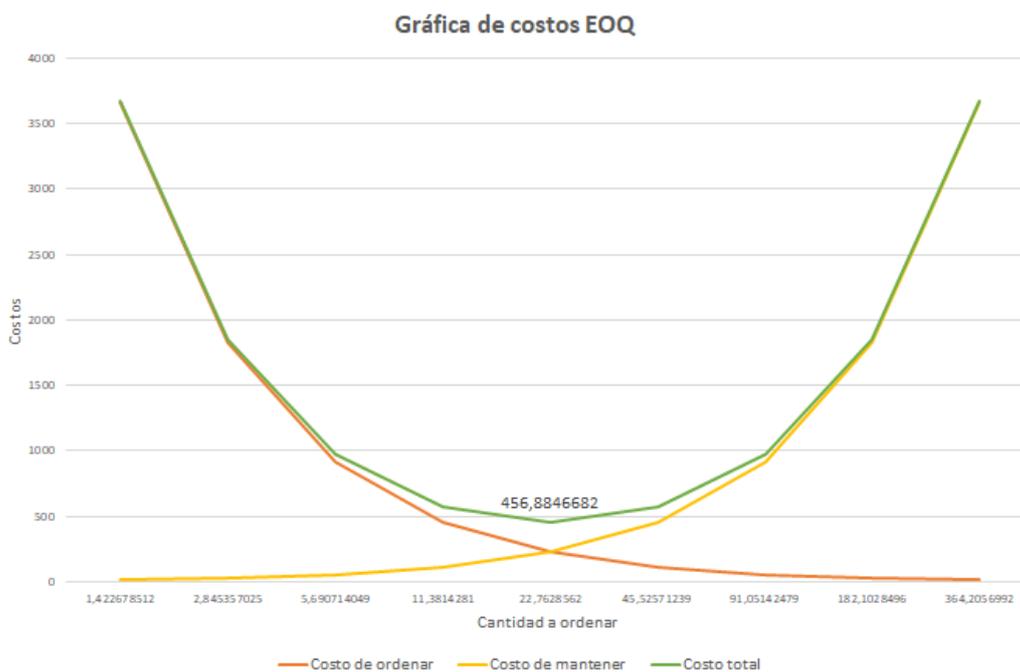


Figura 54. EOQ Pinadora Industrial APLUS (P0.6/30)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	11,38
Desv. Estándar During Lead Time	2,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	14,66
Política	<input type="text"/>
Ordenar	23,00 cuando Inv. Esté en 14,66 unidades

Figura 55. Punto de Reorden Pinadora Industrial APLUS (P0.6/30)

Así mismo, dentro del análisis de para el SKU Grapadora Industrial Aplus (80/16) es, el resultado fue de:

- La cantidad por pedir del SKU es de 44 unidades.
- Deben realizarse 1 pedido anual.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 240 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 29 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	44	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	9,1	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	60,9	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	43,9	unidades	Se deben pedir 43,89 unidades por orden
Número esperado de órdenes (N)	1,0	órdenes	Se realizan 1 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	239,4	días	El tiempo entre órdenes es de 239,42 días
Costo total (CT)	3080,6	anual	El costo total anual de inventario es de \$3080,57

Figura 56. EOQ Grapadora Industrial Aplus (80/16)

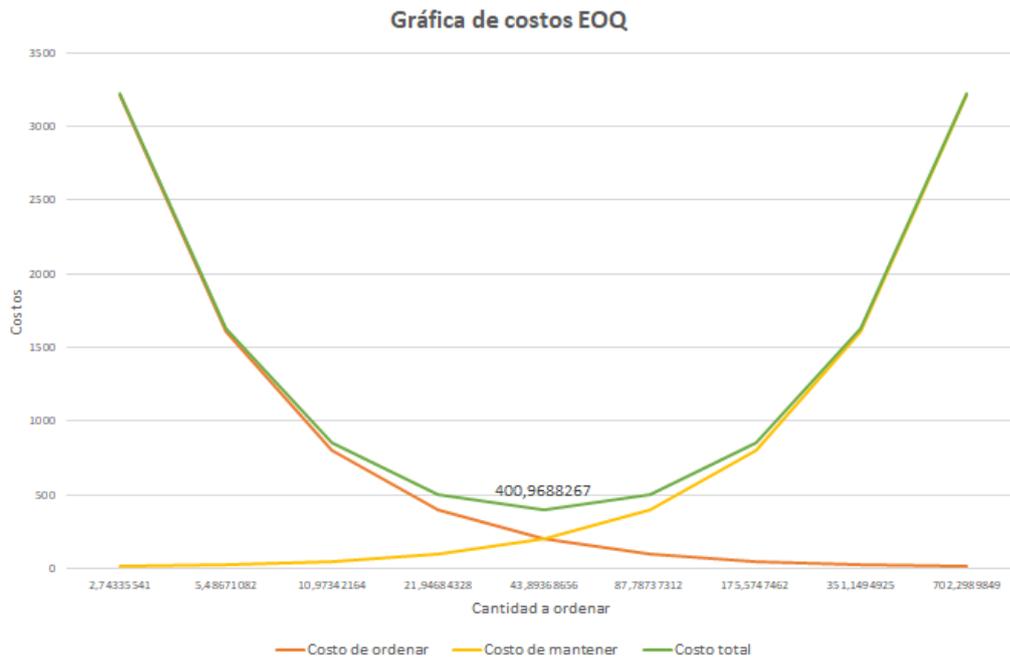


Figura 57. EOQ Grapadora Industrial Aplus (80/16)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	21,95
Desv. Estándar During Lead Time	4,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	28,51
Política	
Ordenar	44,00 cuando Inv. Esté en 28,51 unidades

Figura 58. Punto de Re orden Grapadora Industrial Aplus (80/16)

Finalmente se evaluó la EOQ y punto de re orden del SKU Clavadora de Bobina (Palets) (C-70PA), de dicho análisis se obtuvo lo siguiente:

- La cantidad a pedir del SKU es de 7 unidades.
- Deben realizarse 1 pedido anual.
- El tiempo de inventario que se poseerá es de 235 días.
- El punto de re orden para el SKU es de 5 unidades.

Item	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda (D)	7	anual	
Costo de ordenar (S)	200	por orden	
Costo de mantener (H)	60,1	anual por unidad	
Número de días de trabajo	240	por año	
Costo ©	400,6	por unidad	
Cantidad óptima de pedido Q*	6,8	unidades	Se deben pedir 6,83 unidades por orden
Número esperado de órdenes (N)	1,0	órdenes	Se realizan 1,03 órdenes de pedido al año
Tiempo esperado entre órdenes (L)	234,0	días	El tiempo entre órdenes es de 234,03 días
Costo total (CT)	3214,7	anual	El costo total anual de inventario es de \$3214,69

Figura 59. EOQ Clavadora de Bobina (Palets) (C-70PA)

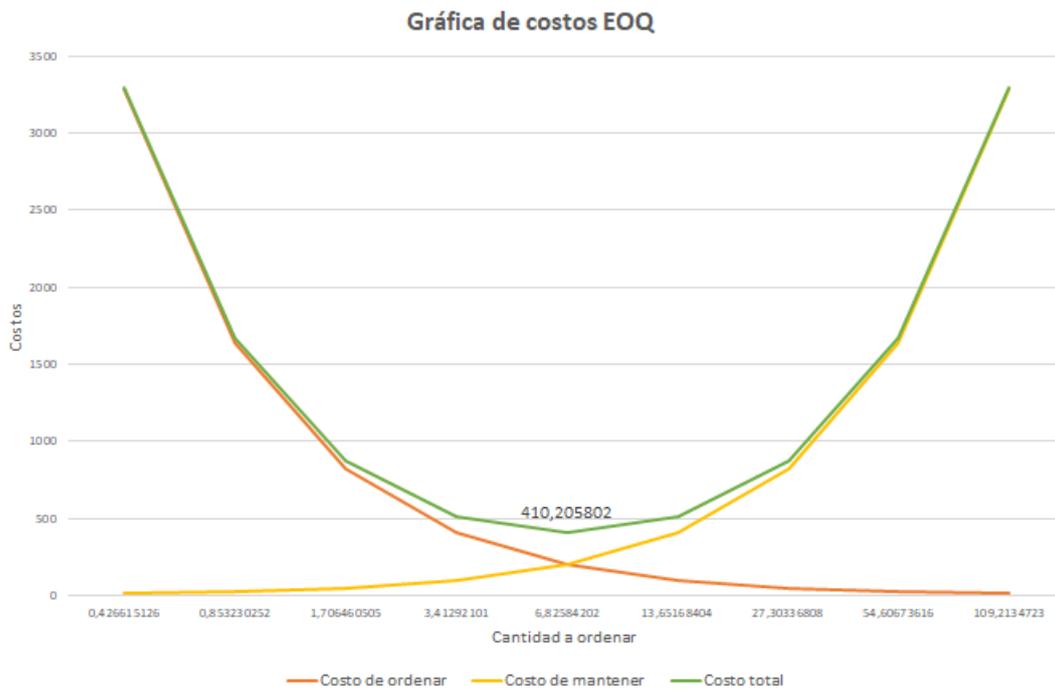


Figura 60. EOQ Clavadora de Bobina (Palets) (C-70PA)

Punto de Reorden	
K=	1,64
Demanda During Lead Time	3,41
Desv. Estándar During Lead Time	1,00
Ordenar cuando el Inv. Esté en:	5,05
Política	
Ordenar	7,00 cuando Inv. Esté en 5,05 unidades

Figura 61. Punto de Re orden Clavadora de Bobina (Palets) (C-70PA)

De lo levantado en el análisis se obtuvo lo siguiente:

Para el proveedor Weifeng se levantó una tabla resumen donde se calculó las políticas de inventario para los SKU correspondientes a este proveedor. Del análisis se obtuvo lo siguiente:

Item	SKU	Demanda (D)	Costo de ordenar (S)	Costo de mantener (H)	Número de días de trabajo	Costo ©	Cantidad óptima de pedido Q*	Número esperado de órdenes (N)	Tiempo esperado entre órdenes (L)	Punto de reorden ®
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	TAE10006	1.258.000,00	340,00	0,001	240	0,01	1.012.398,71	1,24	193,14	619.094
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	TAE10008	599700	340	0,001	240	0,006731	635.540,89	0,94	254,34	471.970
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	TAE12506	381700	340	0,001	240	0,00709	494.031,50	0,77	310,63	299.512
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	TAE15006	1875300	340	0,001	240	0,008526	998.574,98	1,88	127,80	631.947
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	TAE15007	557200	340	0,001	240	0,009782	508.158,76	1,10	218,88	369.461
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	TAE15008	382700	340	0,002	240	0,010679	403.053,65	0,95	252,76	265.483
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	TAE20006	713400	340	0,002	240	0,01041	557.371,38	1,28	187,51	372.972
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	TAE20007	1581000	340	0,002	240	0,012564	755.281,81	2,09	114,65	511.998
TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	TAE20008	651800	340	0,002	240	0,013821	462.385,20	1,41	170,26	340.643
TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)	TAF10006	768000	340	0,001	240	0,004218	908.528,99	0,85	283,92	920.986
TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	TFE10006	1020500	340	0,001	240	0,004577	1.005.376,03	1,02	236,44	1.325.733

Figura 62. Cálculo EOQ y Punto de Reorden SKU Proveedor Weifeng

Interpretación	
Pedir 1012399 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 619094 unidades
Pedir 635541 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 471970 unidades
Pedir 494032 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 299512 unidades
Pedir 998575 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 631947 unidades
Pedir 508159 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 369461 unidades
Pedir 403054 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 265483 unidades
Pedir 557371 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 372972 unidades
Pedir 755282 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 511998 unidades
Pedir 462385 del ítem TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	cuando el inventario esté en 340643 unidades
Pedir 908529 del ítem TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)	cuando el inventario esté en 920986 unidades
Pedir 1005376 del ítem TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	cuando el inventario esté en 1325733 unidades

Figura 63. Interpretación política de inventario Proveedor Weifeng

4 Capítulo IV: Estudio Económico.

Este capítulo nos permite identificar cuán rentable el proyecto llegará a ser en relación a la inversión presente y gracias a ello se determinará su viabilidad en base a indicadores económicos como es el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de manera que se pueda identificar el índice de ahorro que la compañía hubiera generado cumpliendo con las políticas establecidas dentro de este trabajo de titulación. El método a emplearse para identificar la viabilidad del proyecto no es más que un comparativo entre las compras ejecutadas por Solufer vs la cantidad definida por la EOQ de cada uno de los SKU en el año 2016.

Es necesario analizar las compras y ventas del periodo definido para así poder obtener un estimado del ahorro que Solufer pudo haber tenido empleado el modelo propuesto. Para ello, se graficarán las diferencias existentes entre las compras realizadas vs lo establecido por cada uno de los SKU en cantidades. Por motivos de confidencialidad, se evaluará la mejora en base al costo de compra de los SKU, esto con el objetivo de blindar el margen de rentabilidad de la compañía. A continuación, se muestran las Ilustraciones de lo mencionado anteriormente.

Compras vs EOQ Proveedor Aplus

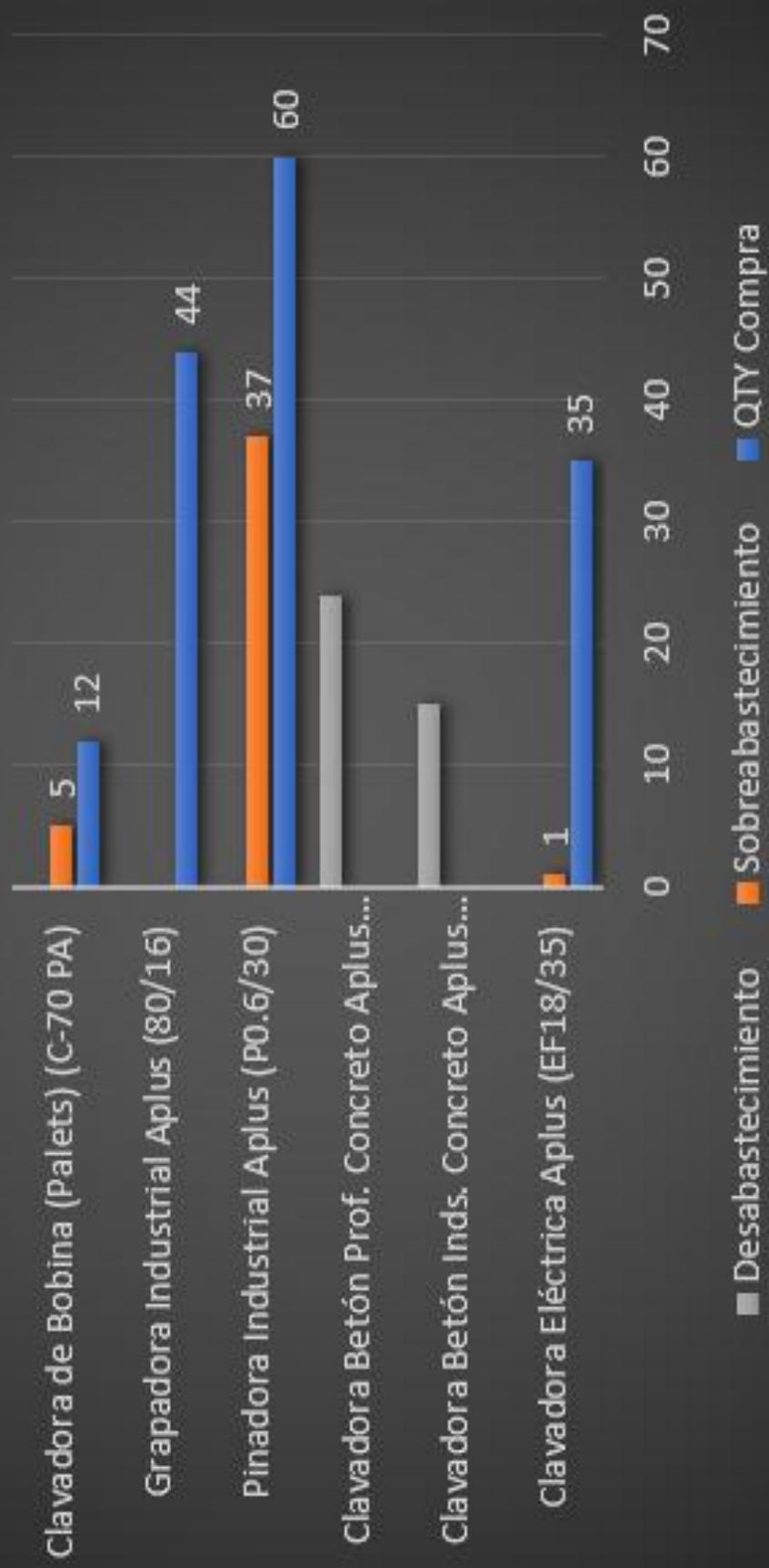


Figura 64. Desviaciones de Compras Proveedor APLUS

De la (Figura67), podemos ver que existen diferencias de sobreabastecimiento y desabastecimiento en los SKU mostrados correspondientes al Proveedor APLUS, sin embargo, el SKU Grapadora Industrial no presenta ninguna variación en base al cálculo obtenido de compra de la EOQ, por lo que podemos concluir que para estos SKU el capital utilizado en inventarios disminuye notablemente.

Proveedor	SKU	Costo	
		Compra	Sobreabastecimiento
Aplus	Clavadora Eléctrica Aplus (EF18/35)	\$ 96,15	\$ 14,42
	Clavadora Betón Inds. Concreto Aplus (F1,8/50)	\$ 216,13	\$ 3.241,95
	Clavadora Betón Prof. Concreto Aplus (F1.8/50L)	\$ 200,30	\$ 4.807,20
	Pinadora Industrial Aplus (P0.6/30)	\$ 133,80	\$ 742,59
	Grapadora Industrial Aplus (80/16)	\$ 60,90	
	Clavadora de Bobina (Palets) (C-70 PA)	\$ 400,60	\$ 300,45
	Total	\$ 1.057	\$ 8.049
	Ahorro Total	\$ 9.107	

Figura 65. Resultado Estudio Económico Proveedor APLUS

De la (Figura68), es claro ver que de los 6 SKU analizados para el proveedor APLUS durante el periodo, existen costos por sobreabastecimiento de alrededor de \$1.057 por lo que es un costo indirecto que la compañía tuvo que afrontar por almacenar inventario en su bodega; así mismo para el costo de desabastecimiento es claro apreciar que el costo es de alrededor de \$8.049, este es uno de los costos más preocupantes que toda organización debe tener puesto que su incidencia de estar desabastecidos no es sólo el no tener el producto en inventario sino también que esto afecta muchas veces en la fidelidad del cliente, puesto que como empresa no se está cumpliendo con sus expectativas, permitiendo así que el cliente opte por irse permanentemente y buscar los productos con la competencia, es por esto, que el costo total de \$9.107 llegue a ser mayor, ya que en el caso de que en años venideros por ausencia de inventario, en el año analizado, afecte al índice de rotación de inventario puesto que se perdieron clientes que no llegaron a ser satisfecho.

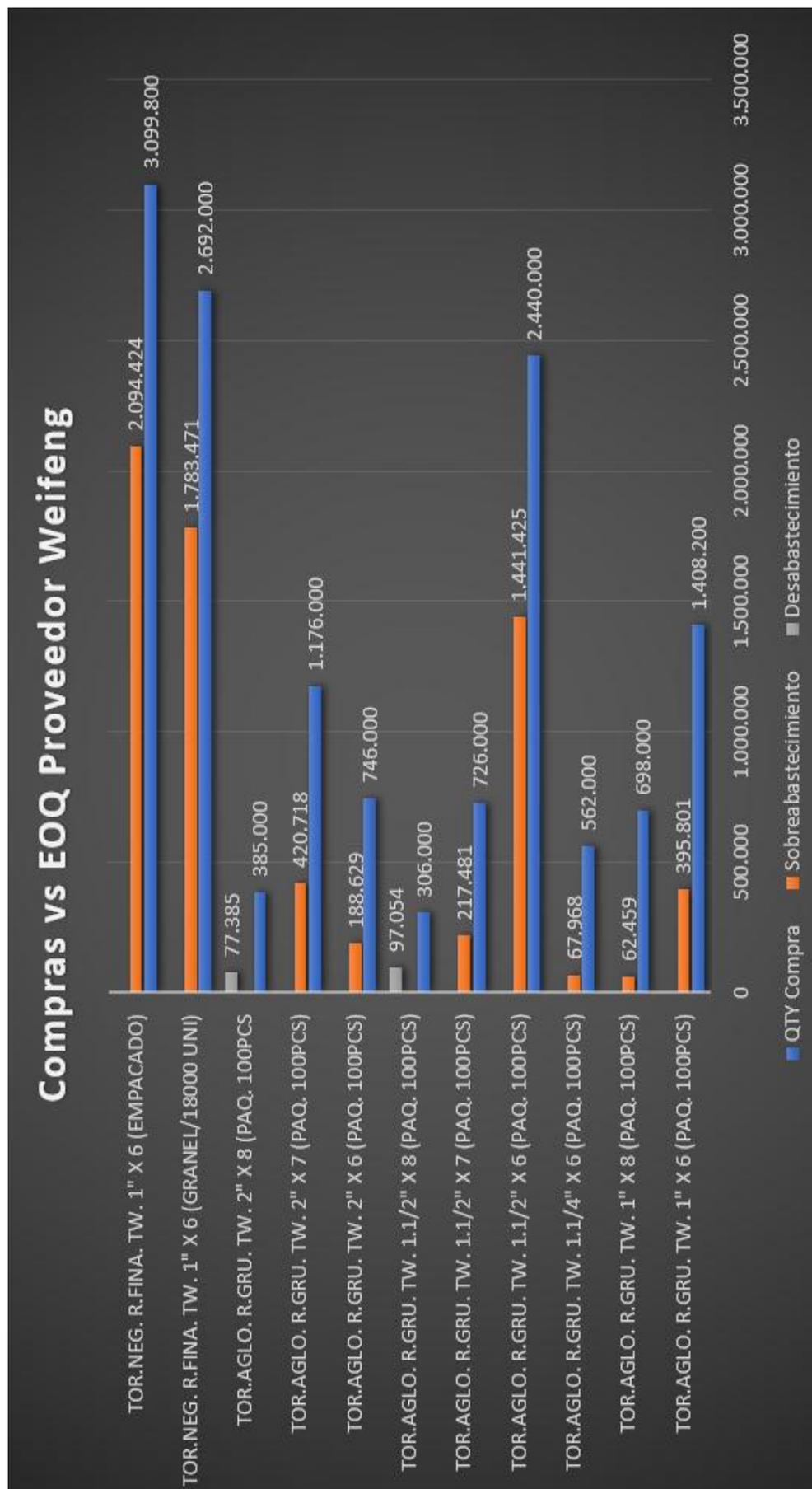


Figura 66. Desviaciones de Compras Proveedor WEIFENG

De la (Figura 69), podemos ver que existen diferencias de sobreabastecimiento y desabastecimiento los SKU mostrados correspondientes al Proveedor WEIFENG, es claro notar que en su mayoría su desviación se centra en sobreabastecimientos, por lo que es necesario que para estos productos de alto volumen de venta se empiece a tener un control de inventario de manera inmediata, ya que al ser costos que la compañía no logra identificar de manera directa, su utilidad puede estancarse debido al exceso de inventario que al parecer se está manejando para estos SKU.

Proveedor	Procedencia	Costo Compra	Costo	
			Sobreabastecimiento	Desabastecimiento
Weifeng	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,006	\$ 330,34	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,007	\$ 63,06	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,007	\$ 72,28	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,009	\$ 1.843,36	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,010	\$ 319,64	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,011		\$ 1.036,48
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,010	\$ 294,55	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,013	\$ 792,89	
	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	\$ 0,014		\$ 1.069,50
	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)	\$ 0,004	\$ 1.128,39	
	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	\$ 0,005	\$ 1.437,90	
		Total		\$ 6.282,41
	Ahorro Total		\$	8.388,39

Figura 67. Resultado Estudio Económico Proveedor Weifeng

Como se mencionó anteriormente, para este proveedor el costo de sobreabastecimiento prevalece notablemente, el mismo que es alrededor de \$6.282, dejando claro que la utilidad de la compañía se ve afectada considerablemente debido a los costos de mantener el stock en almacenamiento y no tener el índice de rotación del inventario que se espera por parte de la dirección.

Es claro identificar dentro del análisis que el ahorro de la compañía para estos SKU pudo haber sido de alrededor de \$17.495. Cabe recalcar que dicho análisis se empleó únicamente en el segmento A, lo que se traduce en el 5% de la cartera de productos ofertada por Solufer, por lo que se evidencia que la oportunidad de ahorro para esta compañía es sumamente grande para los demás SKU.

Así mismo, se evaluaron los costos que tuvo el proyecto obteniendo una proporción del costo total para los 11 ítems analizados, puesto que el ahorro

analizado en este trabajo de titulación engloba a los 11 ítems presentes en el segmento A. Los costos antes mencionados son los siguientes:

Costos Proyecto		
Costo Consultoría	\$	3.000
Costo Licencia Software	\$	5.000
Relación Consultoría 11 SKU	\$	106
Relación Licencia Software 11 SKU	\$	176

Figura 68. Costos del Proyecto Solufer

Para el análisis económico se determinó que era necesaria la adquisición de una persona encargada del monitoreo y adquisición del inventario, por lo que dentro del análisis financiero y para la obtención de indicadores, fue necesario añadir, dentro de los costos adicionales, un sueldo aproximado de \$1000 para la persona encargada, esto fundamentado en que dicha persona debe tener experiencia en el campo e incluso un título de tercer nivel relacionado con las labores a desempeñar.

Finalmente se levantará el cálculo del valor actual neto y la tasa interna de retorno, con el fin de identificar el ahorro real que la compañía hubiese llegado a tener si este análisis se levantaba hace un año.

Indicadores Económicos	
VAN	\$ 2.205,5
TIR	162%
B/C	8,8

Figura 69. Indicadores Financieros del Proyecto

De los indicadores podemos notar que en su Valor Actual Neto se reflejan \$2205, por lo que es claro que el proyecto generará ingresos mayores a los gastos; de igual manera, su Tasa Interna de Retorno se encuentra por sobre el 100% por lo que es claro notar que el proyecto es altamente rentable.

5 Conclusiones y Recomendaciones.

5.1 Conclusiones.

- En la actualidad, Solufer no posee un proceso que tenga un fundamento matemático para la adquisición de sus productos, estas decisiones están basadas en la adquisición de los productos al menor costo, obtenido el mejor rebate de cada uno de ellos por parte de sus proveedores; sin embargo, la compañía absorbe costos indirectos como es el costo de mantener inventario almacenado, el mismo que no es percibido hasta que se evalúan sus estados de resultados, donde se ve reflejado que su utilidad no es la esperada.
- Se identifica también que Solufer, debido al modelo empírico de adquisición de productos, suele tener desabastecimientos de ciertos productos ofertados, por lo que llega a generarse malestar por parte de los clientes y se deben tomar acciones correctivas inmediatas como por ejemplo disminución de precios de venta, lo que se refleja en disminución del margen planteado por la compañía.
- A pesar de que existen 320 productos dentro de su cartera, se pudo determinar que únicamente 11 se encuentran dentro del segmento A, lo que representa que dichos productos disponen de un alto índice de rotación, gran costo de adquisición y finalmente sus ventas en dólares son altas.
- A pesar de que existen desviaciones de la cantidad de compra vs la cantidad económica de pedido (EOQ), existió un SKU que no tuvo diferencia entre la cantidad adquirida y la cantidad económica de pedido, por lo que fue claro notar que la experiencia por parte del comprador muchas veces puede jugar un rol importante al momento de realizar las compras, puesto que, existen factores externos que lleguen a incidir en el volumen de ventas, mismo que los modelos de pronóstico no toman como variable al momento de predecir las ventas.
- Así mismo, se evidenció que el proveedor suele tener complicaciones para el cumplimiento de entregas, por lo que se tuvo que hacer un reajuste en el lead time para la obtención de niveles de stock de seguridad, ajuste que puede verse reflejado en la **Tabla 4** de este trabajo de titulación.

- Solufer es una empresa que busca constantemente el crecimiento y perfeccionamiento de sus procesos, es por esto que dentro del canal retail de productos de ferretería en el país es de gran renombre, debido a esto su cartera de clientes va en un crecimiento considerable.
- Se levantó la segregación del inventario, para establecer los SKU que pertenecen al segmento A y así levantar el pronóstico de los SKU correspondientes a los dos proveedores que engloban a los once ítems que corresponden al segmento antes mencionado.
- No existe un modelo de pronóstico que se ajuste para todos los SKU presentes en la cartera de Solufer, cada uno dispone de diferente nivel, tendencia, estacionalidad e incluso algunos tienen un comportamiento aleatorio por lo que se identifica que es necesario analizar diferentes modelos y determinar el mejor en base al error absoluto medio (MAD).
- Se evidenció la cantidad de ahorro que Solufer puede tener para un segmento de su inventario, por lo que existe, dentro de toda su cartera de productos, una oportunidad sumamente grande de disminuir costos por sobreabastecimiento y desabastecimiento que la compañía hoy en día absorbe por desconocimiento de los mismos.

5.2 Recomendaciones.

Este trabajo de titulación fue presentado al directorio de la compañía Solufer, donde se determinó en primera instancia que para el año 2017 su fuerza de ventas de algunos proveedores debe crecer sustancialmente con el objetivo de que nuevos proveedores aparezcan en el segmento A de sus inventarios, el objetivo estratégico planteado por parte del directorio fue el mismo que se presenta en el **Anexo 1**.

Una vez levantado el objetivo estratégico para el año 2017, a mediados de año, se levantó una nueva segregación del inventario para determinar si el objetivo establecido se cumplió, el mismo que dio como resultado lo presentado en el **Anexo 2**, el mismo que presenta que para la nueva segmentación, dentro del segmento A se encuentran ahora 20 SKU, 63 pertenecen al segmento B y finalmente 229 están presentes en el segmento C.

Dentro del nuevo levantamiento de segmentación podemos apreciar que un SKU correspondiente al proveedor Akfix se encuentra en el segmento A por lo que el objetivo llega a ser cumplido parcialmente, debido a que dentro del segmento A del 2016 existieron únicamente 11 SKU y para el primer semestre del 2017 se evidencian 20 SKU presentes en este segmento.

En lo que respecta al proveedor Akfix, su crecimiento avanza rápidamente puesto que 9 SKU de este proveedor aportan en un 31% a las ventas totales generadas por la compañía.

Es necesario que Solufer levante a inicio de año una proyección de ventas de sus SKU para así poder levantar las cantidades necesarias de compras y no tener que absorber costos indirectos que lleguen a ser perjudiciales para la compañía.

Es de suma importancia que Solufer considere eliminar de cartera algunos de sus SKU puesto que, dentro de la nueva segmentación levantada, se identifica que el 71% de sus productos se encuentran en el segmento C por lo que se evidencia que Solufer también llega a tener inventario que no es de alta

rotación, no genera un gran margen de venta y su costo de compra no es muy elevado.

Es necesario que se manejen indicadores con revisiones periódicas de movimientos de inventario con la finalidad de poder tener un control de las mismas e incluso de sus ventas para que el directorio dentro de sus reuniones logre tomar decisiones cruciales para el rumbo de la compañía.

REFERENCIAS

Olivos, S. y Penagos, J. (2013). *Modelo de Gestión de Inventarios: Conteo Cíclico por Análisis ABC*. Recuperado el 15 de septiembre del 2017 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5980490.pdf>

Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. (2^{da} ed.). D.F., México: McGraw Hill

Bowersox, D., Closs, D., y Cooper, B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros* (2^{da} ed.). D.F., México: McGraw Hill

Caplice, C. (2017) *First Forecasting Truism Lesson 2 Demand Forecasting*. Recuperado el 20 de Octubre del 2017 de https://courses.edx.org/courses/course-v1:MITx+CTL.SC1x_3+1T2017/courseware/eb6a807af0324d9caaaab908133f3e7c/70b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85/?activate_block_id=block-v1%3AMITx%2BCTL.SC1x_3%2B1T2017%2Btype%40sequential%2Bblock%4070b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85

Caplice, C. (2017) *Second Forecasting Truism Lesson 2 Demand Forecasting*. Recuperado el 20 de Octubre del 2017 de https://courses.edx.org/courses/course-v1:MITx+CTL.SC1x_3+1T2017/courseware/eb6a807af0324d9caaaab908133f3e7c/70b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85/?activate_block_id=block-v1%3AMITx%2BCTL.SC1x_3%2B1T2017%2Btype%40sequential%2Bblock%4070b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85

Caplice, C. (2017) *Third Forecasting Truism Lesson 2 Demand Forecasting*. Recuperado el 20 de Octubre del 2017 de https://courses.edx.org/courses/course-v1:MITx+CTL.SC1x_3+1T2017/courseware/eb6a807af0324d9caaaab908133f3e7c/70b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85/?activate_block_id=block-v1%3AMITx%2BCTL.SC1x_3%2B1T2017%2Btype%40sequential%2Bblock%4070b1e7abe6cb427fbbea8d16db89ca85

Chase, R., Jacobs, R., y Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones*

- Producción y Cadena de Suministro*. (12^{da} ed.). D.F., Mexico: McGraw-Hill.
- Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro* (3^{ra} ed.). D.F., Mexico: Practice Hall.
- CSCMP. (2017). *SCM Definitions and Glossary of Terms*. Recuperado el 19 de Septiembre del 2017 de https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921
- German, G. y Calvario, M. (2007). *Metodología para calcular el pronóstico de la demanda y una medición de su precisión, en una empresa de autopartes*. Recuperado el 18 de Octubre de 2017 de <http://www.virtual.sepi.upiicsa.ipn.mx/tesis/332.pdf>
- Ghiani, G., Laporte, G., y Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics System Planning and Control*. Recuperado el 12 de Noviembre del 2017 de <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0470014040>
- Hanke, J. y Reitsch, A. (1996). *Pronósticos en Los Negocios* (5^{ta} ed.). D.F., México: Practice Hall.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2012). *Forecasting Spare Parts Demand Using Statistical Analysis*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2017 de [http://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1695897](http://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1695897)
- Llamazares, O. (2010). *Qué es una Trading Company*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2017 de <https://www.globalnegotiator.com/files/Que-es-una-Trading-Company.pdf>
- Mentzer, J., Dewitt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., y Zacharia, Z. (2001). *Defining supply chain management*. *Journal of Business Logistics*. Recuperado el 7 de Octubre de 2017 de <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Muddassir, A., y Caceres, P. (2017). *The ABC-XYZ Inventory Management*

Model. Recuperado el 23 de Noviembre de 2017 de <http://muddassirism.com/inventory-management-model/>

Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y las Operaciones*. D.F., México: McGraw-Hil.

Zuluaga, M. A., Gómez, M. R., & Fernández, H. S. (2014). *Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo scor*. Recuperado el 2 de Noviembre del 2017 de <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832/881>

Prada Gutierrez, O. (2009). *La gestión de inventarios un enfoque multicriterio*. Recuperado el 10 de Octubre de 2017 de www.scielo.org.co/pdf/cadm/v22n38/v22n38a09.pdf

Ríos, C. (2017). *Entrevista SOLUFER*. Quito, Ecuador.

Schroeder, R. (1996). *Administración de Operaciones*. D.F., Mexico: McGraw-Hil.

Soto, D., & Rovira, J. M. (2009). *La cadena de suministro inteligente del futuro*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2017 de http://www-03.ibm.com/press/es/es/attachment/27111.wss?fileId=ATTACH_FILE1

Villavicencio, J. (2015). *Introducción a Series de Tiempo*. Recuperado el 10 de Octubre de 2017 de https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/1006795/mod_resource/content/1/Exposici%C3%B3n%20An%C3%A1lisis%20de%20Series%20de%20Tiempo.pdf

ANEXOS

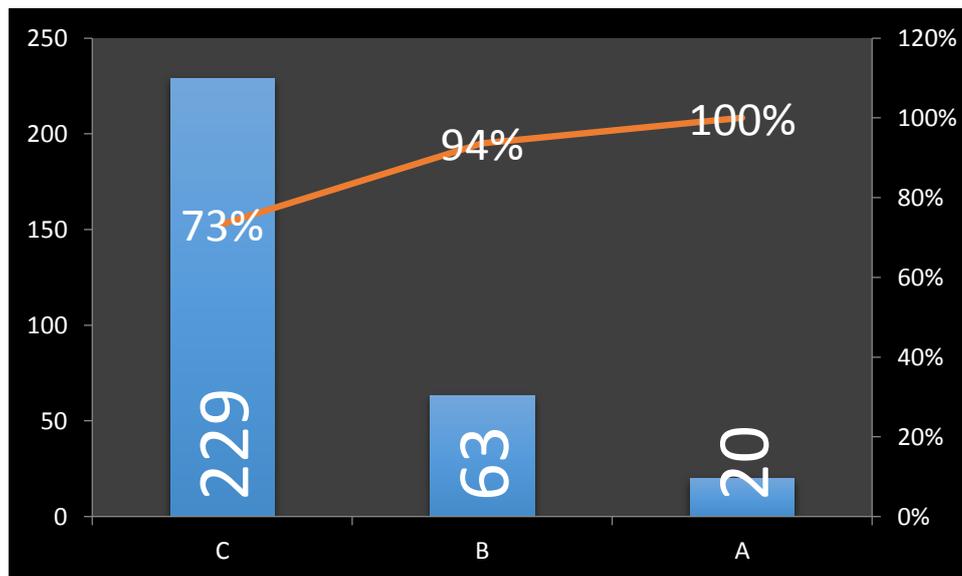
Anexo 1:

Estrategia Crecimiento por Proveedores 2017

Proveedor	Procedencia	CRECIMIENTO ANUAL ESPERADO
VARIOS	QUITO	0%
WEIFENG	CHINA	50%
HWESCHUN	CHINA	50%
APLUS	TAIWAN	50%
AKFIX	TURQUIA	200%

Anexo 2:

Segregación ABC 2017



Anexo 3:

SKU Segmento A 2017

Item Num	SKU	Costo Compra	Cantidad Ventas	\$ Ventidos	Total	Segmento	Proveedor
1	PEGA GRANULADA AKFIX 25KG (HM220)	1	0	1	2	A	AKFIX
2	CLAVADORA BETÓN PROF. CONCRETO APLUS (F1.8/50L)	1	0	1	2	A	APLUS
3	PINADORA INDUSTRIAL APLUS (P0.6/30)	1	0	1	2	A	APLUS
4	GRAPADORA INDUSTRIAL APLUS (80/16)	1	0	1	2	A	APLUS
5	CLAVADORA INDS. APLUS (F1.8/50)	1	0	1	2	A	APLUS
6	CLAVADORA / GRAPADORA INDS. APLUS (F1.8/50C) ED. ESPECIAL	1	0	1	2	A	APLUS
7	CLAVADORA DE BOBINA (PALETS) (C-75PA)	1	0	1	2	A	APLUS
8	GRAPADORA CARTONERA NEUMÁTICA APLUS (A3518S)	1	1	0	2	A	APLUS
9	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
10	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
11	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/4" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
12	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
13	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 7 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
14	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1.1/2" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
15	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 6 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
16	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 7 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
17	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 2" X 8 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG
18	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (GRANEL/18000 UNI)	0	1	1	2	A	WEIFENG
19	TOR.NEG. R.FINA. TW. 1" X 6 (EMPACADO)	0	1	1	2	A	WEIFENG
20	TOR.AGLO. R.GRU. TW. 1" X 7 (PAQ. 100PCS)	0	1	1	2	A	WEIFENG

Anexo 4:

Promedio Móvil 6 Periodos Weifeng 2016

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (6)	ABS ERROR	ERROR^2	APE
2013	nov-13	407400				
	dic-13	439400				
2014	ene-14	396100				
	feb-14	726200				
	mar-14	365200				
	abr-14	205200				
	may-14	411000	423250,0	12250,0	150062500,00	3%
	jun-14	775200	479816,7	295383,3	87251313611,11	38%
	jul-14	523100	500983,3	22116,7	489146944,44	4%
	ago-14	423400	450516,7	27116,7	735313611,11	6%
	sep-14	1053650	565258,3	488391,7	238526420069,44	46%
	oct-14	498000	614058,3	116058,3	13469536736,11	23%
	nov-14	533300	634441,7	101141,7	10229636736,11	19%
	dic-14	513500	590825,0	77325,0	5979155625,00	15%
2015	ene-15	1138000	693308,3	444691,7	197750678402,78	39%
	feb-15	638000	729075,0	91075,0	8294655625,00	14%
	mar-15	689000	668300,0	20700,0	428490000,00	3%
	abr-15	989000	750133,3	238866,7	57057284444,44	24%
	may-15	1124700	848700,0	276000,0	76176000000,00	25%
	jun-15	551100	854966,7	303866,7	92334951111,11	55%
	jul-15	759900	791950,0	32050,0	1027202500,00	4%
	ago-15	470000	763950,0	293950,0	86406602500,00	63%
	sep-15	1125500	836700,0	288800,0	83405440000,00	26%
	oct-15	688000	786533,3	98533,3	9708817777,78	14%
	nov-15	576200	695116,7	118916,7	1414173611,11	21%
	dic-15	505500	687516,7	182016,7	33130066944,44	36%
MAD				176.463		
RMSE					50.834.597.438	
MAPE						24%

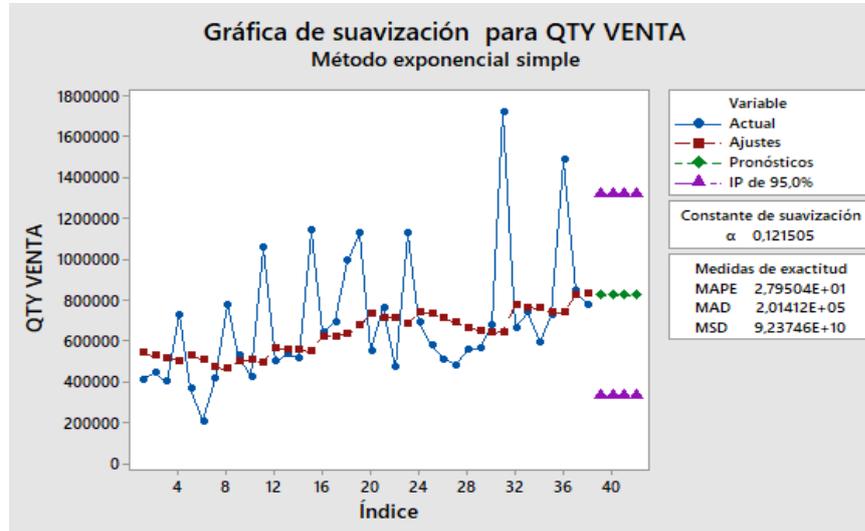
Anexo 5:

Promedio Móvil 12 Periodos Weifeng 2016

Año	Mes	QTY VENTAS	Promedio Móvil (12)	ABS ERROR	ERROR^2	APE
2013	nov-13	407400				
	dic-13	439400				
2014	ene-14	396100				
	feb-14	726200				
	mar-14	365200				
	abr-14	205200				
	may-14	411000				
	jun-14	775200				
	jul-14	523100				
	ago-14	423400				
	sep-14	1053650				
	oct-14	498000				
	nov-14	533300	518854,2	14645,8	214500434,03	3%
	dic-14	513500	529145,8	15645,8	244792100,69	3%
2015	ene-15	1138000	535320,8	602679,2	363222177934,03	53%
	feb-15	638000	597145,8	40854,2	1669062934,03	6%
	mar-15	689000	589795,8	99204,2	9841466684,03	14%
	abr-15	989000	616779,2	372220,8	138548348767,36	38%
	may-15	1124700	682095,8	442604,2	195898448350,69	39%
	jun-15	551100	741570,8	190470,8	36279138350,69	35%
	jul-15	759900	722895,8	37004,2	1369308350,69	5%
	ago-15	470000	742629,2	272629,2	74326662517,36	58%
	sep-15	1125500	746512,5	378987,5	143631525156,25	34%
	oct-15	688000	752500,0	64500,0	4160250000,00	9%
	nov-15	576200	768333,3	192133,3	36915217777,78	33%
	dic-15	505500	771908,3	266408,3	70973400069,44	53%
MAD				213.571		
RMSE					76.949.592.816	
MAPE						27%

Anexo 6:

Suavizamiento Exponencial Weifeng 2016



Anexo 7:

Regresión Lineal Weifeng 2016

