

MODELO DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA TIENDA
COMERCIALIZADORA DE REPUESTOS UBICADA EN UNA ESTACIÓN DE
SERVICIO EN EL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA

IVAN DARIO GARCIA ALARCON
JORGE EDUARDO TAMAYO RANGEL

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE ZARZAL
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL
ZARZAL VALLE
2017

MODELO DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA UNA TIENDA
COMERCIALIZADORA DE REPUESTOS UBICADA EN UNA ESTACIÓN DE
SERVICIO EN EL NORTE DEL VALLE DEL CAUCA

IVAN DARIO GARCIA ALARCON
JORGE EDUARDO TAMAYO RANGEL

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR
JUAN JOSE ROJAS
INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE ZARZAL
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL
ZARZAL VALLE
2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia queremos agradecer a Dios por guiar nuestro camino hasta llegar a la culminación de esta etapa tan importante en nuestra vida, por bendecirnos con fortaleza, perseverancia y demás dones recibidos que nos ayudaron a superar los desafíos presentes en el desarrollo de la carrera, también a nuestros familiares por brindarnos su apoyo incondicional y el sustento económico que nos permitió enfocarnos en el desarrollo de los diferentes objetivos propuestos para alcanzar la meta de ser profesionales íntegros.

A todos los compañeros que siempre estuvieron dispuestos a ayudar y compartir sus conocimientos y con los cuales compartimos vivencias que perduraran a pesar de que de ahora en adelante nuestros caminos tomen diferentes rumbos. Por último y no menos importante queremos agradecer a los directivos y al gremio de docentes por brindarnos el espacio para nuestra formación, además gracias a su dedicación y enseñanzas nos permitieron crecer como personas y también como profesionales inculcándonos gran cantidad de principios y valores como son la ética y la honestidad, y los cuales son necesarios en un ámbito laboral que cambia constantemente.

DEDICATORIA

Dedicamos este logro a nuestros familiares por la crianza y por plantar la semilla de la educación en nosotros, además de motivarnos a dar lo mejor de sí mismo para cumplir nuestros sueños, y lo más importante, convertir esos sueños en metas tangibles. Estas metas plantean la obtención de distintos objetivos que nos permitan avanzar paso a paso y crecer constantemente con el fin de generar un impacto positivo en la sociedad.

Tabla de contenido

2.	JUSTIFICACIÓN.....	- 2 -
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 4 -
4.	OBJETIVO GENERAL.....	- 7 -
4.1	Objetivos específicos.....	- 7 -
5.	ESTADO DEL ARTE.....	- 8 -
6.	MARCO REFERENCIAL.....	- 13 -
6.1	Marco teórico.....	- 13 -
6.1.1	Clasificación ABC.....	- 13 -
6.1.2	Clasificación ABC Multi-criterio.....	- 15 -
6.1.3	Métodos para la clasificación multi-criterio.....	- 15 -
6.1.3.1	Método selectivo integral.....	- 16 -
6.1.3	Análisis de datos históricos y la demanda.....	- 18 -
6.1.4	Patrones de demanda.....	- 18 -
6.1.4.1	Demanda perpetua, estable o uniforme:.....	- 19 -
6.1.4.2	Demanda con tendencias:.....	- 19 -
6.1.4.2.1	Demanda con tendencia creciente.....	- 19 -
6.1.4.2.2	Demanda con tendencia decreciente.....	- 20 -
6.1.4.3	Demanda creciente y luego uniforme o perpetua.....	- 20 -
6.1.4.4	Demanda estacional:.....	- 21 -
6.1.4.5	Demanda errática:.....	- 21 -
6.1.5	Sistemas de pronósticos de demanda.....	- 21 -
6.1.5.1	Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos.....	- 22 -
6.1.5.2	Sistema de pronóstico promedio móvil.....	- 24 -
6.1.5.3	Suavización exponencial simple.....	- 24 -
6.1.5.4	Suavización exponencial doble.....	- 25 -
6.1.5.5	Sistemas de pronósticos para demanda estacional.....	- 25 -
6.1.5.6	Sistemas de pronósticos para ítems con demanda errática.....	- 26 -

6.1.6	Método para calcular el tamaño de lote.	- 26 -
6.1.7	Control de inventarios de demanda constante.	- 27 -
6.1.8	Sistemas de control de inventarios.	- 27 -
6.1.8.1	Tipos de sistemas de control.	- 29 -
6.1.8.1.1	Sistema de control continuo (s, Q).....	- 29 -
6.1.8.1.2	Sistema continuo (s, S).....	- 30 -
6.1.8.1.3	Sistema de control periódico (R, S).	- 30 -
6.1.8.1.4	Sistema (R, s, S).	- 30 -
6.2	MARCO CONCEPTUAL.....	- 31 -
6.2.1	Clasificación del inventario.....	- 31 -
6.2.2	Características de la demanda.....	- 31 -
6.2.3	Costos del inventario.	- 32 -
6.2.4	Modelos de políticas de inventario.	- 32 -
7.	DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	- 33 -
8.	CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN GESTIÓN Y CONTROL DE LOS INVENTARIOS DE LA TIENDA DE REPUESTOS.	- 35 -
9.	CLASIFICACIÓN DE LOS ÍTEMS	- 41 -
9.1	Generalidades:.....	- 41 -
9.2	Clasificación ABC múlti-criterio.	- 42 -
9.3	Aplicación del Método Selectivo Integral.	- 43 -
9.4	Cálculo de los factores de ponderación cuantitativos	- 45 -
9.5	Cálculo de los intervalos de clasificación.	- 46 -
9.6	Asignación del código selectivo único.	- 46 -
10.	MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	- 49 -
10.1	Análisis de la demanda	- 49 -
10.2	Elección de los métodos de pronóstico.	- 51 -
10.3	Inventario de seguridad.....	- 54 -
11.	DISEÑO DE LA POLÍTICA DE CONTROL	- 55 -
11.1	Costos asociados al inventario.....	- 55 -

11.1.1	Costo de mantenimiento del inventario.	- 55 -
11.1.2	Costo de mano de obra.	- 55 -
11.1.3	Costo de almacenamiento.	- 56 -
11.1.4	Impuestos.	- 56 -
11.2	Tasa o rata del costo de llevar o mantener el inventario (r).	- 56 -
11.3	Costos de ordenamiento:	- 57 -
11.4	Costo de mantenimiento.	- 57 -
12.	Propuestas de control de inventario.	- 60 -
12.1	Metodología de aplicación.....	- 60 -
13.	CONCLUSIONES.....	- 64 -
15.	BIBLIOGRAFÍA.	- 89 -

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1	Rotación del inventario.	
Fuente:	Área Contable de la cooperativa.	- 5 -
Ilustración 2	Demanda perpetua, estable o uniforme.	- 19 -
Ilustración 3	Demanda con tendencia creciente.	- 19 -
Ilustración 4	Demanda con tendencia decreciente.	- 20 -
Ilustración 5	Demanda creciente y luego uniforme o perpetua (puede tratarse de un ítem que acaba de completar la etapa de crecimiento de su ciclo de vida).	- 20 -
Ilustración 6	Demanda estacional.	- 21 -
Ilustración 7	Comparación entre los sistemas de revisión continua y los de revisión periódica Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 28 -
Ilustración 8	Análisis causa-efecto que afectan la toma de decisiones.....	- 35 -
Ilustración 9.	Proceso logístico de la tienda.	
Fuente:	Autores 2016.....	- 36 -
Ilustración 10.	Diagrama de flujo recepción de mercancía.	- 38 -
Ilustración 11.	Proceso general de la tienda.....	- 39 -
Ilustración 12.	Recursos disponibles en la tienda.....	- 39 -
Ilustración 13.	Cantidad de ítems vendidos agrupados en familias	- 40 -
Ilustración 14	Porcentaje participación de familias en ventas.	
Fuente:	Autores.	- 42 -

Ilustración 15 Comportamiento de la demanda y pronósticos para Líquido de frenos pinta. Fuente: Autores 2016	- 50 -
Ilustración 16 Participación de los ítems clase A según su patrón de demanda. Fuente: Autores 2016.....	- 50 -

Índice de tablas

Tabla 1 Tiempo que permanece el inventario en la tienda. Fuente: Área Contable de la cooperativa.	- 5 -
Tabla 2: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase A. Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.	- 14 -
Tabla 3: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase B. Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.	- 14 -
Tabla 4: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase C. Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.	- 15 -
Tabla 5 Factores de ponderación por zonas de calificación. Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 16 -
Tabla 6 Clasificación mono-criterio de los ítems. Fuente: Autores 2016.....	- 41 -
Tabla 7 Familias consideradas para la clasificación ABC multi-criterio.	- 43 -
Tabla 8 Participación en las ventas (\$/12 meses). Fuente: Autores 2016.....	- 44 -
Tabla 9 Participación en los beneficios (\$/12 meses). Fuente: Autores 2016.....	- 45 -
Tabla 10 Participación en las ventas (unidades/12 meses). Fuente: Autores 2016.....	- 45 -
Tabla 11 Factores de ponderación por zonas. Fuente: Autores 2016.....	- 45 -
Tabla 12 Rangos de clasificación Fuente: Autores 2016.....	- 46 -
Tabla 13 Código selectivo integral por zonas de clasificación. Fuente: Autores 2016.....	- 46 -

Tabla 14 Clasificación múltiple-criterio de los ítems más importantes.	
Fuente: Autores 2016.....	- 48 -
Tabla 15 Ítems que presentan demanda errática y su respectivo E.C.M.	
Fuente: Autores 2016.....	- 53 -
Tabla 16. Ítems con patrones de demanda creciente, decreciente y perpetua, E.C.M. para métodos de suavización exponencial simple y doble.	- 54 -
Tabla 17 Costo anual de mano de obra	
Fuente: Área Contable de la cooperativa.	- 55 -
Tabla 18 Costo total mano de obra	
Fuente: Área Contable de la cooperativa.	- 56 -
Tabla 19 Costos fijos incurridos para el almacenamiento del inventario.	
Fuente: Área Contable de la cooperativa.	- 56 -
Tabla 20 Valor anual de los impuestos.	
Fuente: Área Contable de la cooperativa.	- 56 -
Tabla 21 Tasa de mantenimiento r.	
Fuente: Autores 2016.....	- 57 -
Tabla 22 Costo promedio de realizar un pedido.	
Fuente: Autores 2016.....	- 57 -
Tabla 23 Costo de mantenimiento del inventario	
Fuente: Autores 2016.....	- 59 -
Tabla 24 Ítems con su respectivo inventario inicial y el costo total promedio de llevar el inventario con dos alternativas distintas.	- 62 -
Tabla 25 Comparación costo mantenimiento actual y costo de propuestas planteadas	
Fuente: Autores 2016.....	- 63 -

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1 Valor máximo.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 17 -
Ecuación 2 Valor mínimo.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 17 -
Ecuación 3 Amplitud de cada clase.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 17 -

Ecuación 4 Código selectivo integral A.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario	- 17 -
Ecuación 5 Código selectivo integral B.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 17 -
Ecuación 6 Código selectivo integral C.	
Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque múltiple-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.	- 18 -
Ecuación 7 Error del pronóstico.	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 22 -
Ecuación 8 Error absoluto.	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 22 -
Ecuación 9 Error cuadrático.	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 22 -
Ecuación 10 Error porcentual (APE).	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 22 -
Ecuación 11 Error porcentual (APE').	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 23 -
Ecuación 12 Desviación Media Absoluta (MAD).	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 23 -
Ecuación 13 Desviación Absoluta Porcentual Media (MAPE).	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 23 -
Ecuación 14 Desviación Absoluta Porcentual Media (MAPE').	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 23 -
Ecuación 15 Promedio de los errores cuadráticos (ECM).	
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 23 -

Ecuación 16	Modelo subyacente para promedio móvil.	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 24 -
Ecuación 17	Modelo subyacente para suavización exponencial simple.	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 24 -
Ecuación 18	Modelo subyacente para suavización exponencial doble.	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 25 -
Ecuación 19	Modelo subyacente para demanda estacional.	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 25 -
Ecuación 20	Método para calcular valor estimado de n al final del periodo t .	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 26 -
Ecuación 21	Valor estimado de z al final del periodo t .	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 26 -
Ecuación 22	Modelo para calcular tamaño económico de pedido.	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 27 -
Ecuación 23	inventario de seguridad para sistema continuo (s,Q) .	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 28 -
Ecuación 24	inventario de seguridad para sistema periódico (R,S) .	
Fuente:	Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.	- 29 -

1. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día debido a la globalización y a la alta competitividad entre las empresas, estas se ven en la inminente obligación de cumplir acertadamente todos los requerimientos de demanda de los clientes y acoger progresivamente todos los avances tecnológicos vigentes; que le permitan ser cada día más competitivas en el mercado, logrando de esta manera una aceptación y un gran fidelización por parte de clientes y los que pueda vincular eventualmente a sus procesos productivos y comerciales.

Como menciona (Vidal Holguín, 2005), La gestión y control de inventarios son puntos coyunturales en el caso de estudio ya que uno de los problemas típicos, es la existencia de excesos y faltantes: *“Siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o se consume y muchos agotados de lo que sí se vende o se consume”*. Este problema se conoce como desbalanceo de los inventarios.

Por lo tanto una empresa que no adapte procesos de gestión y mejora en el control de sus inventarios se verá rezagada y con muy pocas posibilidades de ser competitiva, además de que no tendrá esperanzas de expandirse lo cual va en contra de los ideales de una organización. Se hace indispensable manejar correctamente ciertos procesos claves que ayudan a alcanzar efectivamente los objetivos de la empresa, aspectos tales como los pronósticos de demanda ayudan a minimizar la incertidumbre a la que están propensas las organizaciones y que en la mayoría de los casos se ve reflejado en un incremento de sus costos de funcionamiento, así mismo (Silver E. A., 1998), hace énfasis en que la utilidad de resultados se mide principalmente con base en el grado de aceptación, credibilidad y utilización que se le otorgue al sistema de pronósticos.

Los pronósticos posibilitan la toma clara de decisiones en aspectos como la compra de mercancía y decisiones basadas principalmente en tres puntos que son la frecuencia con que debe revisarse el nivel de inventario, cuando debe ordenarse y la cantidad o tamaño de cada pedido.

Las tiendas de repuestos en las estaciones de servicio donde su actividad principal está enmarcada en la compra y venta de distintos artículos para vehículos, los inventarios representan una parte muy importante en estas organizaciones, ya que contribuye con la optimización de la disposición, adquisición y control de los artículos, especialmente los ítems clase A que representan el 80% de las ventas y solo el 20% de los ítems.

El presente trabajo busca proporcionar criterios claros para la toma de decisiones en cuanto a inventario, basados en una clasificación ABC multi-criterio a los ítems existentes, para establecer el modelo más apropiado de control y pronósticos, que al aplicarse a la tienda de repuestos ubicada en la unión, valle del cauca, este modelo se convierta en un factor estratégico que garantice la adecuada planeación y control, incrementando el nivel de servicio.

2. JUSTIFICACIÓN.

En un mundo con un mercado tan globalizado se hace indispensable la utilización de herramientas como los indicadores, estos facilitan la gestión y análisis de los inventarios, como lo expresa (Mora, 2010) “Los movimientos de materiales y productos a lo largo de la cadena de suministro son un aspecto clave en la gestión logística, ya que de ello depende el reabastecimiento óptimo de productos en función comercial y de logística de la empresa”.

Es importante tener control de todos los artículos que posee la empresa ya que si se lleva trazabilidad y un debido control se puede evitar todo tipo de inconvenientes e incluso pérdida de los ítems. Por la anterior razón es importante que toda organización diseñe un modelo de control de inventarios acorde a sus necesidades y se prepare para responder a las demandas y brindar un alto nivel de servicio.

Algunos autores afirman que:

La importancia y control que requieren estos inventarios dependerá de la actividad económica a que se dedica la empresa. Los inventarios existen por múltiples razones, las cuales se justifican principalmente porque prevén la escasez, es preferible ahorrar productos que dinero en efectivo por la rentabilidad que genera, permite obtener ganancias adicionales cuando hay alzas de precios, entre otros. A pesar de esto, trae como consecuencia una inmovilización de recursos financieros que podrían usarse mejor en otras actividades con mayor rentabilidad, es decir, podría optarse por mejor uso de los recursos financieros y optimizar así las utilidades. (Durán, 2012)

El inventario es uno de los principales pilares de la organización, (Goldratt, 2004) dice que este es una de las condiciones que debe reunir una empresa para llegar a la meta que es generar dinero; por que la disminución del nivel de inventario contribuirá a alcanzar más fácilmente este objetivo gracias a que no se contará con exceso de capital inactivo.

Se precisa que la tienda se adapte a los requerimientos de la nueva era. Es necesario que esta tenga una adecuada disposición de sus productos, también se precisa que la incertidumbre en el control de estos sea mínima o se podrá incurrir en grandes pérdidas como pueden ser las pérdidas monetarias y la fidelidad de los clientes actuales y los potenciales.

El presente proyecto se realizara con el fin optimizar el nivel de servicio que la tienda pueda ofrecer, es indispensable definir los requisitos y parámetros para llevar adecuadamente el inventario y así establecer con fundamento en que momento hacer

un perdido, que cantidad pedir y con qué frecuencia debe revisarse el inventario, además de soportar diferentes decisiones estratégicas con las cuales la tienda objeto de estudio va a estar mejor preparada para atender los requerimientos que se le presenten.

Se pretende que la tienda mejore el manejo de la información que se recopila acerca de sus inventarios con el fin de potenciar la utilización del dinero, de igual modo incorporar el lead time como otro criterio para efectuar las órdenes de compra. Es conveniente que se fundamente la toma de decisiones en pronósticos de demanda, obteniendo un horizonte mucho más claro sobre las necesidades futuras de la tienda

Igualmente se quiere con esta investigación minimizar los costos asociados al mantenimiento de los productos y la inversión realizada para la adquisición de estos puesto que la compra de muchos ítems de baja rotación seria la causa de un alto índice de capital inactivo, y perder la posibilidad de invertir este capital en productos que generen mayores ingresos para la tienda.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La gestión y el control de los inventarios contribuyen con el éxito de una empresa, en la medida que se acepten e integren a sus procesos administrativos políticas que permitan ejercer efectivamente dicho de control; la usencia de estas políticas provocan un exceso de capital congelado en la empresa haciendo que esta incurra en altos costos asociados al mantenimiento de sus inventarios, es así como (Hillier, 2010) plantea que el costo asociado con almacenar ("mantener") inventarios es también muy alto, quizá un cuarto del valor del inventario.

El inoportuno seguimiento hace que en la organización se genere una inadecuada gestión del inventario, de igual forma, se pueden presentar costos asociados a las órdenes pendientes o ventas perdidas pero actualmente son ignorados. En concordancia con lo anterior, El costo es el beneficio que se habría obtenido de esta venta en particular y puede incluir, además, un costo adicional por el efecto negativo que el estar sin existencias pueda tener en ventas futuras. (Ballou R. H., 2004). Además las falencias en el control de los inventarios, podrían ocasionar el robo de la mercancía, ya que al no tener conocimiento con exactitud de las unidades existentes será muy difícil realizar un seguimiento o trazabilidad a las mismas.

La tienda de repuestos objeto de estudio no posee un efectivo modelo de inventario, ya que el control de este se realiza de forma empírica; Las decisiones efectuadas en la tienda se soportan en la experiencia y criterios de su administrador, sin embargo el administrador no posee las herramientas necesarias que permita dar un óptimo manejo al inventario.

La rotación de los artículos es baja lo cual es un indicativo de que se debe mejorar la administración de ítems para que disminuya el tiempo que estos permanecen en la tienda y mejorar el flujo de dinero invertido (ver tabla 1).

	COSTO DE VENTA ENERO	INVENTARIO PROMEDIO	ROTACIÓN DEL INVENATRIO(DÍAS)	TIEMPO PROMEDIO DE PERMANENCIA DEL INVENTARIO EN LA TIENDA DE REPUESTOS(DIAS)
ene-15	\$ 47.377.169,19	\$ 196.302.697,60	0,24	124,30
feb-15	\$ 43.193.820,25	\$ 194.569.117,24	0,22	135,14
mar-15	\$ 47.871.721,59	\$ 191.791.471,74	0,25	120,19
abr-15	\$ 48.291.587,49	\$ 190.182.235,06	0,25	118,15
may-15	\$ 44.556.648,27	\$ 193.543.258,77	0,23	130,31
jun-15	\$ 43.997.986,14	\$ 198.161.568,61	0,22	135,12
jul-15	\$ 47.997.975,73	\$ 191.922.710,14	0,25	119,96
ago-15	\$ 56.551.761,89	\$ 186.885.814,27	0,30	99,14
sep-15	\$ 48.009.699,80	\$ 193.530.192,36	0,25	120,93
oct-15	\$ 48.343.239,75	\$ 192.823.509,31	0,25	119,66
nov-15	\$ 58.480.978,04	\$ 193.363.176,16	0,30	99,19
dic-15	\$ 54.576.956,05	\$ 197.087.223,87	0,28	108,34

Tabla 1 Tiempo que permanece el inventario en la tienda.
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

La incorrecta gestión y control de los inventarios de la tienda produce, que la rotación no alcance ni siquiera uno por mes, siendo los meses de febrero y junio los que presentan la rotación más baja como se puede observar en la siguiente gráfica:

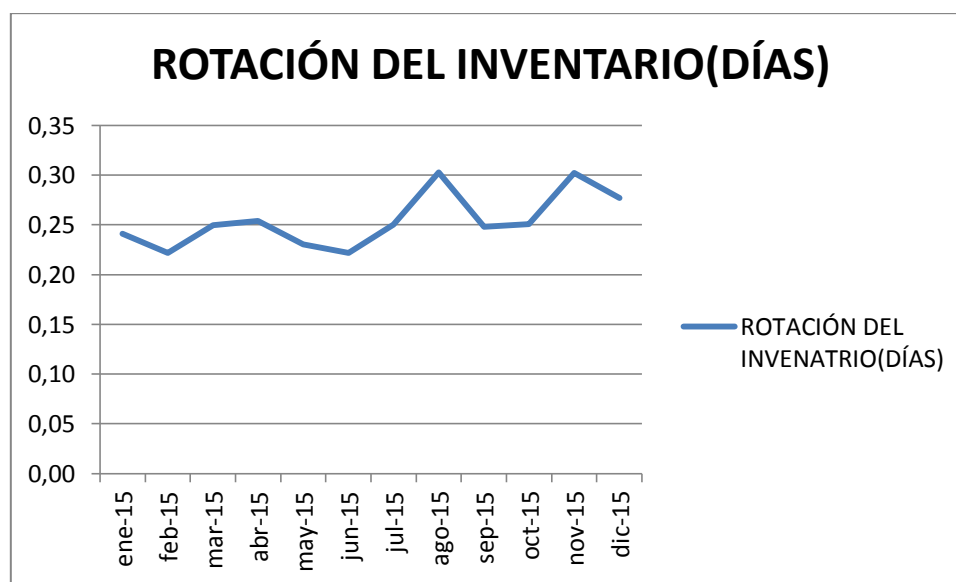


Ilustración 1 Rotación del inventario.
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

La mala planificación que presenta la tienda genera además costos muy altos, un ejemplo de esto es el inventario promedio que presento la tienda solo en el 2015.

INVENTARIO PROMEDIO 2015	\$ 193.346.914,59
--------------------------	-------------------

En definitiva la mala planeación y control se ve reflejado en el tiempo que la empresa recupera su capital y por otra parte la satisfacción del cliente, puesto que al no tener un estricto control sobre las existencias, dentro de estas pueden encontrarse artículos en estado de obsolescencia, también puede que haya un faltante, entre otros eventos. Afectando con esto el nombre y el posicionamiento que hasta ahora ha adquirido la tienda, y haciendo más difícil fidelizar futuros clientes.

El siguiente proyecto se hace con el fin de desarrollar un modelo que mejore el manejo de los inventarios, especialmente los más importantes y que de respuesta la siguiente pregunta de investigación.

¿De qué forma se debe establecer un modelo de inventarios que contribuya a satisfacer los requerimientos y necesidades de la demanda de los clientes pertenecientes a la estación de servicios objeto de estudio?

4. OBJETIVO GENERAL.

Definir posibles escenarios de gestión y control de los inventarios que estén encaminados a la reducción de costos y que a su vez brinden un nivel de servicio óptimo, permitiendo al gerente la toma de decisiones acertadas en aspectos como la adquisición, abastecimiento y manejo de existencias para los ítems más importantes de la tienda objeto de estudio.

4.1 Objetivos específicos.

- Caracterizar la gestión y control de los inventarios que realiza actualmente la tienda de repuestos para tener más claridad acerca de la problemática a tratar.
- Emplear la clasificación ABC multi-criterio, y así obtener una perspectiva más clara de los ítems más importantes dentro de la organización.
- Determinar el método adecuado de simulación de pronósticos para cada ítem clase A, analizando el patrón presentado por su demanda.
- Plantear diferentes configuraciones de políticas de control de inventario, que permitan ahorrar costos y ofrecer un buen nivel de servicio.

5. ESTADO DEL ARTE.

En Colombia con el pasar de los años se ha visto el interés de las organizaciones por incluir procesos acertados de gestión y control de sus inventarios con el fin de fortalecer su participación en el mercado y la fidelización de sus clientes es por esto que se ha despertado un gran interés por investigar este tipo de temas que como se puede apreciar, se ven directamente reflejados en el desarrollo del país.

De este modo (Rios Leal, 2005) expone la importancia que representa el control de inventarios siendo un punto clave del desarrollo empresarial, se muestran los tipos de inventarios que existen se presenta un amplio sondeo en temas importantes como la demanda y la previsión adecuada de esta el problema se origina en las técnicas de compra debido a que la adquisición de combustibles, lubricantes y abarros en la estación de servicio se hacen tomando en cuenta únicamente la apreciación del administrador de la estación. Como metodología se utiliza una clasificación ABC la cual da las pautas para elegir acertadamente cual es el sistema de inventario más adecuado para cada ítem, además de herramientas de pronóstico como son el promedio móvil. Los resultados del estudio se ven reflejados en que este sistema reduce al mínimo la posibilidad de quedarse sin producto para la venta, situación crítica en el negocio de venta de combustibles.

De igual manera (Velasques, 2007) realiza su trabajo a una empresa que se dedica a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, dado que en la actualidad carece de un sistema adecuado que ayude a mantener un stock de materiales reales para la producción de sus productos. Se apoya en herramientas como la FODA, diagrama de Ishikawa, y los inventarios ABC, entre otras. Allí se encontraron diferentes resultados como posibles mejoras, un espacio de ocupación más reducido, el punto de re-orden óptimo y el stock mínimo de cierto artículo, etc.

Así mismo (Balabu, 2006) realizó un estudio que parte de la problemática que viven las entidades públicas venezolanas en especial la universidad objeto de estudio debido a la poca gestión y control que se hace en los inventarios de compras y suministros. Como herramientas metodológicas utilizan un muestreo de la población en la universidad el criterio de selección de la muestra fue intencional, pues se eligieron personas que tuvieran que ver con el inventario a los cuales se les realizó una encuesta que sirve como insumo para el desarrollo de un análisis estadístico descriptivo, se realizó también un Diagnostico cuantitativo del estado actual de la universidad caso de estudio; los productos del análisis estadísticos son el soporte para evaluar cuál es la percepción que tienen las personas involucradas en esta labor sobre cómo están desempeñando su trabajo y si este modelo está acorde así sea manual.

Por otro lado (Muñoz Murillo, 2009) adelanto un estudio donde problema radica en que las estaciones de servicio actualmente, presentan un desabastecimiento ocasional o constante de algunos de los productos que venden, generando clientes y/o consumidores inconformes por la falta de producto o por la demora causada en la atención, lo que repercute en el deterioro de la imagen de las marcas Esso y Mobil, y además disminuye los ingresos y las utilidades de los llamados distribuidores minoristas. Todo el estudio se sustenta en el análisis de pronósticos de demanda, y la aplicación de diferentes herramientas de la ingeniería industrial que desencadenen el logro de un modelo de abastecimiento confiable y que trate de optimizar los costos asociados a este; se ve como resultado que los costos asociados al inventario son de alrededor de unos \$21.236.871 por cada 1000gl.

Además (Rojas, 2009) En su caso de estudio trata la problemática de una organización que ha ido creciendo en forma desordenada y casi sin control, dedicándose sólo a tratar de cumplir con los pedidos, sin realizar un correcto control de los inventarios finales del almacén de productos terminados, donde hace uso de 2 métodos de investigación como son el método cualitativo y el cuantitativo, también hace uso de la clasificación ABC, costes, etc. Como resultado encontró que no existe modelo compatible de manejo de inventarios; de acuerdo a su realidad, por lo que se debió de crear uno nuevo en función a la teoría de los, ya planteados.

Por otra parte (Ramos Rivera, 2010) desarrollo una temática la cual se desencadena a partir de la premisa de que la empresa maneja elevados niveles de inventarios lo cual está generando sobrecostos por mantenimiento de inventarios además de que la competencia está integrando modelos de servicio extra por el mismo precio lo cual pone en desventaja a la empresa; apoyándose en un método de investigación cuantitativa el estudio busca dar solución y poder presentar una propuesta clara que elimine el problema que presenta la organización utilizando herramientas como la digitalización de datos, clasificación ABC y modelos de simulación. Como principal resultado se destaca la nueva política de inventarios que fortalecerá financieramente la empresa ejerciendo un control más eficiente del stock disponible.

De igual forma (Acero Giraldo, 2010) La problemática en su trabajo se origina a raíz del poco alcance que tienen los sistemas simples de inventarios para brindar una cobertura total a todas las necesidades de la empresa, aunque esta cuenta con un software para manejar la gestión y control de inventarios esta herramienta está siendo usada superficialmente debido a la falta de una correcta gestión administrativa. Como herramienta para la recolección de información se utilizara un formato que tiene información sobre el tipo de producto, procedencia, usos, datos del proceso y datos del responsable; esto permitió tener una visión más clara del proceso, así como las dificultades que surgían en este, además se presentan alternativas de posibles herramientas como son software y hardware para facilitar la gestión y control de los inventarios. Como resultado se obtiene un instructivo ordenado que permite a los

usuarios conocer el manejo de la herramienta e identificar cada uno de los campos que se deben completar por el personal indicado, para hacer un seguimiento apropiado a la gestión de inventarios.

Así mismo (González torrado, 2010) en su investigación aborda la problemática que se origina debido al desacertado pronóstico de ventas, el método actual no responde a las variaciones de las ventas reales. Esta carencia en la velocidad de respuesta, causa una desincronización de la cadena de suministro. Para efectuar el estudio se utilizaron herramientas de pronóstico los datos para estos pronósticos fueron datos suministrados por meses, referencias, ciudades y canales. Los resultados de la prueba piloto, muestra que el indicador de demanda insatisfecha pasó de registrar 11.300 cajas en el modelo actual, a 2.006 cajas en el modelo propuesto. Esto representa una reducción del 82% de este indicador, afirmando los beneficios de la aplicación del modelo propuesto. El modelo de inventarios propuesto es económicamente viable al generar un ingreso adicional por ventas de \$ 2.030.376.156 pesos, en comparación de los costos incurridos de \$ 715.188.401 pesos, durante el período analizado de la prueba piloto.

En concordancia con lo anterior (Rodríguez Sarmiento, 2011) realizó una investigación cuyo objetivo es la optimización del Sistema de Gestión de Inventarios de productos químicos y colorantes en Clariant Colombia S.A. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, además usa la clasificación ABC, además de entrevistas y visitas, en su análisis encontró que es necesario que la empresa adopte una política de inventarios clara de forma urgente, la cual debe ser controlada desde la Gerencia Financiera, pasando por las Gerencias Comerciales hasta llegar a cada uno de los que intervienen en la cadena de requisición y compra de inventarios, la investigación dio como resultado que se debe formular el nuevo sistema de inventarios de revisión continua para los productos que se encuentran clasificados en categoría tipo A que corresponde a un 15% de los productos estudiados.

También (Londoño Cepeda, 2012) realiza la investigación en una pyme dedicada a la distribución mayorista de autopartes que se puede ver afectada por los diferentes tratados de libre comercio, se apoya en herramientas como el diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto, clasificación ABC, etc. Según el diagnóstico y análisis realizado de la situación actual de Betmon se encontró la problemática que Betmon tenía en su nivel de inventarios, el resultado encontrando fue una oportunidad de disminuir sus costos, con la disminución del inventario aumentando de esta manera su flujo de caja.

De esta misma manera (Rojas Carrascal, 2014) analiza un problema que se origina en la ausencia de un sistema de inventarios en la empresa objeto de lo cual ocasiona problemas a la hora de efectuar la planeación, organización, control y dirección del stock de ítems que maneja la empresa. En este estudio se emplearon diferentes instrumentos de recolección de información como: la entrevista no estructurada y observación directa. Como resultado se obtuvieron indicadores de control de inventarios

permitirán medir y controlar la eficiencia del sistema de inventarios, obteniendo información que servirá para realizar correctivos necesarios y para tomar decisiones acertadas. Este resultado es de interés para las organizaciones cubanas, dado que la estructura y el nivel de subordinación de varias entidades al mismo ministerio u organización empresarial, pudiera y debiera facilitar el trabajo colaborativo.

Es así mismo como (Mendoza Castaño, 2013) cuyo trabajo se basa en la necesidad de agilizar sus procesos de corte y producción debido a la expansión de la organización a un mercado extranjero, el cual se llevó a cabo usando diagramas de flujo y diferente software que se adaptaron a las necesidades de la empresa, los resultados fueron que Hoy en día, con la información oportuna que ofrece la base de datos, el jefe de producción está en capacidad de planear, organizar su producción y no dar inicio a un lote de producción hasta que cumplan los requerimientos disponibles.

Por otro lado (Satizabal Angulo, 2014) Cuyo trabajo se realizó en una empresa del sector electrónico, que han generado problemas en la manera de administrar los insumos necesarios para sus procesos de manufactura. Se apoyó en herramientas de la ingeniería como just in time (JIT), pronóstico, clasificación ABC, entre otras, el método empleado en este trabajo es de tipo descriptivo, retrospectivo. El resultado encontrado fue que al mantener un mayor control sobre los elementos que integran la cadena de abastecimiento y su forma de funcionamiento, permite una mejora continua en los procesos de aprovisionamiento

De acuerdo con lo anterior (Castellanos Colindres, 2014) Identifico en su investigación que el personal que se dedica a la venta de los productos aludidos carece de los conocimientos relacionados a las características de los productos, disponibles en el inventario y desconocimiento de la existencia de los productos que hay en inventario disponible para la venta, a lo anterior se le suma la alta rotación del personal dedicado a la venta. El estudio se realizó sobre los procesos de compras y de ventas, para deducir por medio del razonamiento lógico los casos de éxito y fracaso en el sistema de control inventarios. Además se realizó un estudio deductivo sobre los procesos de compras y de ventas, para deducir por medio del razonamiento lógico los casos de éxito y fracaso en el sistema de control inventarios. En los resultados obtenidos en el trabajo de campo efectuado en la empresa dedicada a la venta de lubricantes se pudo determinar que se tiene un alto grado de efectividad del sistema de control de inventario que se utiliza en la empresa actualmente. También fueron relevantes los datos obtenidos del trabajo de campo se pudo identificar que un 60% de los colaboradores, desconocen datos importantes en temas relacionados al sistema de inventarios, lo que podría incidir en que el compromiso que ellos tienen con la empresa se vea afectado a este respecto.

Para concluir (Garcia Vivas, 2014) En su trabajo encontró que se presentan serios problemas operativos y administrativos debido a que el inventario de pellas contable no

coincide con el inventario real en físico generando distorsiones graves en los cierres contables de la compañía; además de generar súbitos cambios en las programaciones de producción, despachos y ventas de pellas al no contar realmente con el material en físico, causando gran malestar en la dirección de la empresa. Para el desarrollo del estudio se utilizó una metodología basada en la recolección de datos y el procesamiento y análisis estadístico de datos, Las herramientas que se utilizarán para clasificar, organizar, registrar, codificar y tabular los datos manejados en la investigación serán: tablas, cuadros, planillas y documentos varios elaborados en archivos electrónicos como Excel y Word. Como resultado se obtuvo un nuevo modelo de control de inventarios de pellas en Planta de Pellas de SIDOR, además de un conjunto de recomendaciones sobre los cambios que sean considerados necesarios implantar; de tal manera que le permita a la empresa un manejo efectivo del inventario en cuanto a su cantidad real en existencia y su valor en libros.

6. MARCO REFERENCIAL.

En la presente sección del trabajo se expondrán las herramientas conceptuales y teóricas que utilizaran en el desarrollo del mismo.

6.1 Marco teórico.

Para definir una política de control adecuada es necesario realizar un análisis a factores internos y externos que participan en el correcto desempeño de la misma, factores tales como; la criticidad e importancia en las ventas de los ítems (clasificación ABC), análisis de datos históricos, patrones de demanda, modelos de pronóstico, y distintos modelos de control de inventario.

6.1.1 Clasificación ABC.

Fundamental en el control de inventarios al permitir hacer énfasis en los ítems de mayor importancia para la organización, se fundamenta en el principio de Pareto, el cual señala que en el 20% de los ítems son los responsables de aproximadamente el 80% de las ventas.

El procedimiento para efectuar la clasificación ABC, basada en algún criterio de valor es mostrado claramente por (Muñoz Negron, 2010) en los siguientes pasos:

1. Seleccionar el criterio de valor (por ejemplo, demanda anual por costo unitario).
2. Ordenar los artículos en orden de importancia de su valor.
3. Calcular, para cada artículo, su porcentaje acumulado de valor y su porcentaje acumulado del número de artículos.
4. Construir una gráfica del porcentaje acumulado del número de artículos en función del porcentaje acumulado de valor.
5. Clasificar los artículos en las categorías A, B o C.

Se sugiere que la categoría A abarque entre el 5 y 20% de los artículos que generan entre 60 y 80% del valor, la B alrededor de 30% con alrededor de 15% del valor y la C entre 50 y 60% con solo 5 o 10% del valor.

Así mismo esta clasificación se realiza con la finalidad de identificar los ítems más importantes en la tienda (Clase A), los ítems de importancia media (Clase B) y los ítems de importancia menor (Clase C); a los cuales se les aplica distintos métodos y políticas de control, que a su vez están relacionados con su tipo o clasificación.

CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
• Ítems clase A (considerados los más importantes) • Relativamente pocos ítems • El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$)	• Control estricto con supervisión personal • Comunicación directa con la administración y los proveedores • Aproximación a Justo a Tiempo y stock balanceado • Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semana	• Monitoreo frecuente o continuo • Registros precisos • Pronósticos con suavización exponencial doble • Políticas basadas en el nivel de servicio al cliente

Tabla 2: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase A.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.

CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
• Ítems clase B (importantes) • Volumen de ventas (en \$) considerable	• Control clásico de inventarios • Administración por excepción • Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas	• Sistema de control computarizado clásico • Pronósticos con suavización exponencial simple • Reporte por excepciones

Tabla 3: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase B.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.

CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
• Ítems: clase C (Muchos) • Ítems de bajo volumen de ventas (en \$) • pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario	• Supervisión mínima • Pedidos bajo orden • Tamaños de orden grandes • Políticas de cero o de alto inventario de seguridad • Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas	• Sistema de control simple • Promedio móvil (aceptar el pronóstico) • Evitar agotados y exceso de inventario • Larga frecuencia de órdenes • Sistema automático

Tabla 4: Control de inventario y sistema de pronóstico ítem Clase C.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio (2010). Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.

6.1.2 Clasificación ABC Multi-criterio.

El análisis ABC tradicional es muy cuestionado puesto que solo toma un criterio como base para la clasificación, ignorando que en algunas ocasiones hay características y atributos que deben ser tenidos en cuenta para una selección más efectiva de los productos, cuando el análisis incluye dos o más criterios, se le denomina clasificación ABC multi-criterio ya que permite analizar diferentes factores o necesidades que se pasan por alto en una análisis tradicional.

6.1.3 Métodos para la clasificación multi-criterio.

Como dice (Flores, 1992) considerar solo la inversión que se ha hecho en el inventario puede representar problemas para una organización, puesto que se pueden encontrar ítems en su etapa de desarrollo y al momento de su clasificación se asigna a la clase B ya que no se tienen las ventas esperadas, otro error puede ser que se clasifica los productos por su costo, un determinado ítem es clase C, pero si por otra parte este mismo producto tiene un lead time alto ya que proviene de otro país y se usa como criterio de clasificación este último automáticamente su control se convierte en crítico y debe ser clasificado como clase A.

Según las experiencias acumuladas por la práctica empresarial por algunos autores, ellos recomiendan los siguientes criterios:

- Si el producto es crítico o reservado: evaluar si la carencia del producto en el inventario puede ocasionar una ruptura en el proceso de producción

o servicios o si su salida del almacén la controla la gerencia por considerarlo estratégico para la empresa.

- Si hay impacto del producto en la organización: evaluar si el producto incide en los beneficios, en los costos, en la calidad del servicio o en la imagen de la organización.
- Si se presenta algún riesgo en el suministro del producto: considerar el grado de variabilidad en el tiempo de entrega, la estabilidad de la oferta y la localización de los proveedores. (Parada Gutierrez)

6.1.3.1 Método selectivo integral.

Con la utilización de este método se especifican los distintos criterios que intervienen en la toma de decisiones y parte de las siguientes premisas. (Parada Gutierrez)

- a) Primero se deben fijar los factores de ponderación cuantitativos que expresan la importancia relativa que para la organización tienen los renglones clasificados en cada una de las zonas(A, B o C según corresponda), según los parámetros base seleccionados.

Parámetros	Zonas		
	A	B	C
1	FA1	FB1	FC1
2	FA2	FB2	FC2
3	FA3	FB3	FC3
N	Fan	FBn	FCn

Tabla 5 Factores de ponderación por zonas de calificación.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

- b) En segundo lugar, se debe determinar la puntuación total (Pk) de cada producto k a través de la suma de los factores de ponderación, según la zona de clasificación en cada parámetro.
- c) En tercer lugar, formular la regla de decisión para asignar el código selectivo integral. Así, se define el valor máximo (V max) y mínimo (V min) de los valores que puede adoptar Pk para cada producto. Estos valores están determinados por las siguientes relaciones (ver Ecuación 1 y 2 respectivamente).

$$V \max = \sum_{j=1}^n FA_j$$

Ecuación 1 Valor máximo.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

$$V \min = \sum_{j=1}^n FC_j$$

Ecuación 2 Valor mínimo.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

Dónde:

n = Cantidad de criterios base.

V max y *V min* definen un intervalo que se divide en tres clases para poder establecer el código selectivo integral o amplitud de clase (ver Ecuación 3), para así establecer el código de clasificación multi-criterio.

$$ACL = \frac{(Vmax - Vmin)}{3}$$

Ecuación 3 Amplitud de cada clase.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

Código selectivo integral para cada zona:

- Código selectivo integral A.

$$V \max - ACL < P_k < V \max$$

Ecuación 4 Código selectivo integral A.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

- Código selectivo integral B.

$$V \min + ACL < P_k < V \max - ACL$$

Ecuación 5 Código selectivo integral B.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

- Código selectivo integral C.

$$V_{\min} \leq P_k \leq V_{\min} + ACL$$

Ecuación 6 Código selectivo integral C.

Fuente: Parada Gutiérrez, Oscar (2009), Un enfoque multi-criterio para la toma de decisiones de la gestión del inventario.

- d) En cuarto lugar, se debe establecer las estrategias diferenciadas para cada producto o grupo de productos a partir de los criterios de esencialidad y el código selectivo integral de clasificación, respectivamente.

6.1.3 Análisis de datos históricos y la demanda.

El análisis de los datos históricos de demanda es fundamental para la correcta selección del método de pronósticos. Además es muy importante para el diseño de cualquier sistema de pronósticos construir los gráficos que representan los datos históricos de demanda, ya que su sola observación permite hacerse a una idea de cuál método puede ser el más adecuado. Así, existe un método de pronósticos apropiado para cada patrón de demanda, el cual debe experimentarse y evaluarse con la utilización de datos históricos. (Vidal Holguin, 2010)

Los métodos para seleccionar eficientemente la estimación óptima y que más se ajusta a los datos obtenidos para la demanda futura son:

El error cuadrático medio (E.C.M.): primero se calcula la diferencia de la demanda real menos la demanda pronosticada y se eleva al cuadrado, este resultado se promedia, para obtener el error cuadrático medio.

Desviación absoluta media (M.A.D): esta proporciona una medición de la magnitud de los errores del pronóstico en valores absolutos.

El porcentaje del error medio absoluto (M.A.P.E.): por medio de este se calcula el error absoluto en cada periodo, se divide el error absoluto entre el valor real de la demanda, para cada periodo y después se calcula el promedio de estos errores absolutos de porcentajes.

Después de analizar los diferentes métodos se procede a seleccionar el que genere menor error de pronóstico.

6.1.4 Patrones de demanda.

6.1.4.1 Demanda perpetua, estable o uniforme: es la cual permanece constante a los largo del tiempo y su fluctuación permanece en pequeños rangos.

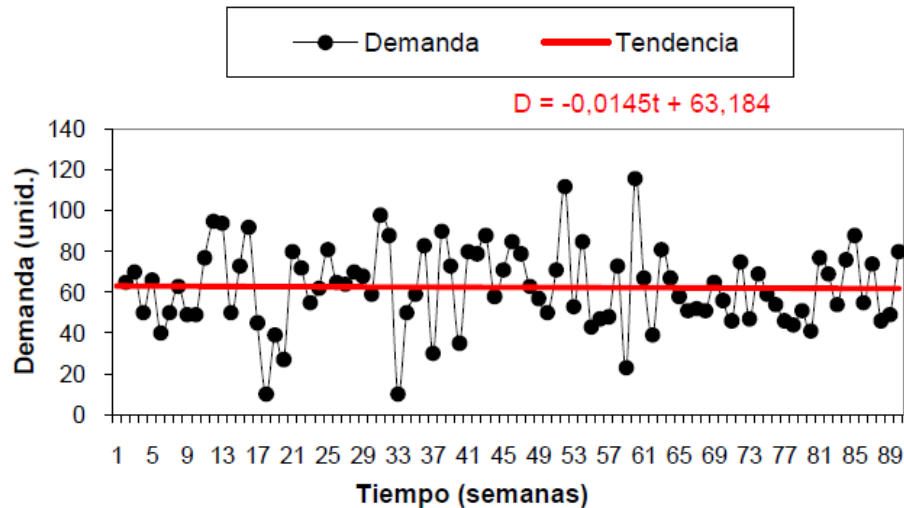


Ilustración 2 Demanda perpetua, estable o uniforme.
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

6.1.4.2 Demanda con tendencias: son las cuales presentan un patrón creciente o decreciente a lo largo del tiempo.

6.1.4.2.1 Demanda con tendencia creciente.

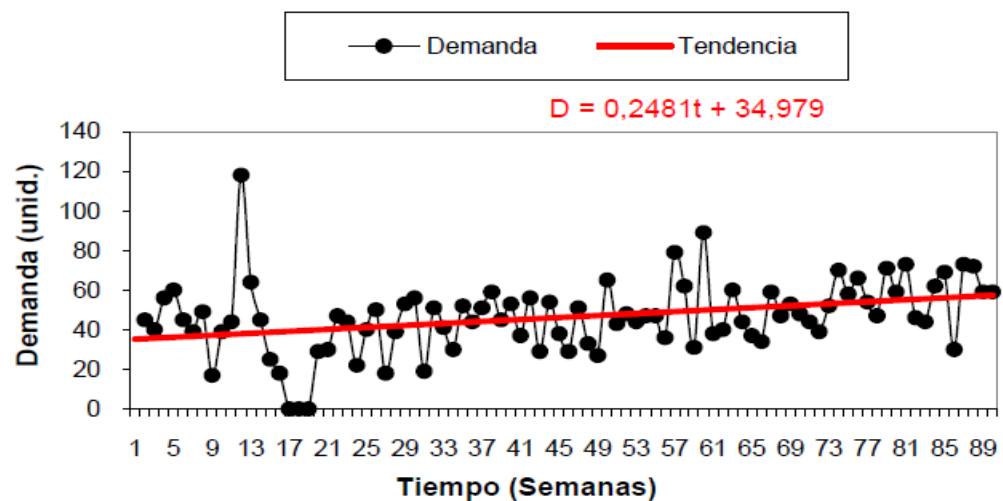


Ilustración 3 Demanda con tendencia creciente.
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

6.1.4.2.2 Demanda con tendencia decreciente.

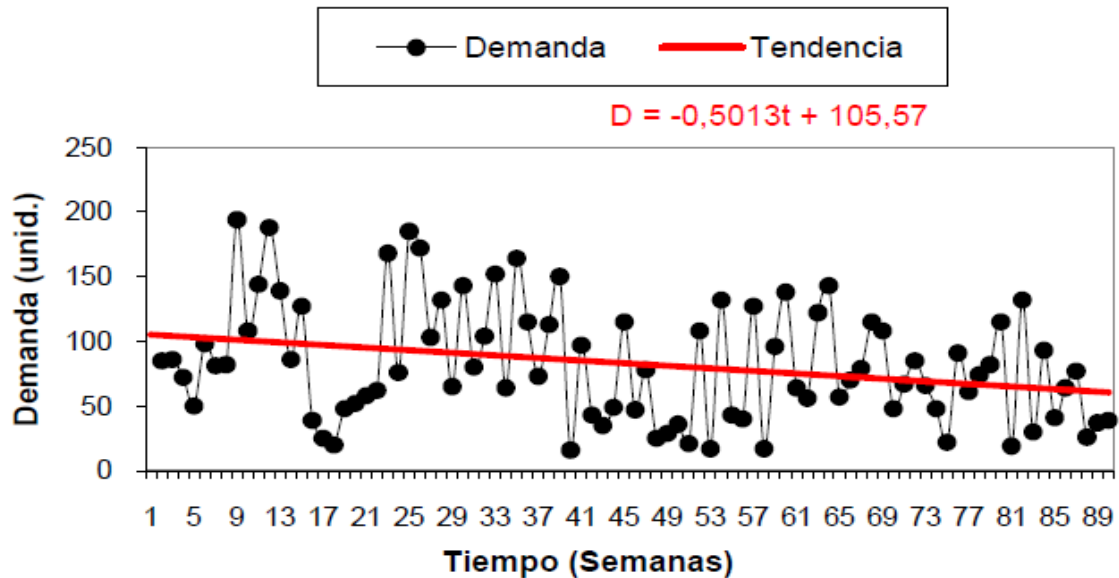


Ilustración 4 Demanda con tendencia decreciente.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

6.1.4.3 Demanda creciente y luego uniforme o perpetua.

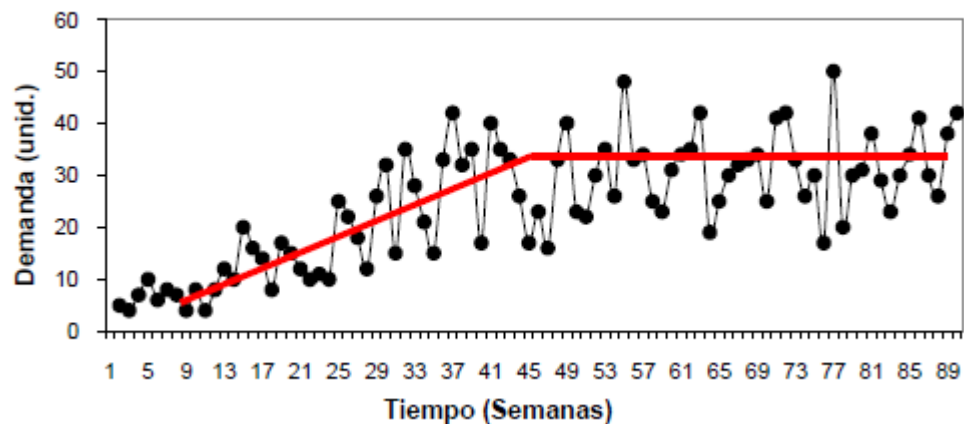


Ilustración 5 Demanda creciente y luego uniforme o perpetua (puede tratarse de un ítem que acaba de completar la etapa de crecimiento de su ciclo de vida).

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

6.1.4.4 Demanda estacional: es la cual sigue un patrón definido a lo largo del tiempo.

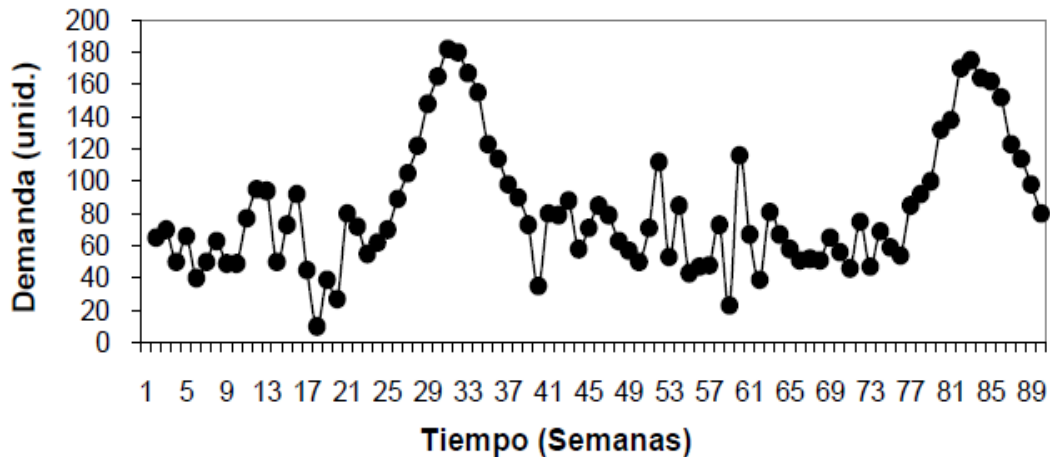


Ilustración 6 Demanda estacional.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

6.1.4.5 Demanda errática: es aquella que presenta grandes variaciones y puede pasar de demanda cero a grandes picos.

6.1.5 Sistemas de pronósticos de demanda.

Para (Vidal Holguin, 2010).

Prácticamente en todo proceso de decisión en cualquier tipo de organización debe pronosticarse una o más variables de interés. En una empresa del sector productivo, por ejemplo, es fundamental pronosticar los requerimientos de materiales para producir los bienes que ella manufactura; en un sistema financiero internacional es básico predecir el comportamiento del flujo de dinero y las tasas de cambio; en una empresa que comercializa productos, o sea que compra a un número de proveedores y vende el mismo producto a una población de clientes, se hace necesario pronosticar la demanda que dichos clientes van a generar.

El sistema de pronósticos es un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos de la organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que de no tomar las decisiones correctas, se puede caer en extremos como el deficiente servicio al cliente, el exceso de

inventarios o, peor aún, ambos factores en forma simultánea cuando se presenta el desbalanceo de los inventarios.

6.1.5.1 Indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos.

Los principales indicadores de eficiencia de un sistema de pronósticos están relacionados con aspectos como:

- Precisión.
- Costo.
- Utilidad de los resultados.
- Estabilidad y respuesta del sistema de pronóstico.

De acuerdo con (Vidal Holguín, 2010).

La **precisión** de un pronóstico se mide con base en los errores de pronóstico, los cuales se calculan como la diferencia entre el valor real observado y su pronóstico.

$$e_t = X_t - \check{X}_t$$

Ecuación 7 Error del pronóstico.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- e_t = Error del pronóstico de la demanda para el periodo t .
- X_t = Valor real u observación de la demanda en un periodo t .
- $\check{X}_t$ = Pronóstico de la demanda para el periodo t . Calculado en algún periodo anterior.
- Otros medidores que han demostrado ser más efectivos que el anterior son:

$$|e_t| = |X_t - \check{X}_t|$$

Ecuación 8 Error absoluto.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$e_t^2 = (X_t - \check{X}_t)^2$$

Ecuación 9 Error cuadrático.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$APE = 100 * \frac{X_t - \check{X}_t}{X_t}$$

Ecuación 10 Error porcentual (APE).

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$APE' = 100 * \frac{X_t - \hat{X}_t}{\hat{X}_t}$$

Ecuación 11 Error porcentual (APE').

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

El error del pronóstico para un solo período no es de mucha utilidad, así que se debe disponer de errores absolutos, cuadráticos o porcentuales para n períodos, y poder obtener el promedio de esos errores sobre dichos períodos.

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

Ecuación 12 Desviación Media Absoluta (MAD).

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$MAPE = \frac{100 * \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - \hat{X}_t|}{X_t}}{n}$$

Ecuación 13 Desviación Absoluta Porcentual Media (MAPE).

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$MAPE' = \frac{100 * \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - \hat{X}_t|}{\hat{X}_t}}{n}$$

Ecuación 14 Desviación Absoluta Porcentual Media (MAPE').

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

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

Ecuación 15 Promedio de los errores cuadráticos (ECM).

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

El **costo** de un sistema de pronósticos se refiere al balance que debe existir entre la precisión obtenida, la cual se refleja en una menor incertidumbre y en la disminución de faltantes.

Como lo expresa (Silver e. a., 1998) citado por (Vidal Holguin, 2010), la **utilidad de los resultados** se mide principalmente con base en el grado de aceptación, credibilidad y utilización que se le dé al sistema de pronósticos.

La **estabilidad y respuesta** del sistema de pronósticos tiene que ver con el hecho de que este no debe ser exageradamente sensible que responda aceleradamente a las variaciones aleatorias naturales del proceso bajo estudio, ni tampoco que su respuesta sea tardía o inexistente a cambios reales de la tendencia de la demanda.

6.1.5.2 Sistema de pronóstico promedio móvil.

El sistema de pronósticos de promedio móvil es adecuado para patrones de demanda estables o perpetuos, que presenten poca o ninguna tendencia. (Vidal Holguin, 2010) Plantea el siguiente modelo subyacente para este tipo de procesos:

$$X_t = b + \varepsilon_t$$

Ecuación 16 Modelo subyacente para promedio móvil.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- X_t = Valor real u observación de la demanda en el período t (tal como se definió anteriormente).
- b = Una constante que representa el proceso de demanda uniforme que se lleva a cabo.
- ε_t = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza > 0 desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar.

6.1.5.3 Suavización exponencial simple.

(Vidal Holguin, 2010) Expone que.

El sistema de pronósticos de promedio móvil posee ciertas desventajas en aquellos casos en los cuales se debe reaccionar rápidamente a un cambio en el patrón de demanda o, análogamente, cuando es importante la estabilidad del sistema de pronósticos. El método de suavización exponencial simple trata de corregir esta situación.

En este sistema de pronósticos se trata de nuevo de estimar el parámetro b para posteriormente definir un inventario de seguridad adecuado que responda a las variaciones aleatorias representadas por el término, ya que esta parte no se puede pronosticar. La ecuación básica de la suavización exponencial aplica un peso α a la última observación de demanda y un peso $(1 - \alpha)$ al pronóstico anterior, mediante la siguiente ecuación.

$$S_T = \alpha X_T + (1 - \alpha) S_{T-1}$$

Ecuación 17 Modelo subyacente para suavización exponencial simple.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- S_T = Pronóstico realizado al final del período T , o sea la estimación del parámetro b al final del período T .
- S_{T-1} = Pronóstico anterior, es decir, la estimación del parámetro b realizada al final del período $T - 1$.
- x_T = Demanda real observada al final del período actual T .
- α = Constante de suavización (Inicialmente definida en el intervalo $0 \leq \alpha \leq 1$).

6.1.5.4 Suavización exponencial doble.

El sistema de pronósticos de suavización exponencial doble tiene en cuenta la posible tendencia (creciente o decreciente) de la demanda, ya que el modelo subyacente que considera es el siguiente (Vidal Holguín, 2010):

$$x_t = b_1 + b_2 t + \varepsilon_t$$

Ecuación 18 Modelo subyacente para suavización exponencial doble.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- x_t = Valor real u observación de la demanda en el período t (tal como se definió anteriormente).
- b_1 = Una constante que representa la componente constante de la demanda.
- b_2 = Una constante que representa la componente de tendencia de la demanda (creciente o decreciente, de acuerdo con su signo).
- ε_t = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza > 0 desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar.

6.1.5.5 Sistemas de pronósticos para demanda estacional.

Según (Vidal Holguín, 2010).

El modelo utilizado comúnmente para pronosticar una demanda estacional es el modelo multiplicativo de Winters, cuyo modelo subyacente se caracteriza mediante la siguiente expresión:

$$x_t = (b_1 + b_2 t) c_t + \varepsilon_t$$

Ecuación 19 Modelo subyacente para demanda estacional.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- **b1** = Una constante que representa la componente constante de la demanda.
- **b2** = Una constante que representa la componente de tendencia de la demanda (creciente o decreciente, de acuerdo con su signo).
- **c_t** = Factor estacional multiplicativo.
- **ε_t** = Una variable aleatoria normal con media cero y varianza > 0 desconocida. Esta variable representa la parte aleatoria del proceso, imposible de pronosticar.

6.1.5.6 Sistemas de pronósticos para ítems con demanda errática.

(Croston, 1972) Propuso un método para pronosticar demandas erráticas, el cual ha demostrado ser hasta la fecha una muy buena alternativa. El método de Croston divide los eventos de demanda intermitente en dos. Primero, se pronostica la probabilidad de que ocurra o no una demanda en el período siguiente, de acuerdo con las observaciones anteriores; equivalentemente, esto corresponde a estimar el número de períodos entre ocurrencias de demanda mayores que cero. (Vidal Holguín, 2010)

$$\hat{n}_t = \alpha n_t + (1-\alpha)\hat{n}_{t-1}$$

Ecuación 20 Método para calcular valor estimado de *n* al final del periodo *t*.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$\hat{z}_t = \alpha X_t + (1-\alpha)\hat{z}_{t-1}$$

Ecuación 21 Valor estimado de *z* al final del periodo *t*.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

- **X_t** = Demanda observada en el periodo *t*.
- **Y_t** = Variable binaria igual a 1 si ocurre una demanda mayor a cero en el periodo *t*; igual a cero en caso contrario.
- **Z_t = X_t*Y_t** = Tamaño de la demanda ocurrida en el periodo *t*.
- **nt** = Numero de pedidos transcurridos desde la última demanda mayor que cero hasta el periodo *t*.
- **n̂_t** = Valor estimado de *n* al final del periodo *t*.
- **ẑ_t** = Valor estimado de *z* al final del periodo *t*.

6.1.6 Método para calcular el tamaño de lote.

Los problemas de control de inventarios se pueden clasificar de acuerdo con las características de la demanda y de los tiempos de reposición (*Lead Times*). Tanto la demanda como los tiempos de reposición pueden

ser determinísticos o aleatorios. La demanda se puede clasificar en: Demanda constante y conocida, demanda determinística (variable pero conocida) y demanda probabilística o aleatoria. (Vidal Holguin, 2010)

6.1.7 Control de inventarios de demanda constante.

Basándose en (Vidal Holguin, 2010).

Este modelo es conocido principalmente como EOQ (Economic Order Quantity) o tamaño económico de pedido, funciona de acuerdo con los siguientes supuestos:

- El patrón de demanda es constante y conocido con certeza.
- No se consideran descuentos en los precios de compra, producción y/o transporte.
- La cantidad de pedido no necesita ser un número entero o un múltiplo de un entero.
- Todos los parámetros de costo son estacionarios o sea que no varían significativamente con el tiempo (se consideran bajas tasas de inflación).
- El ítem se trata de forma independiente de otros ítems.
- La tasa de reposición es infinita o, equivalentemente, los tiempos de reposición son iguales a cero (o a un valor constante conocido), y toda la orden completa es recibida cada vez que se ordene.
- No se consideran faltantes o sea que no se generan órdenes pendientes ni ventas perdidas.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}}$$

Ecuación 22 Modelo para calcular tamaño económico de pedido.

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- A = El costo fijo de alistamiento u ordenamiento [\$/orden].
- D = La tasa de demanda del ítem [unidades/año].
- r = El costo de mantener el inventario [%/año ó \$/(\$. año)].
- v = El valor unitario del ítem [\$/unidad].

6.1.8 Sistemas de control de inventarios.

Los distintos modelos de control de inventarios tratan de dar respuesta a las siguientes preguntas claves.

- ¿Con qué frecuencia debe revisarse el nivel de inventario?

- ¿Cuándo debe ordenarse?
- ¿Qué cantidad debe ordenarse en cada pedido?

La primera pregunta anterior relacionada con la frecuencia de revisión del inventario efectivo se enmarca dentro de dos sistemas básicos: La **revisión continua** y la **revisión periódica**. Lo que trata de determinarse es el intervalo de tiempo que transcurre entre dos revisiones sucesivas del nivel de inventario efectivo (Vidal Holguín, 2010).

<i>REVISIÓN CONTINUA</i>	<i>REVISIÓN PERIÓDICA</i>
• Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultánea.	• Permite coordinar diversos ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas, por ejemplo cuando se le compran al mismo proveedor.
• La carga laboral es poco predecible, ya que no se sabe exactamente el instante en que debe ordenarse.	• Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido, ya que se sabe cuándo va a ocurrir.
• La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento.	• La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que en general es menos frecuente.
• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdidas y daños es mayor.	• Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños.
• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica (Protección sobre L).	• Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua (Protección sobre $R + L$).

Ilustración 7 Comparación entre los sistemas de revisión continua y los de revisión periódica
Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

El cálculo del inventario de seguridad basado en la desviación estándar de los errores del pronóstico se puede calcular así:

$$\text{Inventario de Seguridad } IS = k\sigma_L = k\sigma_1\sqrt{L}$$

Ecuación 23 inventario de seguridad para sistema continuo (s,Q) .

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

$$\text{Inventario de Seguridad } IS = k\sigma_{L+R} = k\sigma_1\sqrt{L+R}$$

Ecuación 24 inventario de seguridad para sistema periódico (R,S) .

Fuente: Vidal Holguín, Carlos Julio 2010. Fundamentos de Control y Gestión de inventario.

Dónde:

- k = Factor de seguridad (depende del nivel de servicio deseado).
- L = Tiempo de reposición o Lead Time.
- R = Intervalo de revisión de nivel del inventario.
- σ_L = Desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda total, en un periodo de duración L .
- σ_{L+R} = Desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda total, en un periodo de duración $L+R$.

6.1.8.1 Tipos de sistemas de control.

De acuerdo con (Vidal Holguin, 2010).

Existen diversos tipos de sistemas probabilísticos de control de inventarios. Los cuatro más comunes se describen a continuación. La notación básica que se utiliza aquí es la siguiente:

s = Punto de re-orden o de pedido, o sea el nivel de inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden.

Q = Cantidad a ordenar en cada pedido.

R = Intervalo de revisión del nivel de inventario efectivo.

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

6.1.8.1.1 Sistema de control continuo (s, Q).

En este sistema, cada vez que el inventario efectivo es igual o menor al punto de re-orden s , se ordena una cantidad fija Q . Se denomina también el —sistema de los dos cajonesll (*two-bin system*), ya que se puede implementar físicamente teniendo dos cajones para el almacenamiento de un ítem. La demanda se satisface normalmente del primer cajón, hasta que se agota. Tan pronto sea necesario abrir el segundo cajón, el cual contiene tantas unidades como el punto de re-orden s lo indique, se emite una orden por la cantidad fija Q establecida. (Vidal Holguin, 2010)

6.1.8.1.2 Sistema continuo (s, S)

Como lo expresa (Vidal Holguin, 2010).

En este sistema de control continuo, cada vez que el inventario efectivo cae al punto de re-orden s o por debajo de él, se ordena una cantidad tal que se incremente el inventario efectivo hasta el nivel de inventario máximo S . La cantidad a ordenar depende del inventario efectivo y del nivel máximo, y, por lo tanto, puede variar entre un período y otro. Si las transacciones de demanda son siempre unitarias, entonces este método de control es exactamente igual al anterior, ya que apenas el nivel de inventario efectivo sea igual a s , entonces se ordena una cantidad constante $Q = S - s$. Sin embargo, en la práctica la demanda no ocurre necesariamente a niveles unitarios, y, por lo tanto, las cantidades a ordenar pueden ser variables. Este sistema se denomina usualmente un sistema *min-max*, ya que normalmente el nivel de inventario efectivo permanece entre un valor máximo S y un valor mínimo s , excepto por una caída de inventario temporal bajo el punto de re-orden s cuando la demanda no ocurre en forma unitaria.

6.1.8.1.3 Sistema de control periódico (R, S).

Este sistema se conoce también como el sistema del ciclo de reposición y se encuentra a menudo en organizaciones que no utilizan control sistematizado de los inventarios. Aquí, cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, y se ordena una cantidad tal que este inventario suba al valor máximo S .

La principal ventaja de este método es la de permitir el control coordinado de diversos ítems relacionados entre sí, bien sea por ser proporcionados por el mismo proveedor, por compartir un mismo sistema de transporte, por ser producidos en la misma línea de manufactura, o por cualquier otra razón que permita obtener economías de escala en la adquisición o producción del pedido. (Vidal Holguin, 2010)

6.1.8.1.4 Sistema (R, s, S).

Este es una combinación de los sistemas (s, S) y (R, S) y podría considerarse como un sistema híbrido. Consiste en que cada R unidades de tiempo, se revisa el inventario efectivo. Si éste es menor o igual que el punto de re-orden s , entonces se emite un pedido por una cantidad tal que el inventario efectivo se recupere hasta un nivel máximo S . Si el nivel de inventario efectivo es mayor que s , no se ordena cantidad alguna hasta la

próxima revisión que tendrá lugar en R unidades de tiempo. Nótese que el sistema (s, S) es un caso particular de este sistema, cuando $R = 0$. Análogamente, el sistema (R, S) es un caso especial de este sistema cuando $s = S - 1$ (Vidal Holguin, 2010).

6.2 MARCO CONCEPTUAL.

6.2.1 Clasificación del inventario.

En la literatura podemos encontrar diversas formas de clasificación de inventarios, sin embargo es importante realizar la clasificación desde un punto de vista funcional y así evitar errores comunes en la administración de los mismos. Los tipos básicos de inventario son:

- **Inventario cíclico:** Resultan del hecho de producir u ordenar en lotes en vez de unidad por unidad, con el fin de reducir costos de alistamiento u ordenamiento además de obtener descuentos por cantidad en costos de compra y/o transporte.
- **Inventario de seguridad:** Es el cual se conserva disponible para responder a todas las variaciones que se puedan presentar y así evitar distintos tipos de riesgo.
- **Inventario de anticipación o estacional:** Es el inventario que se acumula con anterioridad para satisfacer picos en la demanda, se presenta en situaciones donde se requiere tener el inventario con anticipación a que se produzca la demanda ya que en ciertos periodos se dificulta la distribución de los productos como es el caso de las zonas con condiciones climáticas variables o extremas.
- **Inventario en tránsito (o en proceso):** En este tipo de inventario se incluyen productos que se encuentran en tránsito entre diversas estaciones de producción, así como en los sistemas de transporte entre una instalación y otra de la cadena de abastecimiento.

6.2.2 Características de la demanda.

Un aspecto importante de la demanda es su caracterización como independiente o dependiente, la demanda independiente corresponde a la que se presenta por decisiones externas a la empresa, y la demanda dependiente es la que se genera por decisiones propias de la empresa.

También es importante el patrón que sigue la demanda, esta puede ser constante y conocida, determinística, aleatoria, y perpetua, estable o uniforme.

6.2.3 Costos del inventario.

El inventario requiere de una inversión, dinero del cual no se podrá disponer inmediatamente si la empresa requiere hacer otro tipo de inversión, por lo tanto si se desea aumentar la confiabilidad en la toma de decisiones es necesario que adopte un modelo que le permita reducir el capital invertido en el inventario o reducir el tiempo de permanencia del mismo.

Algunos de los costos implícitos en el inventario son; el costo de capital, costo de almacenamiento y manejo, impuestos y seguros, costo de ordenamiento, costo de transporte, entre otros.

6.2.4 Modelos de políticas de inventario.

La EOQ y otros métodos para calcular el tamaño del lote responden esta importante pregunta: ¿qué cantidad se debe pedir? Otra pregunta importante que requiere respuesta es: ¿cuándo debe hacerse el pedido? Un sistema de control de inventario responde ambas preguntas. Cuando se selecciona un sistema de control de inventario para una aplicación en particular, el carácter de las demandas impuestas sobre los artículos del inventario es un factor crucial. Una diferencia importante entre los tipos de inventarios es si el artículo en cuestión está sujeto a una demanda dependiente o independiente (KRAJEWSKI, 2008).

7. DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

A continuación se expone la metodología utilizada para diseñar un modelo de control de inventarios que permita minimizar el costo asociado al inventario y contribuya a establecer un nivel adecuado de servicio, que sea percibido positivamente por los clientes de una tienda de repuestos.

En la primera etapa del proyecto que involucra el desarrollo del primer objetivo específico se busca caracterizar el actual modelo de gestión y control de inventarios, se realizarán entrevistas donde se harán preguntas claves diseñadas con anterioridad, con el fin de identificar sus principales procesos, problemas, y la forma en la que se realizan las distintas actividades en la tienda como lo es el proceso de compras, la manera en que se disponen los artículos, etc. para posteriormente describirlo mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa, diagrama de procesos entre otras. Igualmente se analizará los datos históricos suministrados por el área contable sobre las compras y ventas para obtener el índice de rotación y el inventario promedio que maneja la tienda y usar esta información para concluir acerca del desbalanceo que se presenta e identificar los parámetros y restricciones del problema objeto de estudio y continuar con el desarrollo del siguiente objetivo. Ya que como plantea (Ballou R. , 1999) la absorción excesiva de capital sin adicionar un valor significativo al producto se considera una desventaja de mantener un inventario alto ya que algunos analistas consideran los inventarios como un desgaste innecesario.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico se identificarán los ítems del almacén de repuestos en familias para observar el comportamiento de las ventas y con esto efectuar una clasificación ABC que permita definir cuáles son los ítems más importantes y cuáles son los que causan un congelamiento más prolongado del capital, después se hará también una clasificación ABC multi-criterio que servirá para identificar cuáles son los ítem de los cuales se deben tener altas cantidades, y cuáles son los que se necesitan en pocas pero teniendo en cuenta factores que se obvian o ignoran en la primera clasificación, como el espacio que se requiere para mantener estos ítems, el ciclo de vida del producto, etc. Buscando de esta forma lograr una minimización de los costos y tener un sustento para proseguir con el desarrollo del proyecto.

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico se trabajará en un aspecto clave como es el pronóstico de la demanda de los ítems más importantes. Dependiendo de los factores anteriores se determinará que tipo de pronóstico es el más adecuado entre el promedio móvil, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble, Whinter, Croston donde se establecerán las directrices del modelo a plantear para la solución del problema objeto de estudio, debido a que la demanda muestra un

horizonte mucho más claro sobre cómo debe estar preparada la organización para satisfacer los requerimientos del cliente y de esta manera poder afianzar su fidelidad y además poder aspirar a una expansión considerable del mercado.

Finalmente, tomando como base la información y los pronósticos obtenidos anteriormente y dándole cumplimiento al cuarto y último objetivo específico y con ayuda del solver Q System de Excel se realizarán dos alternativas de control de inventarios una que garantice el menor costo promedio y otra donde se busque obtener el 100% de nivel de servicio procurando conservar unos costos promedios bajos, se definirán el punto de re-orden, el tamaño de pedido óptimo, aparte de ayudar a la tienda de repuestos objeto de estudio a mejorar su capacidad de respuesta, establecer un nivel de servicio y que a su vez sirva como soporte para las decisiones a corto y largo plazo.

8. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN GESTIÓN Y CONTROL DE LOS INVENTARIOS DE LA TIENDA DE REPUESTOS.

Con el fin de realizar un análisis de la situación actual de la tienda en cuanto a la gestión de inventario como un criterio clave en la toma de decisiones, se realizaron encuestas, entrevistas, estudios de las diferentes problemáticas que se presentan en la región y las cuales dificultan el funcionamiento de las diferentes organizaciones; además del análisis de los datos históricos como apoyo para una investigación de campo que está dirigida a todos los actores que interactúan en el proceso logístico de los inventarios de la misma.

En tiendas minorista como esta, el inventario requiere una atención especial puesto que dentro de su almacén se encuentran más de 600 ítems, esto hace que el volumen de información sea alto y por lo tanto complejo de manejar; se hace oportuno aplicar los conocimientos adquiridos para mitigar las fallas que pueda presentar la tienda a la hora de dar respuesta a las necesidades de los clientes.

Luego de una investigación se pudieron identificar algunas situaciones que afectan la toma de decisiones en la tienda como se muestra en la siguiente ilustración:

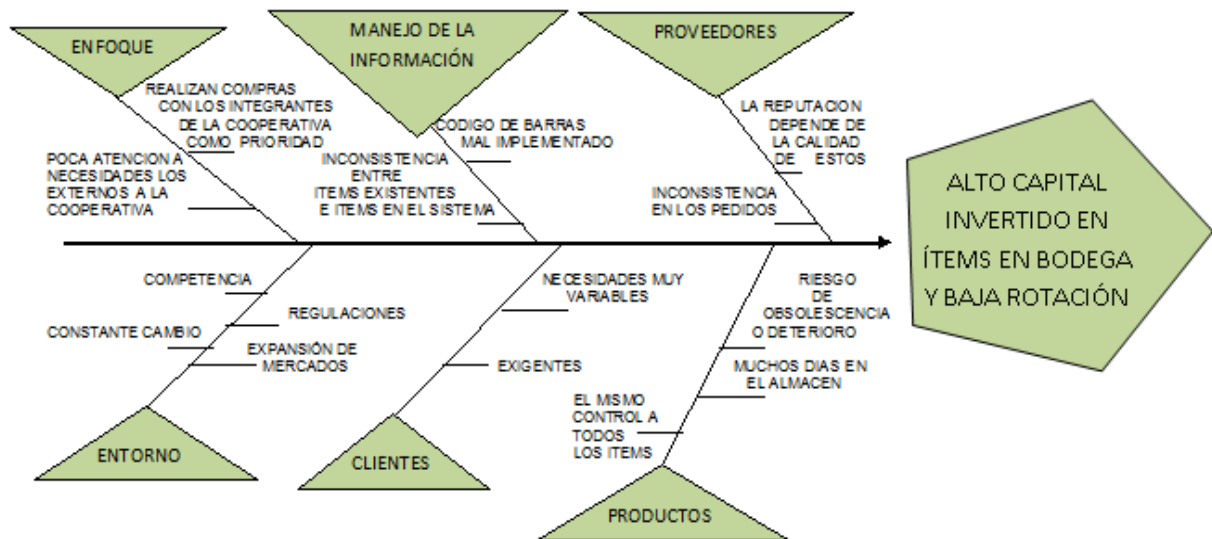


Ilustración 8 Análisis causa-efecto que afectan la toma de decisiones.
Fuente: Autores 2016.

Al ser una empresa cooperativa esta toma sus decisiones con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes internos de la organización y prestando poca atención a las necesidades de su entorno lo cual no es una estrategia muy efectiva puesto que en algunas ocasiones es necesario más de 2 meses para vender un artículo y recuperar la

inversión. Durante este alto periodo que transcurre hasta realizarse una venta la tienda tiene la opción de negociar en forma permanente debido a la gran cantidad de proveedores con que se cuenta, esto con el fin de brindar mejores precios y opciones de marcas a sus clientes, la tienda tiene establecidas unas condiciones generales para la contratación de proveedores atendiendo a las características particulares de estos y de sus productos. Teniendo en cuenta la colaboración que estos proporcionan a la calidad del producto/servicio suministrado y dando como resultado unas relaciones comerciales más ordenadas claras y consistentes. En el siguiente grafico se dan a conocer algunas de las actividades que se realizan en la tienda

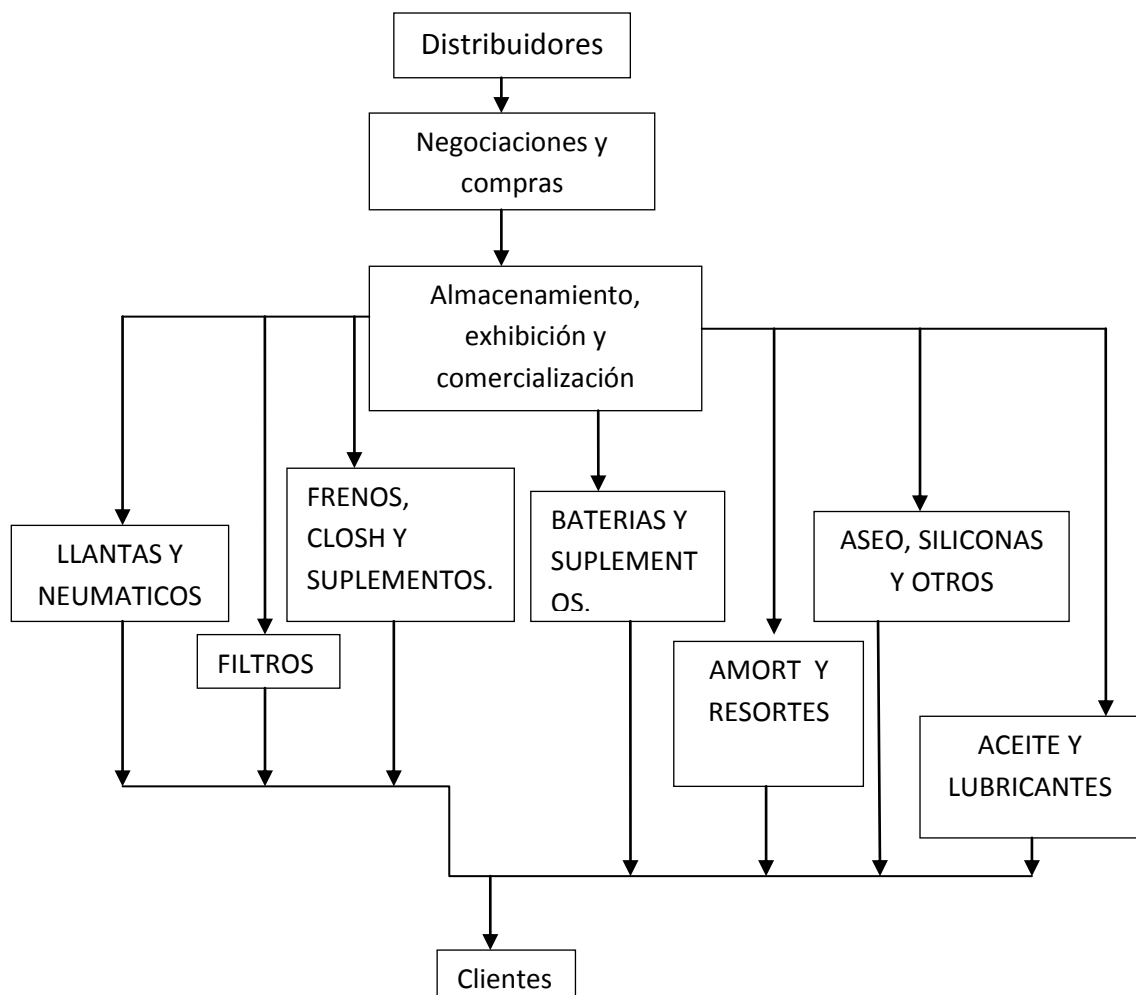


Ilustración 9. Proceso logístico de la tienda.
Fuente: Autores 2016.

Para la tienda de repuestos no resulta conveniente tener exceso de inventarios en bodega, esto resulta desventajoso ya que se congela una gran cantidad de capital sin tener la certeza de que lo que se ha comprado rotará eficientemente y si estos productos son los que el cliente demandará, a su vez si se consideran los índices de rotación tan bajos de la tienda se hace necesario que la estimación de la demanda sea lo más precisa posible.

El proceso de recepción de la mercancía es de suma importancia para la tienda ya que este garantiza que se paga solo la totalidad que se recibe por parte del proveedor, evitando así los denominados bautizos, otro punto importante es poder velar por la integridad de los ítems, que se encuentren en óptimas condiciones y en las medidas especificadas en la factura y por último la legalidad de la transacción se vería afectada si se pasara por alto este proceso.

El inicio del proceso se da con la llegada del proveedor a la tienda, a continuación se le pide el documento y soporte del pedido si es así se recibe la mercancía de lo contrario No se recibe la mercancía. El pedido pasa a ser inspeccionado esta operación se realiza bajo la modalidad de conteo ciego, en donde el administrador o el auxiliar guiados por una lista de las referencias pedidas procede a realizar el conteo de las unidades recibidas, verificando que la cantidad y tipo de producto coincida con el pedido realizado, si no coinciden los ítems deberán ser devueltos o se debe acordar la entrega de los faltantes, luego se digitan los artículos en el sistema y se verifican las existencias en estantería para definir cuánto enviar a bodega dando fin al proceso de recepción de mercancía.

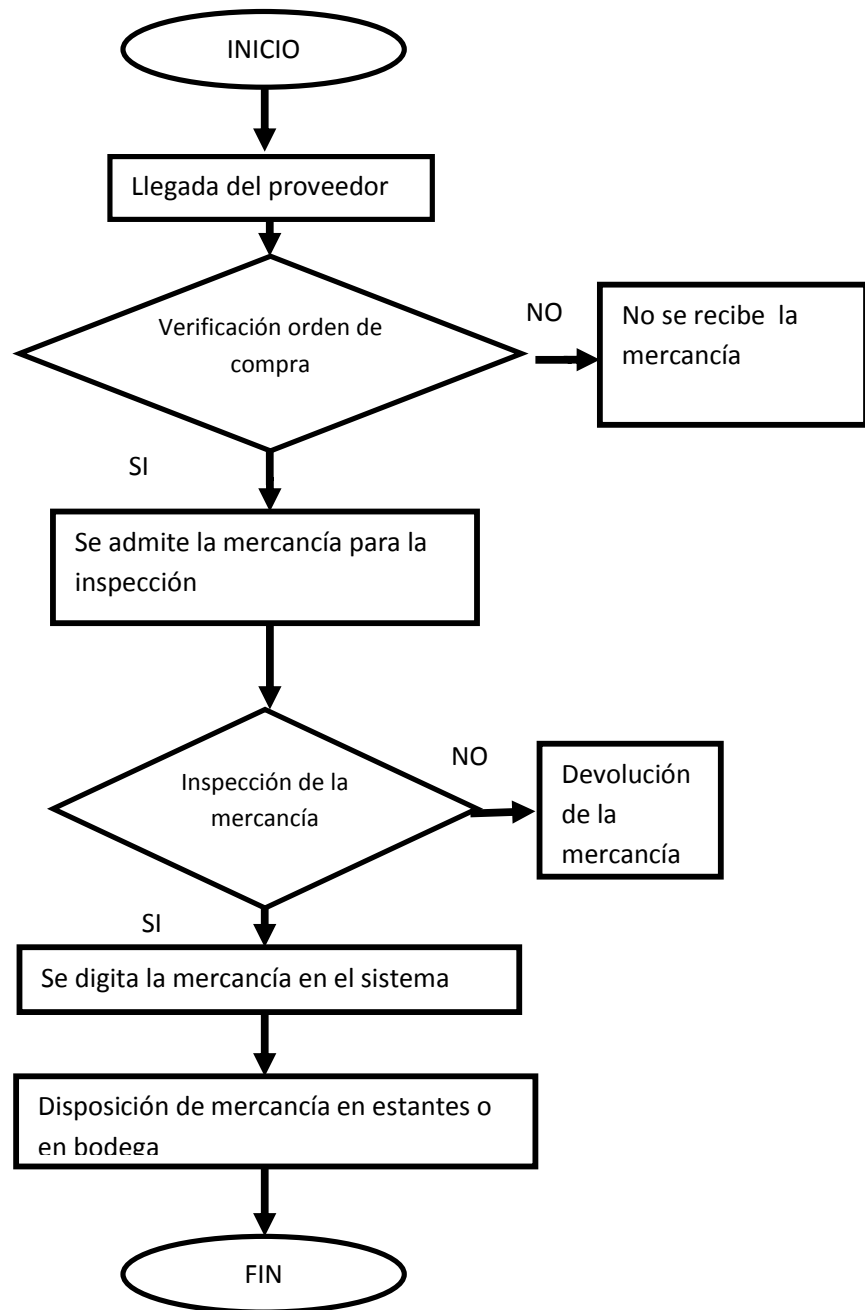


Ilustración 10. Diagrama de flujo recepción de mercancía.
Fuente: Autores 2016.

Al ser esta una tienda perteneciente a una cooperativa, se pueden resumir los procesos actuales en tres categorías recepción, almacenamiento y comercialización; Luego de un análisis previo de los procesos generales que se presentan en la tienda, es pertinente mostrar detalladamente las actividades necesarias para el óptimo funcionamiento de esta (ver ilustración 11).

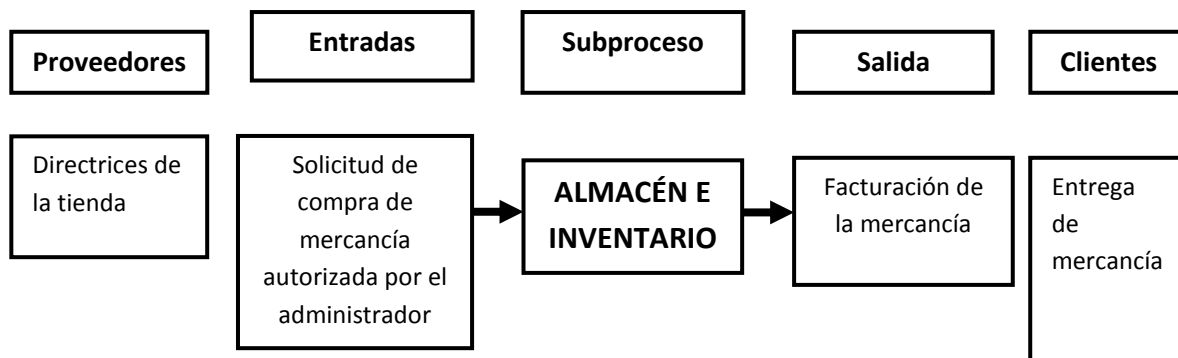


Ilustración 11. Proceso general de la tienda
Fuente. Autores 2016

RECURSOS		
HUMANOS	FÍSICOS	AMBIENTALES
Gerente General, Administrador, Auxiliar de Bodega.	Infraestructura tecnológica (software CG1, internet, computador, teléfono), productos, insumos materiales	Dotación de equipos y herramientas para el personal al momento de hacer desplazamiento de mercancía, iluminación, condiciones de limpieza
SOPORTE DOCUMENTACIÓN		
Interna		Externa
Procedimiento de compras, proveedores de la tienda.		Legislación Comercial y laboral, Estatuto Tributario, Políticas

Ilustración 12. Recursos disponibles en la tienda
Fuente. Autores 2016

A continuación se muestra la cantidad de ítems vendidos según la familia a la que pertenecen.

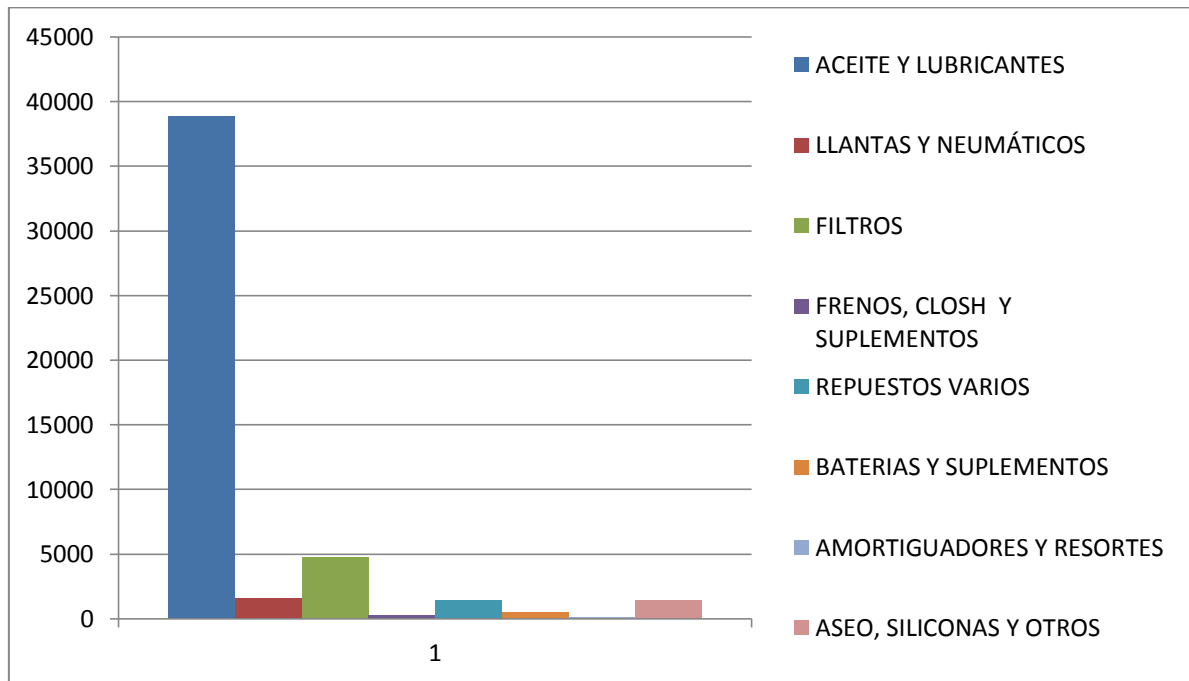


Ilustración 13. Cantidad de ítems vendidos agrupados en familias
Fuente: Autores 2016

Como se puede evidenciar en la ilustración 13 el mayor aporte en unidades vendidas está dado por la familia de ítems denominada Aceites y Lubricantes indicando una alta rotación pero que al final no significa mucho en la rotación promedio de todos los ítems puesto que otras familias tienen unos volúmenes de ventas muy bajos a lo largo del año.

En la tienda no se acostumbra pronosticar la demanda ya que no prestan atención a la rotación que tiene cada uno de estas familias ignorando que estos pronósticos ayudarían a tener una mejor gestión y control de los ítems en inventario.

La tienda se encuentra en un estado desventajoso no se ejerce un control efectivo de los inventarios se tienen muchas cosas que no rotan y muchas otras obsoletas el estado de la bodega no es óptimo, no se ejerce un aprovechamiento considerable del espacio disponible alguna mercancía se encuentra en lugares de difícil acceso y poniendo en riesgo la integridad de los empleados, se desprecian factores como el peso y el volumen de estos ítems.

9. CLASIFICACIÓN DE LOS ÍTEMS

9.1 Generalidades:

Para que la tienda mejore la gestión del inventario es necesario hacer una discriminación de los productos que se ofrece en familias de productos y así facilitar el análisis con el fin de identificar el modelo de control que más se adapte a las características y mejore el nivel de respuesta que se brinda a las necesidades de los clientes.

FAMILIA	VENTAS TOTALES (2015)	COSTOS TOTALES (2015)	CANTIDAD DE ÍTEMS VENDIDOS	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA	CLASIFICACIÓN
ACEITE Y LUBRICANTES	\$ 409.428.444,00	\$ 340.352.804,38	38891	59%	59%	A
LLANTAS Y NEUMÁTICOS	\$ 168.270.944,00	\$ 152.423.360,86	1592	24%	83%	A
FILTROS	\$ 54.048.187,00	\$ 40.882.048,92	4785	8%	90%	B
FRENOS, CLOSH Y SUPLEMENTOS	\$ 17.208.624,00	\$ 14.204.060,53	261	2%	93%	C
REPUESTOS VARIOS	\$ 15.006.304,00	\$ 12.173.236,38	1433	2%	95%	C
BATERIAS Y SUPLEMENTOS	\$ 13.359.980,00	\$ 11.500.210,45	493	2%	97%	C
AMORTIGUADORES Y RESORTES	\$ 11.023.884,00	\$ 9.616.681,08	120	2%	99%	C
ASEO, SILICONAS Y OTROS	\$ 10.209.236,00	\$ 8.097.141,59	1454	1%	100%	C
TOTAL	\$ 698.555.603,00	\$ 589.249.544,19	49029	100%		

Tabla 6 Clasificación mono-criterio de los ítems.
Fuente: Autores 2016

La tienda clasifica sus ítems según el nombre del artículo, el costo, tipo de producto, cantidad (algunos de los ítems deben clasificarse en medidas de volumen), sin embargo para facilitar el análisis es indispensable organizar los productos en grupos o familias (ver tabla 6) y así tener claridad del porcentaje de ventas que aporta cada familia además de costos y cantidad de ítems vendidos. Al realizar la clasificación por familia se pudo observar que no todos los ítems vendidos contribuyen con la utilidad de la tienda puesto que algunos se venden al costo y otros pocos dejan utilidad negativa.

La siguiente grafica (ver ilustración 14) muestra de una forma más clara la participación de cada familia en las ventas realizadas en el periodo enero-diciembre del 2015.

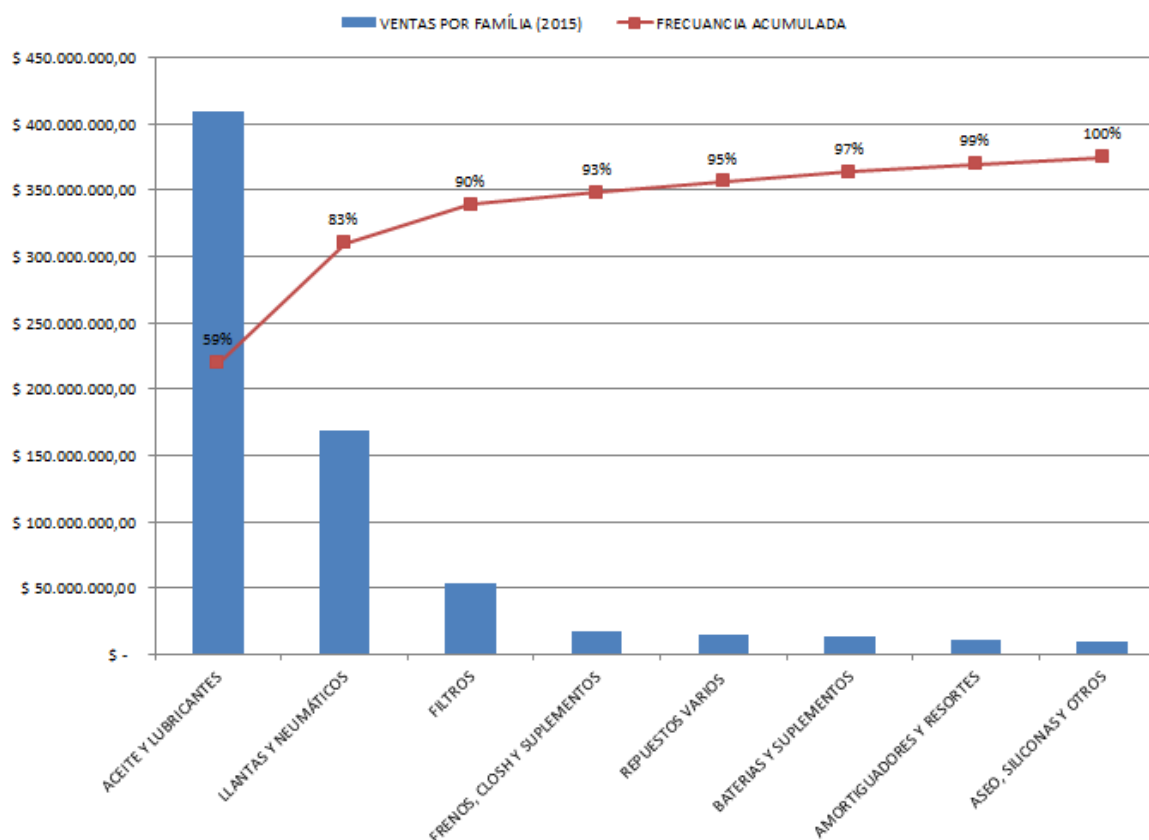


Ilustración 14 Porcentaje participación de familias en ventas.
Fuente: Autores.

Las familias que destacan por su participación en las ventas y que aportan el 83% de los ingresos en el lapso de tiempo en el que se realizó el análisis son:

- a) Aceites y Lubricantes
- b) Llantas y Neumáticos.

9.2 Clasificación ABC múlti-criterio.

Después de una revisión de los diferentes métodos de clasificación múlti-criterio los cuales coinciden en denotar que usar un solo criterio y restarle importancia a otro u otros puede ocasionar grandes problemas para la organización, y para darle continuación al objetivo se utilizará el método selectivo integral expuesto por (Parada Gutierrez).

FAMÍLIA	NÚMERO DE ÍTEMS	VENTAS (2015)	PARTICIPACIÓN	PARTICIPACIÓN EN LAS VENTAS TOTALES
ACEITE Y LUBRICANTES	184	\$ 409.428.444,00	70,87%	58,61%
LLANTAS Y NEUMÁTICOS	74	\$ 168.270.944,00	29,13%	24,09%
TOTAL	258	\$ 577.699.388,00		\$ 698.555.603,00

Tabla 7 Familias consideradas para la clasificación ABC múltiple-criterio.
Fuente. Autores 2016.

En la anterior tabla (ver tabla 7) se encuentra la descripción de las familias más importantes y que representa una gran parte de las ventas presentadas en el 2015 ya que fue el periodo elegido para realizar el análisis, razón por la cual el proyecto se enfocará en estos 258 artículos.

De acuerdo con (Flores, 1992).

Dependiendo de la naturaleza y el tipo de la firma, el número de criterios que deben ser utilizados y el impacto relativo de cada uno puede variar. La firma además se enfrenta al problema de como analizar, y clasificar los artículos del inventario cuando se usa más de un criterio.

Los criterios a utilizar fueron establecidos a partir de la información de ventas que disponía la tienda y que fue recopilada durante los meses analizados, estos se escogieron con el fin de identificar los ítems más representativos de la tienda de acuerdo a su costo de ventas, impacto en los beneficios y volumen de ventas:

- **Costo de ventas (\$/12 meses):** se refiere al precio de la venta multiplicado por la cantidad de ítems vendidos en el periodo analizado.
- **Impacto en los beneficios (\$/12 meses):** este criterio hace referencia los beneficios obtenidos por los ítems en el lapso de tiempo indicado.
- **Volumen de ventas (unidades/12 meses):** este se basa en la cantidad de ítems vendidos en el periodo de tiempo que se realizó el análisis.

9.3 Aplicación del Método Selectivo Integral.

El primer paso a seguir para desarrollar el método es establecer las zonas de clasificación a la que pertenece cada ítem en cada uno de los criterios descritos anteriormente.

Para esto se debe realizar una clasificación ABC mono-criterio a cada uno de los criterios seleccionados; siguiendo las recomendaciones de (Vidal Holguin, 2010) la zona A se encuentra hasta el 65%, la zona B en el 25 % siguiente y la zona C consta del 10% restante, a continuación se presenta los resultados.

- Costo de ventas (\$/ 12 meses).

CLASE DE ÍTEM	CANTIDAD DE ARTICULOS	% PARTICIPACIÓN
CLASE A	42	65,237%
CLASE B	72	24,933%
CLASE C	144	9,831%
TOTAL	258	
ÍTEM DE MAYOR PARTICIPACIÓN ZONA A	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	5,930%
ÍTEM DE MENOR PARTICIPACIÓN ZONA A	ACEITE ESPIRA 80W90 A GRANEL	0,632%

Tabla 8 Participación en las ventas (\$/12 meses).
Fuente: Autores 2016.

- Impacto en los beneficios (\$/12 meses).

CLASE DE ÍTEM	CANTIDAD DE ARTICULOS	% PARTICIPACIÓN
CLASE A	43	65,529%
CLASE B	73	24,477%
CLASE C	142	9,993%
TOTAL	258	
ÍTEM DE MAYOR PARTICIPACIÓN ZONA A	ACEITE CASTROL TECTION A GRANEL	3,890%
ÍTEM DE MENOR PARTICIPACIÓN ZONA A	ACEITE RIMULA 15W40 GALON	0,553%

Tabla 9 Participación en los beneficios (\$/12 meses).
Fuente: Autores 2016.

- Volumen de ventas (unidades/12 meses).

CLASE DE ÍTEM	CANTIDAD DE ARTICULOS	% PARTICIPACIÓN
CLASE A	22	65,351%
CLASE B	56	24,766%
CLASE C	180	9,883%
TOTAL	258	
ÍTEM DE MAYOR PARTICIPACIÓN ZONA A	ACEITE SUPER OIL 2T	7,168%
ÍTEM DE MENOR PARTICIPACIÓN ZONA A	ACEITE TERPEL 2T 1/4	1,102%

Tabla 10 Participación en las ventas (unidades/12 meses).
Fuente: Autores 2016.

9.4 Cálculo de los factores de ponderación cuantitativos

Con este cálculo se definen los porcentajes que denotan la importancia y el porcentaje que corresponde a cada clase al momento de realizar una clasificación mono-criterio siguiendo las recomendaciones de (Vidal Holguin, 2010), y que se aplicó a cada uno de los parámetros o criterios elegidos. Los factores de ponderación son:

PARÁMETRO	Clase		
	A	B	C
VENTAS	65,237%	24,933%	9,831%
IMPACTO EN LOS BENEFICIOS	65,529%	24,477%	9,993%
VOLUMEN DE VENTAS	65,351%	24,766%	9,883%

Tabla 11 Factores de ponderación por zonas.
Fuente: Autores 2016.

9.5 Cálculo de los intervalos de clasificación.

Dando continuación al método se realiza la definición de los valores máximos y mínimos que puede adoptar P_k para cada producto así como la amplitud de clase, estos valores se calculan usando las ecuaciones 1, 2, y 3.

VALOR MÁXIMO	196,117%
VALOR MÍNIMO	29,707%
ACL	55,470%

Tabla 12 Rangos de clasificación
Fuente: Autores2016.

9.6 Asignación del código selectivo único.

Una vez definido los valores máximos y mínimos realizando la sumatoria de los factores de ponderación (ver tabla 12), se procede a asignar un código selectivo a cada uno de los 258 artículos obtenidos en la clasificación anterior, la asignación de cada código A, B o C se hará siguiendo las reglas de decisión planteadas por (Parada Gutierrez).

Las reglas son las siguientes.

CÓDIGO SELECTIVO INTEGRAL A	
$V_{max-ACL} < P_k < V_{maX}$	$140,647 < P_k < 196,117$
CÓDIGO SELECTIVO INTEGRAL B	
$V_{min+ACL} < P_k < V_{maX-ACL}$	$85,117 < P_k < 140,647$
CÓDIGO SELECTIVO INTEGRAL C	
$V_{min} \leq P_k \leq V_{min+ACL}$	$29,707 \leq P_k \leq 85,117$

Tabla 13 Código selectivo integral por zonas de clasificación.
Fuente: Autores2016.

Siguiendo estas condiciones se le asigna un código a cada ítem para definir el impacto que ocasiona cada uno de estos en la tienda, además de destacar los más importantes

a los cuales se les debe prestar atención especial y se les diseñara las respectivas políticas de control.

CÓDIGO	NOMBRE	VENTAS		IMPACTO EN LOS BENEFICIOS		VOLUMEN DE VENTAS		PUNTUACIÓN	CLASIFICACIÓN DEFINITIVA
000029	ACEITE URSA 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000044	MOBIL EXTRA 2T PINTA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000059	HAVOLINE 50 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000200	HELIX 20W50 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000257	TERPEL 2T 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000258	TERPEL 2T PINTA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000359	MOBIL SUPER 20W40 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000418	CASTROL TECTION A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000419	CASTROL VISCUS A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000517	ACEITE MOTOR JOHN DIEERE 15W40PLUS GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000531	ACEITE JESAN 2T	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000555	ACEITE BARRILITO 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000608	MOTUL MEGAXLD A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001406	ACEITE SUPER OIL 2T	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001559	ACEITE PINTAS 2T MOBIL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001920	ACEITE TERPEL CELERETY ANTI-HUMO 2T PINTA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002036	RIMULA 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002083	ACEITE RIMULA 50 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002084	MOBIL 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002091	ACEITE TERPEL 2T BOLSA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000062	ACEITE SAE50 SF/CC A GRANEL	24,933%	B	65,529%	A	65,351%	A	155,813%	A
000503	LIQUIDO DE FRENOS PINTA	24,933%	B	65,529%	A	65,351%	A	155,813%	A
000045	MOBIL EXTRA 2T 1/4	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000284	RIMULA 50 1/4	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000285	RIMULA 50 GALON.	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A

000428	CASTROL ACTEVO 4T 20W50	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000516	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000538	ACEITE CRB TURBO 15W40 CASTROL	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000548	ADITIVO SUPERKOTE	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
001500	LLANTA MAXXIS 205/70 R15	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000433	LLANTAS TRIANGLE 21575R17.5	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000440	LLANTAS TRIANGLE 205 70R15	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000542	MOBIEL SUPER 2000 10W30	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000623	MOBIL 20W50 GALON	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
001013	LLANTA HANKOOK 235/75 R15	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
001876	LLANTA PIRELLY CRONO 205/70 R15	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A

Tabla 14 Clasificación múltiple-criterio de los ítems más importantes.
Fuente: Autores 2016.

Como se puede ver en la clasificación múltiple-criterio anterior (ver tabla 14) los artículos más importantes para la tienda son treinta y seis (36) de los cuales seis (6) pertenecen a la familia llantas y neumáticos y los demás a la familia de aceites y lubricantes. A estos artículos se les debe dar un trato especial por lo tanto el proyecto se centrará en estos de ahora en adelante.

10. MÉTODOS DE PRONÓSTICOS

La clasificación ABC múltiple-criterio insumo imprescindible para elegir el método óptimo de pronósticos, ya que esta brinda perspectiva clara acerca de cómo generan impacto ciertos ítems en las ventas de la tienda objeto de estudio. Esta clasificación dio como resultado 36 ítems de mayor influencia estos ítems pertenecen a las familias de Aceites y Lubricantes y también a la familia de Llantas y Neumáticos, para realizar los sistemas de pronósticos para cada uno de los 36 ítems clase A se debe analizar el comportamiento de los datos históricos de ventas y determinar qué sistema se ajusta mejor a cada patrón considerando el E.C.M. y la literatura existente como factores de decisión.

10.1 Análisis de la demanda

Se recolectaron 52 datos históricos de ventas ocurridas en un lapso continuo de 1 año, el cual se estableció como periodo de análisis. Esto con el fin de analizar el comportamiento de la demanda a través del tiempo para esto se tomó como base los registros de ventas semanales (Unidades/semana).

Luego de identificar correctamente la frecuencia de recolección de los datos, se realizó el análisis del patrón de demanda para cada uno de los productos y se calculó el coeficiente de variación y correlación con el fin de apoyar la selección del sistema de pronósticos más indicado, otro aspecto importante que se tuvo en cuenta para definir los patrones de demanda fueron las líneas de tendencia que formadas por las series de tiempo en cada uno de los ítems clase A.

Para ver más claro el comportamiento de la demanda y los patrones de dicha demanda presenta en la totalidad de los ítems clase A se exponen los siguientes gráficos.

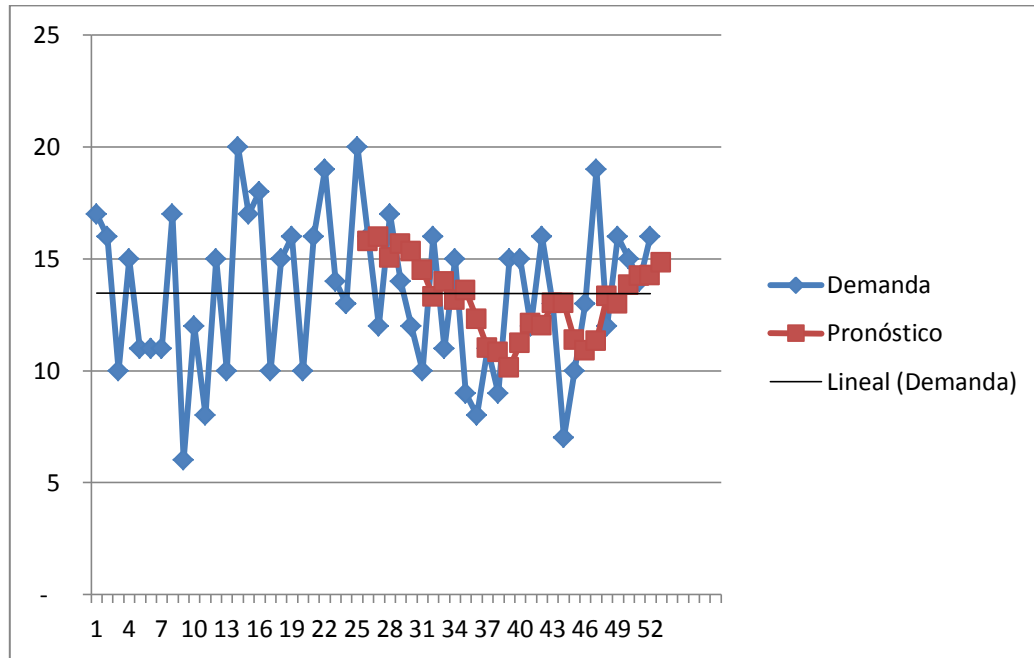


Ilustración 15 Comportamiento de la demanda y pronósticos para Líquido de frenos pinta.
Fuente: Autores 2016

Porcentaje de ítems según el patrón de demanda

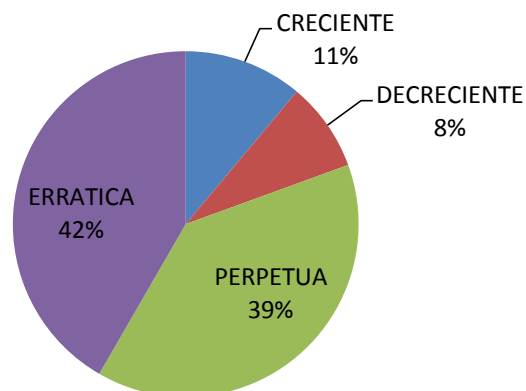


Ilustración 16 Participación de los ítems clase A según su patrón de demanda.
Fuente: Autores 2016

-El 42% de los ítems clase A presenta un patrón de demanda errático el cual se mantiene a lo largo del periodo de tiempo analizado, ya que no se presenta consumo en el 100% de las semanas analizadas pasando de tener un gran pico de consumo y luego pasando a cero consumo en la siguiente semana y nuevamente presentándose un pico considerable en las semanas próximas.

-El 39% de los ítems clase A presenta un patrón de demanda perpetuo debido a que en el 100% de las semanas analizadas se presenta consumo de los ítems estudiados con variaciones muy pequeñas de una semana a otra.

-El 11% de los ítems clase A presenta un patrón de demanda creciente, se observa que en el 100% de las semanas analizadas se presenta consumo de los ítems, pero se producen unas variaciones un poco altas en las últimas semanas que hacen que el patrón de demanda tome una tendencia creciente.

-El 8% de los ítems clase A presenta un patrón de demanda decreciente, se observa que en el 100% de las semanas analizadas se presenta consumo de los ítems, pero se producen unas variaciones un poco altas en las últimas semanas que hacen que el patrón de demanda tome una tendencia decreciente.

Analizando las descripciones mencionadas anteriormente se debe dividir los patrones de demanda en dos partes ya que en su mayoría presentan una tendencia errática muy marcada lo que obliga a proceder de una manera diferente en el caso de estos ítems, otra parte de estos ítems clase A presenta tendencias perpetuas, crecientes y decrecientes, de tal manera se debe realizar el sistema de pronósticos suavización exponencial doble y simple por cada ítem, considerando que la de los 36 ítems clase A, todo esto con la finalidad de minimizar el error cuadrático medio (*ECM*); tomado como indicador pertinente de precisión ya que los errores de pronósticos no poseen ningún supuesto en cuanto a distribuciones probabilísticas y se recomienda para ser usado en la práctica.

10.2 Elección de los métodos de pronóstico.

Para poder establecer el método de pronósticos que se adapte mejor a las condiciones presentadas por la demanda, se debe dividir este análisis en dos partes, la primera parte se enfocara en los patrones de demanda erráticos ya que el mayor porcentaje de los ítems presenta este tipo de patrón y la segunda parte tratara el porcentaje restante de los ítems los cuales presentan patrones de demanda perpetuos, crecientes y decrecientes.

Según (Eaves y Kingsman, 2002) quienes afirman que cuando el comportamiento de las demandas no es suave, ni continuo, los métodos usados comúnmente para

pronosticar no son tan efectivos, entonces se hace necesario analizar patrones de comportamientos de la demanda como la intermitencia presentada y alta variabilidad, para así poder hacer uso de un modelo de pronóstico que se ajuste de la mejor manera al caso que se quiere abordar; el modelo de Croston, presenta una solución eficaz para esto y logra obtener unos mejores estimativos sobre el pronóstico, por esta razón se toma la decisión de utilizar el método de pronósticos de Croston para abordar los patrones de demanda errática presentada en el 42% de los ítems clase A.

Con ayuda del software Microsoft Excel se efectuaron los pronósticos por el método de Croston a 15 de los 36 ítems clase A, con un alpha definido arbitrariamente, luego con ayuda del solver de este mismo software se realizó la optimización del alpha, que permitiera llevar al mínimo el E.C.M. para cada uno de los casos.

En la siguiente tabla se puede observar los ítems que presentan un patrón de demanda errático, adicionalmente se encuentra plasmado cada uno de los E.C.M. que se obtuvieron luego de efectuar los pronósticos de demanda por medio del método de Croston.

CÓDIGO	NOMBRE ÍTEM	E.C.M
29	ACEITE URSA 15W40 A GRANEL	64,6398
285	RIMULA 50 GALON	5,4810
433	LLANTAS TRIANGLE 21575R17.5	0,7790
440	LLANTAS TRIANGLE 20570R15	2,0360
516	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	12,3617
538	ACEITE CRB TURBO 15W40 CASTROL	6,6718
542	MOBIL SUPER 2000 10W30	0,7462
548	ADITIVO SUPERKOTE	5,8043
608	MOTUL MEGAXLD A GRANEL	98,1816
623	MOBIL 20W50 GALON	1,7607
1013	LLANTA HANKOOK 235/75 R15	1,1683
1500	LLANTA MAXXIS 205/70 R15	3,4719
1876	LLANTA PIRELLY CRONO 205/70 R15	0,9544
2036	RIMULA 15W40 A GRANEL	106,1695

2084	MOBIL 15W40 GALON	299,3232
------	-------------------	----------

Tabla 15 Ítems que presentan demanda errática y su respectivo E.C.M.
Fuente: Autores 2016

El método de suavización simple y doble fueron los escogidos para realizar los pronósticos del porcentaje restante de ítems los cuales presentan tendencias creciente y decrecientes y en la mayoría de los casos un patrón de demanda perpetuo, se descartó el método de promedio móvil ya que en concordancia con (Vidal Holguín, 2005) quien afirma que el promedio móvil le da el mismo peso de $1/N$ a cada una de las últimas N demandas. Esta característica es una desventaja del promedio móvil en aquellos casos en los cuales se debe reaccionar rápidamente a un cambio en el patrón de demanda o, análogamente, en aquellos casos en los que es importante la estabilidad del sistema de pronósticos. El método de suavización exponencial simple trata de corregir esta situación.

En el desarrollo de estos métodos de pronóstico se usó nuevamente el software Microsoft Excel donde se realizó el método de suavización exponencial simple y el doble para cada uno de los ítem luego de esto con ayuda del Solver de Excel se optimizó el α que debe fluctuar entre 0,01 y 0,3 ($0,01 \leq \alpha \leq 0,3$), dicho α optimizado permite alcanzar el menor E.C.M. para cada caso específico.

En la siguiente tabla se encuentran los ítems cuya demanda sigue tendencias perpetuas crecientes y decrecientes, adicionalmente se pueden observar los E.C.M. resultado de los métodos de suavización exponencial simple y doble.

CÓDIGO	NOMBRE ÍTEM	E.C.M	
		SIMPLE	DOBLE
44	MOBIL EXTRA 2T PINTA	25,2539	27,2791
45	MOBIL EXTRA 2T ¼	12,0381	7,9415
59	HAVOLINE 50 ¼	17,1014	13,5663
62	ACEITE SAE 50 SF/CC A GRANEL	43,5299	34,3208
200	HELIX 20W50 A GRANEL	70,5069	54,4801
257	TERPEL 2T ¼	15,9685	10,7567
258	TERPEL 2T PINTA	25,3208	24,4887
284	RIMULA 50 ¼	16,0900	9,7968
359	MOBIL SUPER 20W40 1/4	62,7589	62,5118
418	CASTROL TECTION A GRANEL	247,9655	225,9096
419	CASTROL VISCUS A GRANEL	98,2193	110,4242
428	CASTROL ACTEVO 4T 20W50	14,5386	10,4140

503	LIQUIDO DE FRENOS PINTA	14,8394	10,6133
517	ACEITE MOTOR JOHN DIERE 15W40 PLUS A GRANEL	421,0196	416,1825
531	ACEITE JESAN 2T	25,4614	22,5921
555	ACEITE BARRILITO 1/4	61,2909	54,7389
1406	ACEITE SUPER OIL 2T	64,2279	53,7921
1559	ACEITE PINTAS 2T MOBIL	17,4675	13,9007
1920	ACEITE TERPEL CELERETY ANTI-HUMO 2T PINTA	71,3907	52,4043
2083	ACEITE RIMULA 50 A GRANEL	142,3176	130,1360
2091	ACEITE TERPEL 2T BOLSA	16,4169	10,8545

Tabla 16. Ítems con patrones de demanda creciente, decreciente y perpetua, E.C.M. para métodos de suavización exponencial simple y doble.

Fuente: Autores 2016.

10.3 Inventario de seguridad.

Si los métodos de pronósticos fueran 100% precisos no habría razón para que existiera el inventario de seguridad, pero es este el que mitiga el impacto generado por la incertidumbre que se maneja al efectuar un pronóstico de demanda, según (Chapman, 2006) El inventario de almacenamiento temporal, también denominado inventario de seguridad, es el acervo que se mantiene “por si acaso”. En una empresa pueden presentarse diversas situaciones que afectan el flujo normal de trabajo dentro de la operación. Es posible que los trabajadores se ausenten, que los proveedores retrasen la entrega de pedidos o se equivoquen de productos, que ocurran problemas respecto de la calidad, que las máquinas se descompongan, etcétera. El inventario que se mantiene explícitamente para proteger la organización ante la posibilidad de que se dé uno o varios de estos problemas se denomina inventario de almacenamiento temporal, o inventario de seguridad. El cálculo acertado del inventario de seguridad debe considerar variables como la Deducción del tiempo de reposición (L), Nivel de servicio (NS) y la Definición del tipo de revisión.

11. DISEÑO DE LA POLÍTICA DE CONTROL

11.1 Costos asociados al inventario.

Existen diversos métodos para realizar el cálculo de todos los costos inherentes al mantenimiento del inventario, sin embargo al hacer una revisión de la literatura el método que se ajusta a las necesidades de la organización es el que propone (Berling, 2008) citado por (Vidal Holguin, 2010). Este método propone una metodología la cual considera el costeo basado en actividades (Costeo ABC o *Activity Based Costing*).

11.1.1 Costo de mantenimiento del inventario.

El inventario ocupa un porcentaje del espacio que dispone la tienda de repuestos, además de que se deben realizar determinadas actividades necesarias para la correcta disposición y manutención del inventario, por esta razón para el cálculo del costo de mantenimiento del inventario se analizó los costos fijos directamente relacionados con la operación del inventario, almacenamiento y mano de obra requerida por el mismo.

11.1.2 Costo de mano de obra.

La tienda de repuestos tiene dos empleados encargados directamente de realizar las actividades que demande el funcionamiento de la misma, los empleados tienen un salario básico, reciben un pago adicional según las horas extras laboradas, y también reciben prestaciones sociales que corresponden a un 32% de su salario, en la siguiente tabla se observa el costo que se genera para la cooperativa

	SALARIO BÁSICO (\$/MES)	HORAS EXTRAS (\$/MES)	SALARIO ANUAL (\$/AÑO)	COSTO ANUAL PARA LA COOPERATIVA (\$/año)
ADMINISTRADOR	\$ 1.057.000,00	\$ 193.345,10	\$ 15.004.141,20	\$ 19.805.466,38
AUXILIAR	\$ 818.000,00	\$ 362.308,00	\$ 14.163.696,00	\$ 18.696.078,72

Tabla 17 Costo anual de mano de obra
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

COSTO DE MANO DE OBRA (\$/MES)	\$ 3.208.462,09
COSTO DE MANO DE OBRA (\$/AÑO)	\$ 38.501.545,10

Tabla 18 Costo total mano de obra
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

11.1.3 Costo de almacenamiento.

El cálculo de los costos de almacenar el inventario se calcula teniendo en cuenta los costos fijos en los que se incurre para garantizar que los clientes reciban los productos demandados en las mejores condiciones. En la siguiente tabla se observa el costo que se genera para la organización.

COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$/MES)	\$ 436.684,20
COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$/AÑO)	\$ 5.240.210,40

Tabla 19 Costos fijos incurridos para el almacenamiento del inventario.
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

11.1.4 Impuestos.

El área donde la tienda desempeña las actividades comerciales es propiedad de la cooperativa por lo que no debe asumir costos de arrendamiento, pero debe asumir el pago de impuestos, se realiza el pago de un impuesto anual al municipio de la Unión Valle, donde se encuentra localizada la tienda correspondiente al impuesto predial, también debe pagar otro impuesto municipal que corresponde a industria y comercio.

IMPUESTOS (\$/AÑO)	\$ 6.946.873,00
--------------------	-----------------

Tabla 20 Valor anual de los impuestos.
Fuente: Área Contable de la cooperativa.

11.2 Tasa o rata del costo de llevar o mantener el inventario (r).

Continuando con el método se utilizan los datos anteriores para calcular la tasa r de mantenimiento. Este cálculo se realiza hallando la proporción de los costos asociados al inventario que mantiene la tienda, frente al valor promedio de los artículos mantenidos en inventario.

COSTO DE MANO DE OBRA (\$/AÑO)	\$ 38.501.545,10
COSTO DE ALMACENAMIENTO (\$/AÑO)	\$ 5.240.210,40
IMPUESTOS (\$/AÑO)	\$ 6.946.873,00
COSTOS TOTALES (\$/AÑO)	\$ 50.688.628,50
VALOR PROMEDIO DEL INVENTARIO (\$/AÑO)	\$ 193.346.914,59
TASA r (%/AÑO)	26,2%

Tabla 21 Tasa de mantenimiento r.
Fuente: Autores 2016.

11.3 Costos de ordenamiento:

Algunas de las ordenes no implican un gasto directo ya que los proveedores envían a sus asesores a visitar la tienda para tomar el pedido de lo que la tienda requiere, esta visita se realiza aproximadamente tres veces durante un mes, los demás pedidos se realizan por medio de un teléfono celular. El costo de ordenamiento se expone detalladamente en la siguiente tabla.

COSTO MENSUAL DE TELEFONÍA CELULAR	\$ 56.310,00
CANTIDAD DE MINUTOS CONSUMIDOS EN PROMEDIO/MES	800,00
COSTO/MINUTO	\$ 70,39
MINUTOS EMPLEADOS/ORDEN	14
COSTO DE REALIZAR UN PEDIDO	\$ 985,43

Tabla 22 Costo promedio de realizar un pedido.
Fuente: Autores 2016.

11.4 Costo de mantenimiento.

Para calcular el costo de mantenimiento del inventario se emplea la tasa de mantenimiento r hallada anteriormente, así como el costo unitario y el número de unidades que se mantuvieron en inventario durante un año, posteriormente se hace la conversión para determinar el costo de mantenimiento semanal, el cual será empleado más adelante para plantear las posibles políticas de control de cada uno de los ítems.

Código	Nombre del ítem	Costo unitario (\$/unid)	Número de unidades en el inventario (Unid/Año)	Tasa r (%/Año)	Costo de mantenimiento por ítem (\$/Año)	Costo de mantenimiento por ítem
000029	ACEITE URSA 15W40 A GRANEL	\$ 8.769,66	2474,00	26,2%	\$ 5.684.388,38	\$ 109.315,16
000044	MOBIL EXTRA 2T PINTA	\$ 7.099,50	2775,00	26,2%	\$ 5.161.691,48	\$ 99.263,30
000045	MOBIL EXTRA 2T 1/4	\$ 15.939,95	927,00	26,2%	\$ 3.871.399,42	\$ 74.449,99
000059	HAVOLINE 50 1/4	\$ 8.611,47	1138,00	26,2%	\$ 2.567.560,85	\$ 49.376,17
000062	ACEITE SAE50 SF/CC A GRANEL	\$ 4.557,77	2471,00	26,2%	\$ 2.950.710,34	\$ 56.744,43
000200	HELIX 20W50 A GRANEL	\$ 10.720,39	3457,00	26,2%	\$ 9.709.821,72	\$ 186.727,34
000257	TERPEL 2T 1/4	\$ 8.867,33	812,00	26,2%	\$ 1.886.470,90	\$ 36.278,29
000258	TERPEL 2T PINTA	\$ 4.986,97	2370,00	26,2%	\$ 3.096.610,70	\$ 59.550,21
000284	RIMULA 50 1/4	\$ 10.667,50	932,00	26,2%	\$ 2.604.832,82	\$ 50.092,94
000285	RIMULA 50 GAL.	\$ 38.127,09	340,00	26,2%	\$ 3.396.361,18	\$ 65.314,64
000359	MOBIL SUPER 20W40 1/4	\$ 12.500,00	2327,00	26,2%	\$ 7.620.925,00	\$ 146.556,25
000418	CASTROL TECTION A GRANEL	\$ 7.602,53	5056,00	26,2%	\$ 10.070.863,77	\$ 193.670,46
000419	CASTROL VISCUS A GRANEL	\$ 7.202,98	4733,00	26,2%	\$ 8.932.021,58	\$ 171.769,65
000428	CASTROL ACTEVO 4T 20W50	\$ 9.827,30	917,00	26,2%	\$ 2.361.048,13	\$ 45.404,77
000433	LLANTAS TRIANGLE 21575R17.5	\$ 320.176,99	90,00	26,2%	\$ 7.549.773,46	\$ 145.187,95
000440	LLANTAS TRIANGLE 205 70R15	\$ 165.421,44	122,00	26,2%	\$ 5.287.531,05	\$ 101.683,29
000503	LIQUIDO DE FRENOS PINTA	\$ 2.789,98	1732,00	26,2%	\$ 1.266.047,17	\$ 24.347,06
000516	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	\$ 207.152,29	328,00	26,2%	\$ 17.801.839,00	\$ 342.343,06

000517	ACEITE MOTOR JOHN DIEERE 15W40PLUS GRANEL	\$ 8.405,50	4689,00	26,2%	\$ 10.326.308,61	\$ 198.582,86
000531	ACEITE JESAN 2T	\$ 4.000,00	1898,00	26,2%	\$ 1.989.104,00	\$ 38.252,00
000538	ACEITE CRB TURBO 15W40 CASTROL	\$ 37.031,42	342,00	26,2%	\$ 3.318.163,47	\$ 63.810,84
000542	MOBIL SUPER 2000 10W30	\$ 71.281,50	100,00	26,2%	\$ 1.867.575,30	\$ 35.914,91
000548	ADITIVO SUPERKOTE	\$ 30.884,38	447,00	26,2%	\$ 3.616.993,39	\$ 69.557,57
000555	ACEITE BARRILITO 1/4	\$ 3.764,00	1973,00	26,2%	\$ 1.945.707,51	\$ 37.417,45
000608	MOTUL MEGAXLD A GRANEL	\$ 8.970,79	2577,00	26,2%	\$ 6.056.842,21	\$ 116.477,73
000623	MOBIL 20W50 GLS	\$ 64.822,75	127,00	26,2%	\$ 2.156.912,18	\$ 41.479,08
001013	LLANTA HANKOOK 235/75 R15	\$ 242.032,01	37,00	26,2%	\$ 2.346.258,30	\$ 45.120,35
001406	ACEITE SUPER OIL 2T	\$ 2.579,00	5328,00	26,2%	\$ 3.600.118,84	\$ 69.233,05
001500	LLANTA MAXXIS 205/70 R15	\$ 185.055,33	271,00	26,2%	\$ 13.139.298,40	\$ 252.678,82
001559	ACEITE PINTAS 2T MOBIL	\$ 5.623,56	1384,00	26,2%	\$ 2.039.147,58	\$ 39.214,38
001876	LLANTA PIRELLY CRONO 205/70 R15	\$ 235.633,55	75,00	26,2%	\$ 4.630.199,34	\$ 89.042,30
001920	ACEITE TERPEL CELERETY ANTI-HUMO 2T P	\$ 6.155,21	1947,00	26,2%	\$ 3.139.857,80	\$ 60.381,88
002036	RIMULA 15W40 A GRANEL	\$ 10.504,46	3288,00	26,2%	\$ 9.049.134,27	\$ 174.021,81
002083	ACEITE RIMULA 50 A GRANEL	\$ 9.056,73	5101,00	26,2%	\$ 12.103.977,45	\$ 232.768,80
002084	MOBIL 15W40 A GRANEL	\$ 8.656,83	2894,00	26,2%	\$ 6.563.847,28	\$ 126.227,83
002091	ACEITE TERPEL 2T BOLSA	\$ 2.304,46	3516,00	26,2%	\$ 2.122.852,84	\$ 40.824,09
TOTAL					\$ 191.832.195,71	\$ 3.689.080,69

Tabla 23 Costo de mantenimiento del inventario
Fuente: Autores 2016.

12. Propuestas de control de inventario.

Después de observar en la literatura los diferentes sistemas de control el método que más se ajusta a las características de la tienda de repuestos es el de revisión continua (s, Q), este sistema plantea que una vez el inventario efectivo sea igual o inferior al punto de re-orden (s) se realice un pedido de tamaño Q.

12.1 Metodología de aplicación.

Para aplicar el sistema primero se realiza un análisis de la información obtenida para posteriormente utilizarla en el cálculo de las variables que requiere el simulador utilizado para el desarrollo de esta sección (Solver Q System Simulator), como son los pronósticos, los costos de ordenamiento, costos de mantenimiento semanal, la tasa de mantenimiento r y el inventario inicial.

Con la ayuda de este simulador se plantea dos alternativas donde varía el nivel de servicio y el costo total promedio de mantenimiento de determinado ítem, con el fin de brindar información que sirva de apoyo para importantes decisiones a cargo del gerente puesto que un nivel de servicio cercano o igual al 100% implica altos costos, y minimizar los costos implica una mayor probabilidad de presentarse una venta potencial perdida.

Este simulador es un formato dinamico en Excel que busca optimizar el nivel de servicio, obteniendo el punto de reorden y el tamaño de lote mas adecuado, que lleven a disminuir significativamente el costo promedio total de mantener cada ítem en el inventario. Dicha herramienta viene como complemento del libro (KRAJEWSKI, 2008) y fue elegida por su practicidad y veracidad en los resultados obtenidos.

Se presentara esta herramienta al gerente y al administrador de la tienda, ademas se les suministrara un archivo en el cual se ve detalladamente el uso de este formato y como seguir haciendo uso de la información recopilada, actualizandola en los formatos elaborados en el desarrollo del trabajo para seguir pronosticando la demanda en tiempo real y asi dar una mejor respuesta ante un cambio abrupto en la demanda.

Código	Nombre del ítem	Inv ent	Nivel de servicio mínimo	Costo promedio de mantenimiento	Nivel de servicio máximo	Costo promedio de mantenimiento
000029	ACEITE URSA 15W40 A GRANEL	60	80%	\$ 1.570.867,78	100%	\$ 2.228.731,51
000044	MOBIL EXTRA 2T PINTA	99	81%	\$ 3.761.915,66	100%	\$ 9.194.213,93
000045	MOBIL EXTRA 2T 1/4	69	80%	\$ 1.161.690,29	100%	\$ 1.924.303,93
000059	HAVOLINE 50 1/4	40	80%	\$ 879.605,09	100%	\$ 2.233.569,17
000062	ACEITE SAE50 SF/CC A GRANEL	30	80%	\$ 961.420,74	100%	\$ 1.651.071,07
000200	HELIX 20W50 A GRANEL	50	80%	\$ 4.292.170,36	100%	\$ 9.424.049,69
000257	TERPEL 2T 1/4	25	80%	\$ 546.027,62	100%	\$ 708.401,84
000258	TERPEL 2T PINTA	44	80%	\$ 1.814.937,24	100%	\$ 4.823.683,36
000284	RIMULA 50 1/4	55	80%	\$ 796.248,93	100%	\$ 1.685.544,23
000285	RIMULA 50 GAL.	22	80%	\$ 336.380,84	100%	\$ 414.516,10
000359	MOBIL SUPER 20W40 1/4	75	80%	\$ 4.861.740,52	100%	\$ 8.592.347,85
000418	CASTROL TECTION A GRANEL	70	80%	\$ 6.048.341,81	100%	\$ 12.948.731,56
000419	CASTROL VISCUS A GRANEL	92	80%	\$ 4.248.026,67	100%	\$ 11.764.036,42
000428	CASTROL ACTEVO 4T 20W50	28	80%	\$ 468.780,02	100%	\$ 1.366.982,49
000433	LLANTAS TRIANGLE 21575R17,5	7	80%	\$ 210.660,84	100%	\$ 393.611,20
000440	LLANTAS TRIANGLE 205 70R15	14	93%	\$ 390.903,95	100%	\$ 525.004,54
000503	LIQUIDO DE FRENOS PINTA	34	80%	\$ 366.560,55	100%	\$ 1.010.796,42
000516	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	8	80%	\$ 1.167.824,49	100%	\$ 2.281.277,57
000517	ACEITE MOTOR JOHN DIEERE 15W40PLUS GRANEL	100	80%	\$ 10.432.132,92	100%	\$ 26.094.292,04

000531	ACEITE JESAN 2T	40	80%	\$ 779.714,30	100%	\$ 1.925.537,00
000538	ACEITE CRB TURBO 15W40		80%	\$ 453.898,49	100%	\$ 566.106,78
	CASTROL	25				
000542	MOBIL SUPER 2000 10W30	6	82%	\$ 66.548,77	100%	\$ 183.979,36
000548	ADITIVO SUPERKOTE	49	92%	\$ 1.357.726,09	100%	\$ 1.498.973,22
000555	ACEITE BARRILITO 1/4	86	80%	\$ 1.022.124,24	100%	\$ 2.220.523,64
000608	MOTUL MEGAXLD A GRANEL	45	80%	\$ 2.831.468,57	100%	\$ 4.471.773,85
000623	MOBIL 20W50 GLS	3	80%	\$ 61.394,32	100%	\$ 204.681,88
001013	LLANTA HANKOOK 235/75 R15	6	80%	\$ 58.453,66	100%	\$ 157.815,96
001406	ACEITE SUPER OIL 2T	140	80%	\$ 4.372.231,79	100%	\$ 8.759.999,09
001500	LLANTA MAXXIS 205/70 R15	30	86%	\$ 2.832.316,39	97%	\$ 3.238.268,65
001559	ACEITE PINTAS 2T MOBIL	68	88%	\$ 1.050.564,57	100%	\$ 1.944.186,73
001876	LLANTA PIRELLY CRONO 205/70		80%	\$ 34.107,80	100%	\$ 116.200,08
	R15	1				
001920	ACEITE TERPEL CELERETY ANTI-					
	HUMO 2T P	120	80%	\$ 3.171.256,52	100%	\$ 5.951.410,63
002036	RIMULA 15W40 A GRANEL	172	80%	\$ 6.945.950,02	100%	\$ 10.431.442,64
002083	ACEITE RIMULA 50 A GRANEL	67	80%	\$ 7.501.972,96	100%	\$ 14.114.727,04
002084	MOBIL 15W40 A GRANEL	35	80%	\$ 2.957.390,85	100%	\$ 7.654.726,07
002091	ACEITE TERPEL 2T BOLSA	86	80%	\$ 1.739.144,84	100%	\$ 4.387.456,22
TOTAL				\$ 81.552.500,51		\$ 167.092.973,80

Tabla 24 Ítems con su respectivo inventario inicial y el costo total promedio de llevar el inventario con dos alternativas distintas.

Fuente: Autores 2016

Costo de mantenimiento actual (\$)	\$ 191.832.195,71
Costo de mantenimiento propuesto nivel 80% (\$)	\$ 81.552.500,51
Costo de mantenimiento propuesto nivel 100% (\$)	\$ 167.092.973,80

Tabla 25 Comparación costo mantenimiento actual y costo de propuestas planteadas
Fuente: Autores 2016

En la anterior tabla se ve claramente que el costo de mantenimiento del inventario actual es mucho más alto sin tener plena claridad del nivel de servicio ofrecido a los clientes. En las dos filas siguientes se observan los costos obtenidos al realizar la simulación bajo los dos escenarios planteados para el nivel de servicio.

13. CONCLUSIONES

En la búsqueda de un modelo de inventarios que permitiera brindar una buena cobertura a la demanda que presentan los ítems más significativos para la estación de servicio, y a su vez permitieran una disminución de los costos promedios asociados a llevar el inventario y mejorar la rotación de este, como resultado es posible concluir en los siguientes aspectos:

- En la caracterización de la situación actual de la tienda, se pudo evidenciar fácilmente que existía un exceso de inventario a pesar de utilizar el software CG1, debido a que los tamaños de lote y la frecuencia de pedido eran escogidos empíricamente basándose en especulaciones del administrador, esto con el fin de tener niveles de inventario altos desconociendo el nivel de servicio ofrecido toda esta problemática se ve reflejada en la baja rotación de los inventarios y en los costos totales.
- La clasificación ABC multi-criterio fue realizada con el objetivo de determinar los ítems que por su inventario promedio al costo, consumo al costo, rotación del inventario y criticidad; impactan de manera importante al inventario, se logró establecer 36 ítems como los más importantes para la tienda (ver tabla 14) de los cuales seis (6) pertenecen a la familia llantas y neumáticos y los demás a la familia de aceites y lubricantes. Esta clasificación es de suma importancia, porque considera varios aspectos tratando de cubrir el mayor número de parámetros posibles que se puedan considerar en este caso de estudio.
- En el momento de analizar la demanda de los ítems clase A se reflejó que gran parte de los productos presento una tendencia perpetua o con tendencias crecientes y decrecientes, y otra parte considerable de los ítems presento un patrón de demanda errática para la primera parte de la clasificación se utilizó el método de pronósticos de suavización exponencial simple y doble para luego comparar y escoger el que menor E.C.M presentara, y para la parte que presenta un patrón errático se eligió el método de Croston en concordancia con la literatura analizada.
- De acuerdo con la información recolectada se estableció para la tienda un lead time de 1 y 2 semanas, se les asigno una probabilidad del 60% y 40% respectivamente; con ayuda del solver Q System de Excel se logró establecer dos alternativas para ser presentadas al gerente de la tienda en la primera alternativa se busca obtener los costos promedios totales más bajos garantizando un nivel de servicio que se encontrara entre el 80% y el 100%, y la segunda alternativa en la cual se buscan unos costos totales bajos pero con un nivel de servicio del 100%, se recomienda escoger la segunda alternativa para

los productos que presentan una mayor demanda y presentan unos patrones perpetuos, en el caso de los ítems que presentan patrones erráticos y su demanda es mínima en este caso se recomienda la primera alternativa, debido a la flexibilidad que pueden presentar los clientes ya que la tienda pertenece a una cooperativa de transportadores y se les brinda unos precios de venta muy bajos, esto provoca que los clientes prefieran demandar los productos aunque tengan que esperar por ellos un poco más.

- Los costos actuales de mantener el inventario para los 36 ítems clase A es de \$191.832.195,71 sin considerar aspectos como el tamaño óptimo de lote, el punto de re orden y el nivel de servicio siendo estos factores de gran impacto a la hora de llevar un inventario; como resultado de modelar los posibles escenarios para la política de inventarios se obtuvo un costo total de mantenimiento que se disminuye cerca del 13% en uno de los escenarios modelados, y a su vez garantiza un nivel de servicio cercano al 100%.
- Se pide al administrador seguir digitando la demanda semanal en los archivos de Excel que se realizaron durante el desarrollo del tercer objetivo, y así continuar analizando la demanda y poder dar respuesta a variaciones considerables en la demanda que se puedan producir en el futuro, para lograr de esta manera estar optimizando los puntos de re orden y los tamaños de lotes viéndose reflejado todo esto en unos costos promedio más bajos y la rotación del inventario será mucho más alta.

14. ANEXOS

Anexo 1. Clasificación ABC múltiple-criterio.

CÓDIGO	NOMBRE ÍTEM	VENTAS		IMPACTO EN LOS BENEFICIOS		VOLUMEN DE VENTAS		CÓDIGO SELECTIVO	
000029	ACEITE URSA 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000044	MOBIL EXTRA 2T PINTA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000059	HAVOLINE 50 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000200	HELIX 20W50 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000257	TERPEL 2T 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000258	TERPEL 2T PINTA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000359	MOBIL SUPER 20W40 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000418	CASTROL TECTION A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000419	CASTROL VISCUS A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000517	ACEITE MOTOR JOHN DIEERE 15W40PLUS GRANE	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000531	ACEITE JESAN 2T	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000555	ACEITE BARRILITO 1/4	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000608	MOTUL MEGAXLD A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001406	ACEITE SUPER OIL 2T	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001559	ACEITE PINTAS 2T MOBIL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
001920	ACEITE TERPEL CELERETY ANTI-HUMO 2T P	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002036	RIMULA 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002083	ACEITE RIMULA 50 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002084	MOBIL 15W40 A GRANEL	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
002091	ACEITE TERPEL 2T BOLSA	65,237%	A	65,529%	A	65,351%	A	196,117%	A
000062	ACEITE SAE50 SF/CC A GRANEL	24,933%	B	65,529%	A	65,351%	A	155,813%	A
000503	LIQUIDO DE FRENOS PINTA	24,933%	B	65,529%	A	65,351%	A	155,813%	A
000045	MOBIL EXTRA 2T 1/4	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A

000284	RIMULA 50 1/4	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000285	RIMULA 50 GAL.	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000428	CASTROL ACTEVO 4T 20W50	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000516	LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000538	ACEITE CRB TURBO 15W40 CASTROL	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000548	ADITIVO SUPERKOTE	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
001500	LLANTA MAXXIS 205/70 R15	65,237%	A	65,529%	A	24,766%	B	155,532%	A
000433	LLANTAS TRIANGLE 21575R17.5	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000440	LLANTAS TRIANGLE 205 70R15	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000542	MOBIEL SUPER 2000 10W30	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000623	MOBIL 20W50 GLS	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
001013	LLANTA HANKOOK 235/75 R15	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
001876	LLANTA PIRELLY CRONO 205/70	65,237%	A	65,529%	A	9,883%	C	140,649%	A
000064	HAVOLINE 50 GALON	24,933%	B	65,529%	A	24,766%	B	115,228%	B
000078	MOBIL HD 1/4	24,933%	B	65,529%	A	24,766%	B	115,228%	B
000136	SUPERMOTO 1/4	24,933%	B	65,529%	A	24,766%	B	115,228%	B
000198	ACEITE DE CAJA SPIRAX 85140 A GRANEL	24,933%	B	65,529%	A	24,766%	B	115,228%	B
000456	NEUMATICO 300 X 18	24,933%	B	65,529%	A	24,766%	B	115,228%	B
000197	ESPIRA 80W90 A GRANEL	65,237%	A	24,477%	B	24,766%	B	114,480%	B
000610	HIDRAULICO 68 GARRAFA	24,933%	B	65,529%	A	9,883%	C	100,345%	B
000581	LLANTA 195 R14 HANKOOK	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
001175	LLANTA HANKOOK 225/75 R16	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
001209	LLANTAS MICHELIN 205-70 R15	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
001216	LLANTA TIGERS 175/70 R13	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
001555	LLANTA MAXXIS 225/75 R16 10PR	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
001623	LLANTA HANKOOK 215/75 R15	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B

001856	LLANTAS MAXXIS 12 R22,5	65,237%	A	24,477%	B	9,883%	C	99,597%	B
000013	ADITIVO FREEZONE 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000060	ACEITE ADVANCE SX2	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000127	SUPERMOTO PINTA	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000135	SPIRAX 80W90 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000242	HIDRAULICO 10 W 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000370	VALVULINA 140 CHUPO	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000393	HIDRAULULICO CHUPO 68	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000441	LUBRICANTE PENETRANTE CRC	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000495	HELIX 50 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000513	ACEITE ADVANCE 4T 20W-50 A GRANEL	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000591	MOBIL 20W50 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000710	TERPEL TEREX 20W40 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000775	ACEITE HELIX 10W40 LITRO	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001069	ADITIVO DIESEL ABRO	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001084	GR OKS 400 MOLYTEC	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001177	MOBIL 15W-40 EN 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001486	ACEITE CELERITY 4T	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001487	ACEITE POWER FULL 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001512	ACEITE MOTOR 50 EN GALON	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001558	ACEITE ADVANCE 4T	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001567	ACEITE MOBIL SUPER OIL 2T EN 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001571	ACEITE TERGAS 50 EN 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
001919	ACEITE TERPEL CELERITY ANTI-HUMO 2T 1/4	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
002117	ACEITE MOTUL 3000 4T	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C

002119	ADITIVO ROCKET	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
002170	ACEITE DIESES NUMERO 50 COEXITO	24,933%	B	24,477%	B	24,766%	B	74,176%	C
000011	ACEITE MOTUL 5100 15W50	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000012	ACEITE SUPERMOTO 2T	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000050	GR SHELL GADUS V220C2	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000074	MOBIL HD GAL	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000081	MOBIL 1300 GALON	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000108	HELIX 20W50 GAL.	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000132	HELIX 20W50 1/4	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000226	SPIRAX 140 1/4	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000347	HIDRAULICO CIR 68 GARRAFA	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000385	ADITIVO FREEZETONE GLN	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000409	GRASA CUNETE AMARILLA	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000430	LLANTAS MAXI 20575 R16 10PR	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000466	RIMULA 15W40 GALON	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000498	HELIX 50 GLN	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000877	URSA 50 GLN	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000972	HIDRAULICO ISO 68 GLN	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
001178	MOBIL 15W40 GALON	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
001482	LLANTAS TIGER 165 70 R 13	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
001906	LLANTAS FIRESTONE 295 - 80 R 22.5 CT	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002040	LLANTA MOTO DURO 400 X 8	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002059	LLANTA MAXISS 215/75 R16	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002094	LLANTA MAXXIS 195/75 R16	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002096	LLANTA HANKOOK 215/70 R15	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002124	REFRIGERANTE TEXACO 1/4	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C

002135	HAVOLINE 20W50 GAS GALONES	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002148	ACEITE TERPEL MAXTER 14W40	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002162	LLANTA HANKOOK 255/70 R16	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002171	ACEITE DIESEL 50 GALON COEXITO	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
002173	ACEITE JHONDEER 15W40 GALON	24,933%	B	24,477%	B	9,883%	C	59,293%	C
000422	CASTROL 2T EN 1/4	9,831%	C	24,477%	B	24,766%	B	59,074%	C
000455	NEUMATICO 250 X 17	9,831%	C	24,477%	B	24,766%	B	59,074%	C
000504	LIQUIDO DE FRENOS 1/4	9,831%	C	24,477%	B	24,766%	B	59,074%	C
000523	GR SPECIAL COPAS 3	9,831%	C	24,477%	B	24,766%	B	59,074%	C
001565	ACEITE TERPEL HIDRAULICO ISO 68 1/4	9,831%	C	24,477%	B	24,766%	B	59,074%	C
000003	LLANTA HANKOOK 185-60 R14	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
000396	LLANTA 235 RIN 16 BRIDGESTONE	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
001187	LLANTA MONTANA R15	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
001514	ACEITE HIDRAULICO 68 GLN	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
001974	LLANTA MICHELIN 195/70 R15	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
002085	LLANTA HANKOK 215-75 R 17.5	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
002093	LLANTA REGIONAL R 17.5	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
002139	LLANTAS PIRELLI CHRONO 205 75 R16	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
002183	LLANTA 750-16	24,933%	B	9,993%	C	9,883%	C	44,809%	C
000049	COEXITO 80W90 EN 1/4	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000052	AC COEXITO 140 EN 1/4	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000055	ACEITE COEXITO SAE 50 CUARTOS	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000243	GR BRIO FORZA-EP2	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000416	CASTROL SINT PINTAS	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	V	44,590%	C
000518	ADITIVO DISSEL ISIN	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C

000534	ADITIVO LIMPIADOR DE INYECTORES	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000579	LIQUIDO PARA FRENO DOT 3 240 CC CAJA	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000592	HAVOLINE URSA 50 1/4	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
002140	ADITIVO CAJA Y TRASMISION	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
002158	ACEITE RACER 4T PINTA	9,831%	C	9,993%	C	24,766%	B	44,590%	C
000268	NEUMATICO TR13	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
000378	HAVOLINE 20W50 1/4	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
000421	CASTROL SINT EN 1/4	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
000444	NEUMATICO 195/205 R15-KR15	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
000550	GR SPECIAL 5LB	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
001998	CASTROL TECTION A GRANEL	9,831%	C	24,477%	B	9,883%	C	44,191%	C
000026	CASTROL SPORTEC CUARTOS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000035	COEXITO SAE-50 GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000043	COEXITO 20W50 EN 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000046	COEXITO 20W50 EN GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000057	GRASA SPECIAL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000058	ACEITE HIDRAULICO AW ISSO 68-5 GA	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000080	MOBIL 1300 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000115	LLANTA 225 / 70 R15 8PR HANKOOK	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000133	SHELL ADVANCE 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000210	ACEITE MOBIL SUPER 2000 10W30 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000234	CASTROL SUPER TT 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000260	TERPEL HD 50 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000265	RIMULA 50 GRF.	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

000303	CASTROL SINTETICO PINTAS 2T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000320	HAVOLINE 40 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000321	YAMALUBE 2T 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000325	HAVOLINE 40 GAL.	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000330	NEUMATICO KR14-TR13	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000363	CASTROL SUPER HD40 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000368	LLANTA 195/60 R13 RADIAL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000388	LLANTA HANKOOK 195/75 R16	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000392	ACEITE OILTEC 20W50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000394	ACEITE OILTEC 20W50 GALONES	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000414	NEUMATICO DE MOTO 450X8	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000417	CASTROL 2T PINTAS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000427	CASTROL GTX 20W50 EN 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000431	LLANTAS MAXXIS 225/70 R15C	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000435	ACEITE MOTUL 10W30	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000458	NEUMATICO 3.00/3.25-18	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000459	NEUMATICO 300 X 21	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000460	LLANTA EXTRA STEEL 215/70 R15	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000465	RIMULA 15W40 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000467	VALVULINA GARRAFA 140	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000468	VALVULINA 140 GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000478	CASTROL TECTIUN 15W40 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000482	NEUMATICO 195/205 R16-GR 16 V.L	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000484	ADITIVO PARA GASOLINA	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000490	LLANTA HANKOOK 225/60 R17	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000502	SHELL ADVANCE PINTA	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000512	LLANTAS UNIDAS 165/65 R13	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

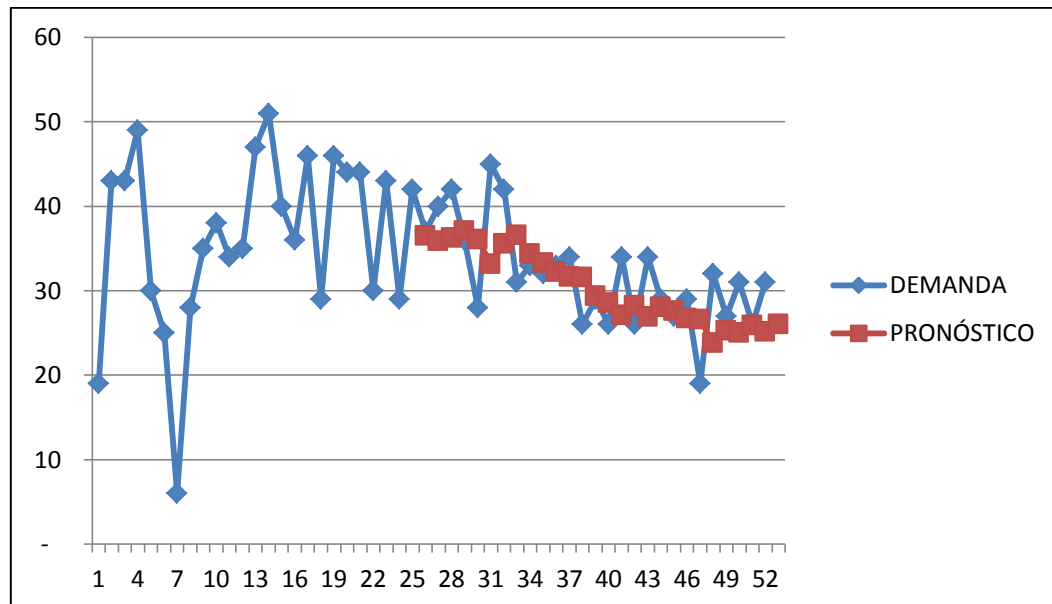
000514	VEUMATICO DE MOTO 450-12	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000515	NEUMATICO DE MOTO 400-17M	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000536	HAVOLINE 20W50 GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000540	ACEITE MAXTER GRUESO 25W50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000541	ACEITE TERPEL MAXTER 25W50 GRUESO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000549	VALVULINA 250 GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000552	ACEITE MOTUL SCOOTER 2T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000593	HAVOLINE GALON 10W30	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000594	HAVOLINE 1/4 10W30	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000597	NEUMATICO 300*14	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000598	NEUMATICO RM 750 X 16	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000601	NEOMATICO PROTECTOR L 16	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000602	NEOMATICO PROTECTOR R 20	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000624	ADITIVO MEJORADOR DE OCTANAJE	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000648	NEUMATICO 400X 8	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000649	NEUMATICO 700X15 V.L	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000662	LIQUIDO FRENO DOT 5	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000663	LIQUIDO FRENO DOT4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000686	SPIRAX 80W90 GLNS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000687	SPIRAX 140 GLNS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000750	ACEITE DE TRANSMISION 85W140	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000755	NEUMATICO 400 X 18	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000759	ADITIVO MOTOS MOTORKOTE	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000793	URSA SUPER 15W40 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000827	YAMALUBE 4T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
000998	TERPEL MAXTER 50 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

001002	TERPEL MAXTER 50 GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001011	LLANTA HANKOOK 215/75 R14	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001027	HAVOLINE URSA 15W40 GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001028	CHEVRON 20W50 1/4	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001029	CHEVRON 20W50 GLNS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001141	GR POWER GUADANAS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001381	HELIX 25W60 GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001403	ADITIVO PETROLABS OCTANAJE	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001484	LLANTAS WRANGLER 205/75 R15	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001493	LLANTA SAICUM 215/75 R16	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001529	NEUMATICO KR15 V.C	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001553	LLANTA MICHELIN 175 - 70 R 13	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001566	ACEITE TERGAS GALON 50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001569	ACEITE PETROBRAS MG1-50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001570	ACEITE PETROBRAS MG 1 50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001606	LLANTA KENDA MOTO 3.000*18	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001607	LLANTA MOTO 250 X 18	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001608	LLANTA KENDA 250X17 LAGARTO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001611	LLANTA WANDA MOTO 250-17	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001676	LLANTA HANKOOK 185/70 R14	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001848	CASTROL ACTEVO X-TRA 4T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001963	NEUMATICO 195/205 R14	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
001997	CASTROL VISCUS A GRANEL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002021	NEUMATICO 410 X 17	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002041	LLANTA MOTO 400 X 8	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002062	ACEITE GULF MAX 50 SF/CF 1/4 1X18	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002115	MOTUL MEGA X 15W40 EN GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

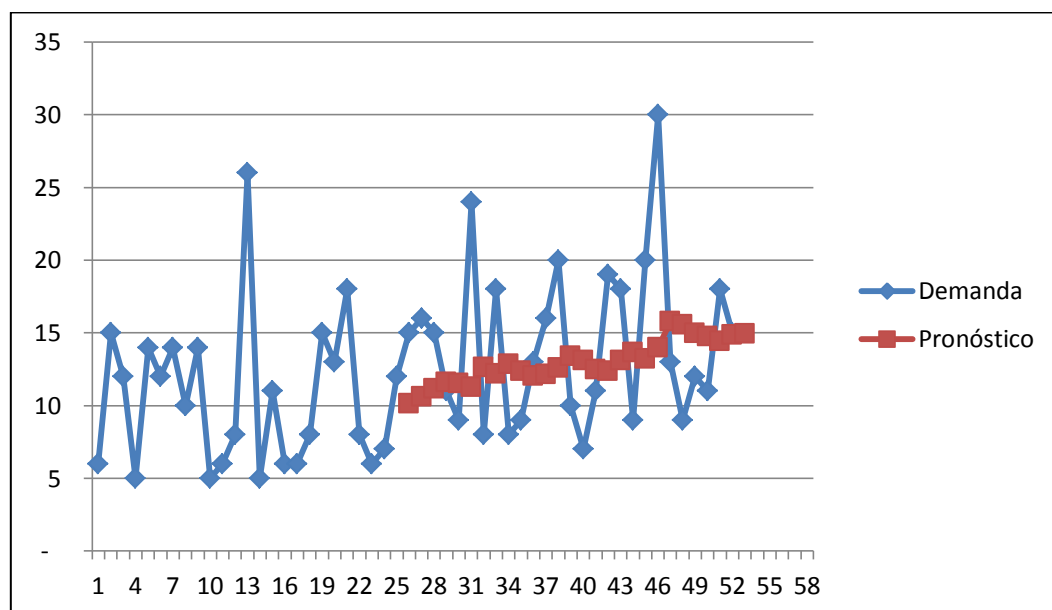
002118	ACEITE MOTUL 15 W 40 1 LITRO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002123	MOTUL 510 2T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002125	REFRIGENTE TEXACO GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002134	HAVOLINE 20W50 A GAS CTO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002144	ACEITE VISCUS 25W60	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002150	ACEITE SHELL ADVANCE 4T	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002155	ELEVADOR DE OCTANAGE ADITIVO ESPECIAL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002163	LLANTA DE MOTO 275-17	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002164	LLANTA DE MOTO 275-18 LAGARTO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002172	ACEITE COEXITO 5W30 GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002174	ACEITE JHONDEER 15W40 CTOS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002175	ACEITE 5W30 CTOS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002180	ACEITE TERPEL PARA DIESEL 50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002181	ACEITE CASTROL GTX 20W50 GALON	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002182	CASTROL HD50 GLN	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002202	LLANTA PARA MOTO 275-17 KENDA	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002203	LLANTA PARA MOTO 275-17	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002206	LLANTA PARA MOTO 9090R17 KENDO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002209	LLANTA 909018 K761	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002211	ACEITE HELIX OBSEQUIO	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002212	ACEITE CASTROL 50 CUARTOS	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002213	GRASA TOTAL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002214	NEUMATICO PARA TRACTOR	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

002215	ACEITE 4T AKRON 20W50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002216	ACEITE 15W40 MINITAMBOR	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002221	ACEITE HIDRAULICO BEG	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002222	ACEITE HIDRAULICO BEG	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002223	GRASA LITIO AZUL	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C
002224	ACEITE MOTOR NAVITRANS 15W50	9,831%	C	9,993%	C	9,883%	C	29,707%	C

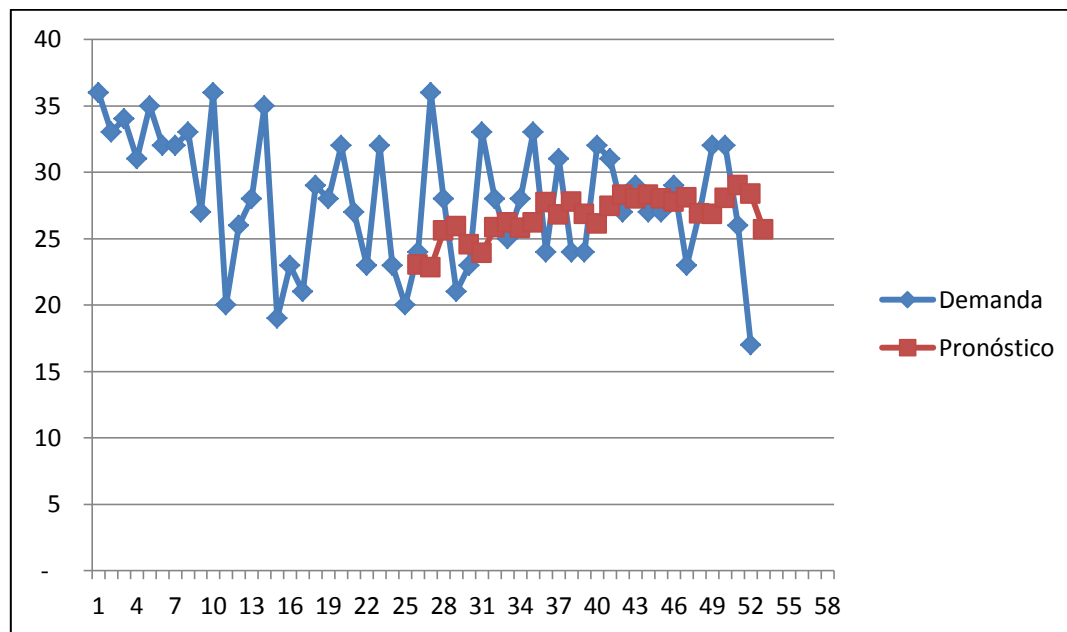
Anexo 2. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 44 MOBIL EXTRA 2T PINTA.



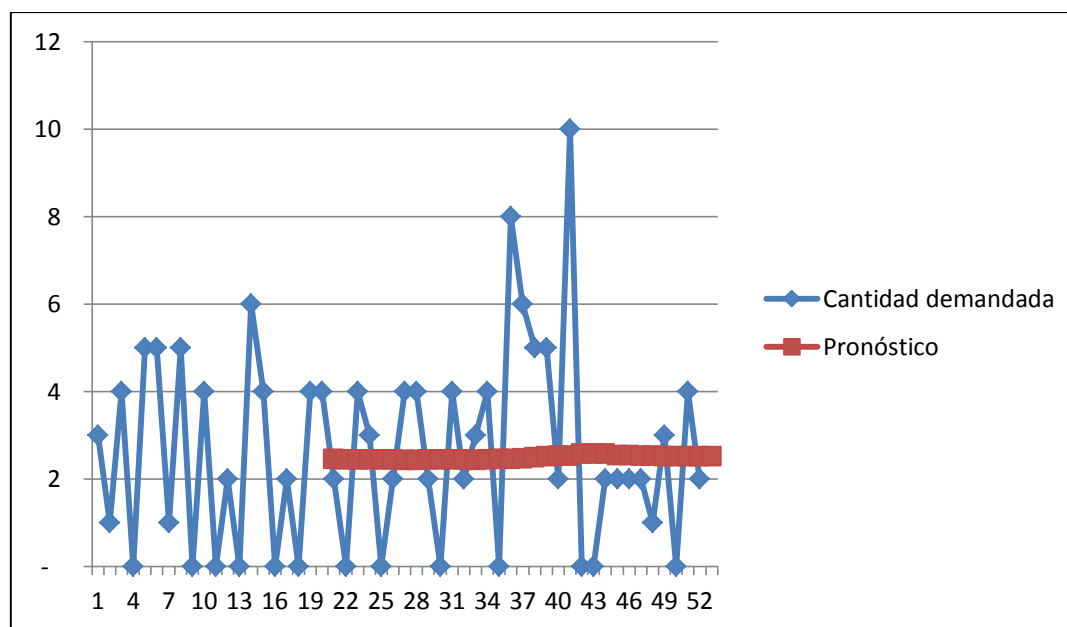
Anexo 3. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 62 ACEITE SAE 50 SF/CC A GRANEL.



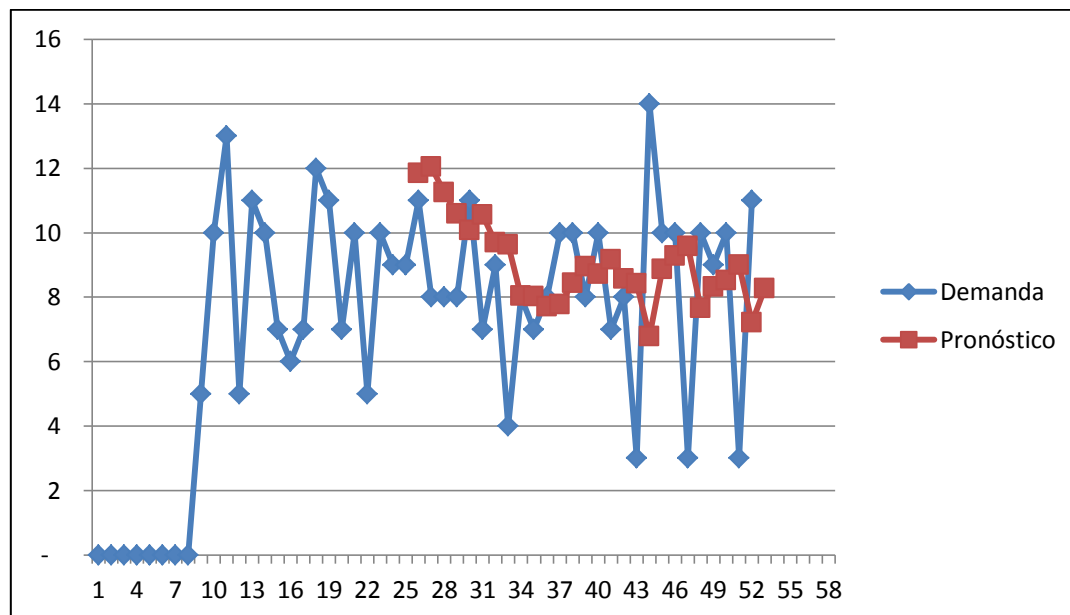
Anexo 4. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 258 TERPEL 2T PINTA.



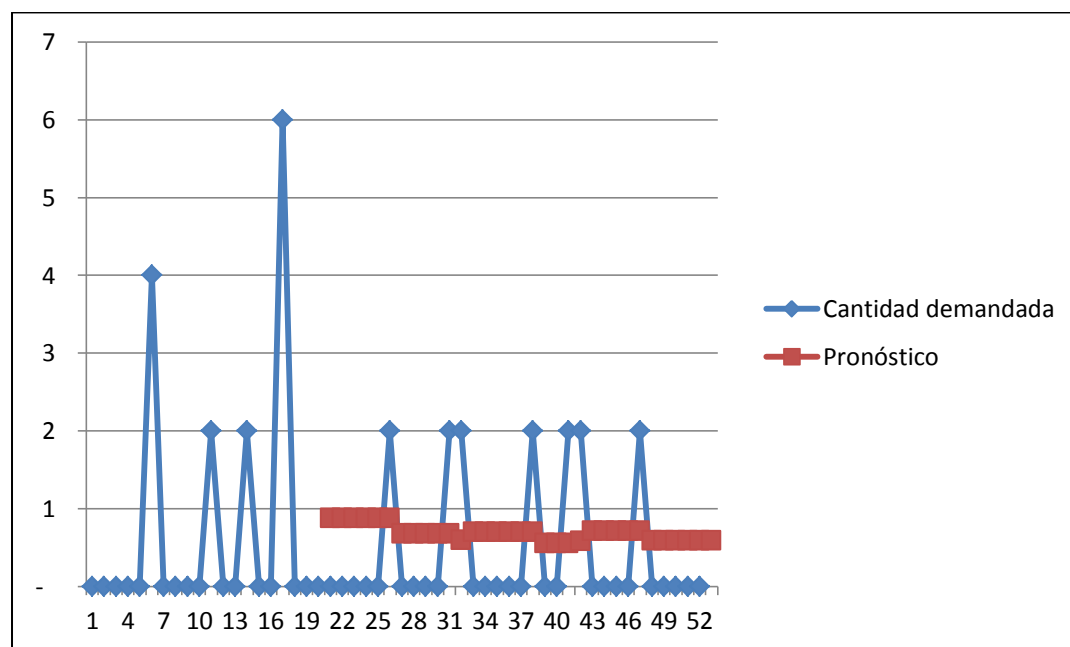
Anexo 5. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 285 RIMULA 50 GALON.



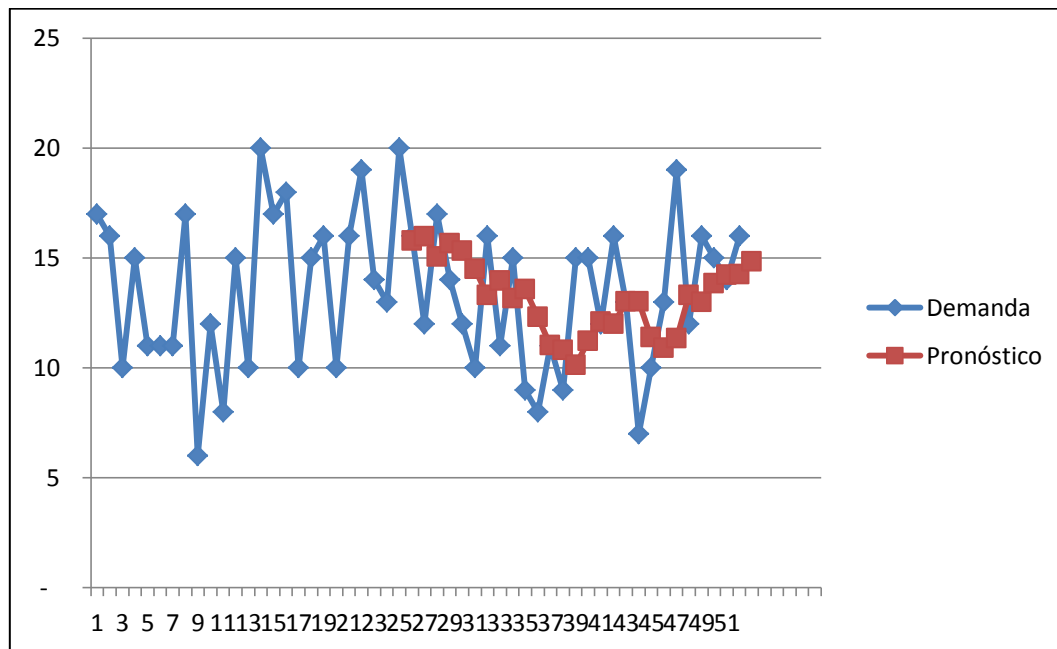
**Anexo 6. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 428
CASTROL ACTEVO 4T 20W50 ¼.**



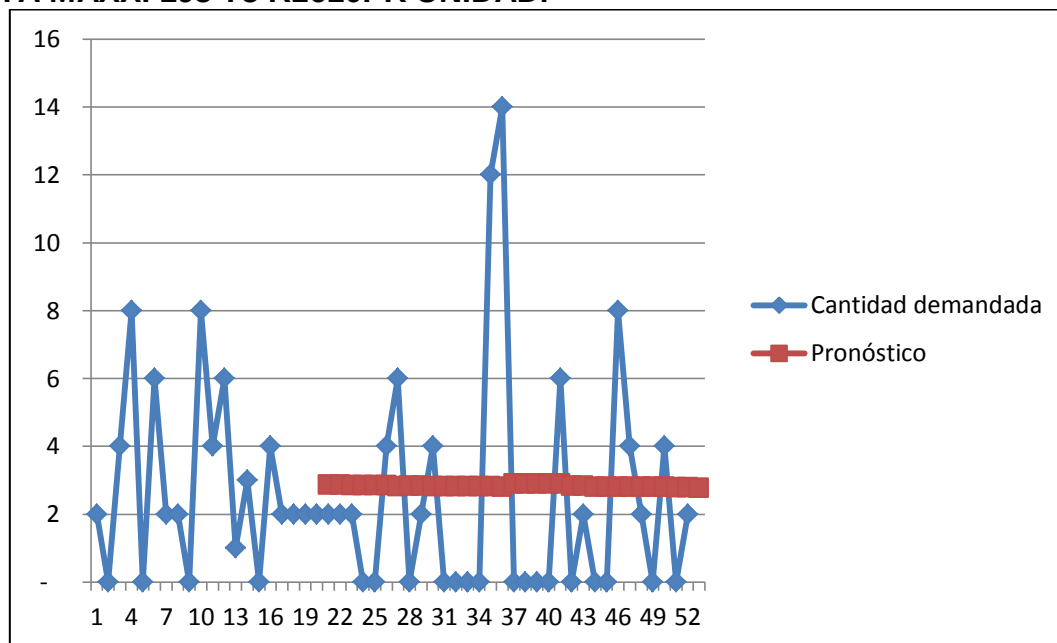
**Anexo 7. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 433
LLANTA TRIANGLE 21575R17.5 UNIDAD.**



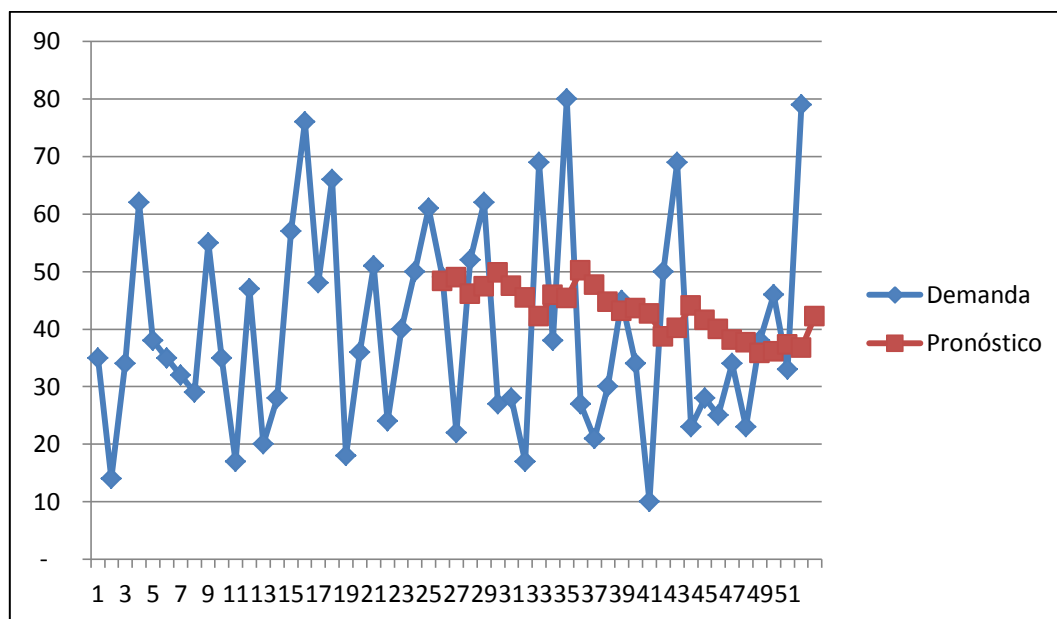
Anexo 8. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 503 LIQUIDO DE FRENOS PINTA.



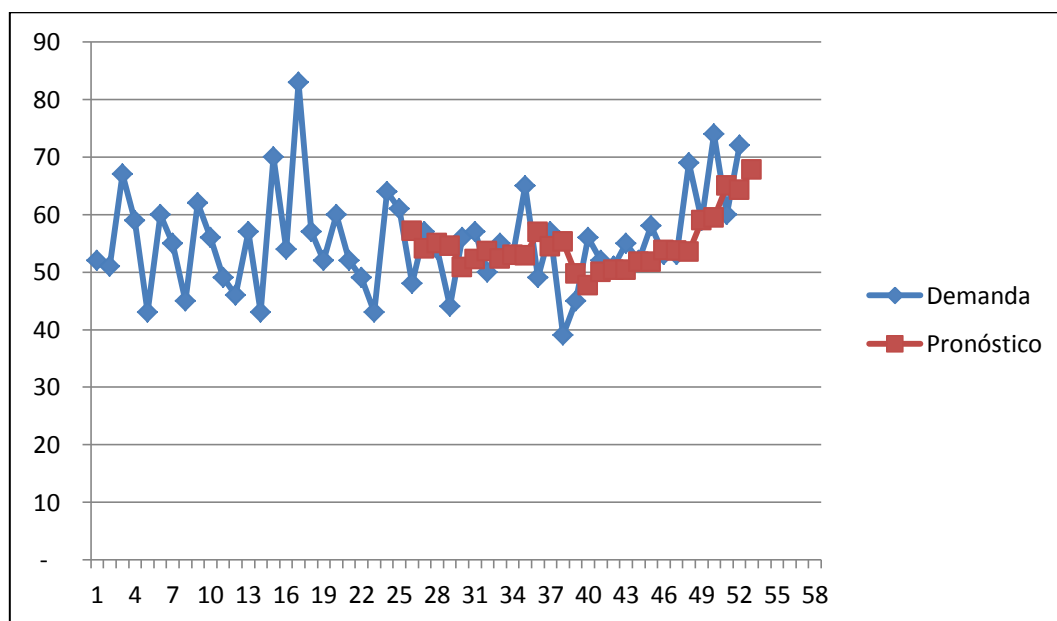
Anexo 9. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 516 LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR UNIDAD.



**Anexo 10. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 517
ACEITE MOTOR JOHN DIERE 15W40 PLUS A GRANEL.**



**Anexo 11. Demanda en tiempo real y pronósticos de demanda para ítem 1406
ACEITE SUPER OIL 2T.**



Anexo 12. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 44 MOBIL EXTRA 2T PINTA.

Nivel de servicio	81%		ctos prom tot	\$3.761.915,66
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 99.263,30			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	83			
Reorder Point	13			
Beginning Inventory	99			

Anexo 13. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 44 MOBIL EXTRA 2T PINTA.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$9.194.213,93
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 99.263,30	costo de mantener		
Order Cost (\$/order)	\$ 985	costo de orden		
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -	costo de faltante		
Order Size	128			
Reorder Point	58			
Beginning Inventory	99			

Anexo 14. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 62 ACEITE SAE 50 SF/CC A GRANEL.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$961.420,74
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 56.744,4			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	41			
Reorder Point	0			
Beginning Inventory	30			

Anexo 15. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 62 ACEITE SAE 50 SF/CC A GRANEL.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$1.651.071,07
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 56.744,4			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	46			
Reorder Point	49			
Beginning Inventory	30			

Anexo 16. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 258 TERPEL 2T PINTA.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$1.814.937,24
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 59.550,21			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	75			
Reorder Point	60			
Beginning Inventory	44			

Anexo 17. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 258 TERPEL 2T PINTA.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$4.823.683,36
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 59.550,21			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	120			
Reorder Point	50			
Beginning Inventory	44			

Anexo 18. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 285 RIMULA 50 GALON.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$336.380,84
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 65.314,64			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	6			
Reorder Point	0			
Beginning Inventory	22			

Anexo 19. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 285 RIMULA 50 GALON.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$414.516,10
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 65.314,64			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	7			
Reorder Point	4			
Beginning Inventory	22			

Anexo 20. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 428 CASTROL ACTEVO 4T 20W50 ¼.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$468.780,02
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 45.404,77			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	24			
Reorder Point	15			
Beginning Inventory	28			

Anexo 21. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 428 CASTROL ACTEVO 4T 20W50 ¼.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$1.366.982,49
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 45.404,77			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	38			
Reorder Point	24			
Beginning Inventory	28			

Anexo 22. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 433 LLANTA TRIANGLE 21575R17.5 UNIDAD.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$210.660,84
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 145.188,0			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	2			
Reorder Point	0			
Beginning Inventory	7			

Anexo 23. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 433 LLANTA TRIANGLE 21575R17.5 UNIDAD.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$393.611,20
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 145.188,0			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	3			
Reorder Point	2			
Beginning Inventory	7			

Anexo 24. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 503 LIQUIDO DE FRENOS PINTA.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$366.560,55
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 24.347,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	35			
Reorder Point	30			
Beginning Inventory	34			

Anexo 25. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 503 LIQUIDO DE FRENOS PINTA.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$1.010.796,42
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 24.347,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	72			
Reorder Point	17			
Beginning Inventory	34			

Anexo 26. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 516 LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR UNIDAD.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$1.167.824,49
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 342.343,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	8			
Reorder Point	7			
Beginning Inventory	8			

Anexo 25. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 516 LLANTA MAXXI 195-75 R1610PR UNIDAD.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$2.281.277,57
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 342.343,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	10			
Reorder Point	6			
Beginning Inventory	8			

Anexo 26. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 517 ACEITE MOTOR JOHN DIERE 15W40 PLUS A GRANEL.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$10.432.132,92
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 198.582,9			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	120			
Reorder Point	60			
Beginning Inventory	100			

Anexo 27. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 517 ACEITE MOTOR JOHN DIERE 15W40 PLUS A GRANEL.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$26.094.292,04
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 198.582,9			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	188			
Reorder Point	90			
Beginning Inventory	100			

Anexo 28. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 80% y el menor costo total promedio para ítem 1406 ACEITE SUPER OIL 2T.

Nivel de servicio	80%		ctos prom tot	\$4.372.231,79
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 69.233,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	145			
Reorder Point	100			
Beginning Inventory	140			

Anexo 29. Alternativa de inventarios con un nivel de servicio mínimo del 100% y el menor costo total promedio para ítem 1406 ACEITE SUPER OIL 2T.

Nivel de servicio	100%		ctos prom tot	\$8.759.999,09
Holding Cost (\$/unit/period)	\$ 69.233,1			
Order Cost (\$/order)	\$ 985			
Stockout Cost (\$/unit)	\$ -			
Order Size	198			
Reorder Point	100			
Beginning Inventory	140			

15. BIBLIOGRAFÍA.

- Acero Giraldo, C. &. (2010). *ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE EMPAQUE: CASO DISTRIBUIDORA SURTIR S.A.S. ENVIGADO: ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA*.
- Arango, M. D. (2010). "Distribución de commodities, usando medios alternativos de transporte. Caso Colombia pymes planificadoras". DYNA.
- Balabu, M. V. (2006). *MOODELO DE GESTION PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE INVENTARIO DE COMPRAS Y SUMINISTROS EN LA U.S.B*. Venezuela: Universidad Simon Bolivar.
- Ballou, R. (1999). *Business Logistics Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain*, 4ª Edición. New Jersey.
- Ballou, R. H. (2004). Logística Administración de la cadena de suministro Quinta edicion. En R. H. Ballou, *Logística Administración de la cadena de suministro Quinta edicion* (pág. 339). Mexico, D.F.: Pearson education.
- Berling, P. (2008). Holding cost determination: An activity-based cost approach.
- Castellanos Colindres, J. L. (2014). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA VENTA DE LUBRICANTES*. Guatemala: UNIVERSIDAD PANAMERICANA.
- Chapman, S. N. (2006). PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN. En S. N. Chapman, *PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN* (pág. 103). MEXICO: PEARSON EDUCATION.
- Croston, J. (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands.
- Durán, Y. (2012). *Administración del inventario: elemento clave para la optimización*.
- Eaves y Kingsman. (2002). Forecasting for the Ordering and StockHolding. En A. C. Kingsman, *Forecasting for the Ordering and StockHolding* (pág. 131). Lancaster.
- Flores, B. E. (1992). MANAGEMENT OF MULTICRITERIA INVENTORY CLASSIFICATION.
- Garcia Vivas, J. A. (2014). *MODELO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE PELLAS EN PLANTA DE PELLAS DE SIDOR*. Puerto Ordaz: UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO.

- Goldratt, E. M. (2004). *LA META*. North River Press.
- González torrado, D. S. (2010). *DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA LA EMPRESA IMPORTADORA DE VINOS Y LICORES GLOBAL WINE AND SPIRITS LTDA*. BOGOTÁ D.C.: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Hillier, F. S. (2010). INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Novena edicion. En G. J. Frederick S. Hillier, *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Novena edicion* (pág. 772). México, D.F.: MCGRAW-HILL.
- KRAJEWSKI, L. J. (2008). Administración de operaciones. Octava edición. En L. KRAJEWSKI, L. RITZMAN, & M. MALHOTRA.
- Londoño Cepeda, M. P. (2012). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIOS PARA BETMON*.
- Mendoza Castaño, S. &. (2013). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS DE MATERIA PRIMA EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES*.
- Mora, L. A. (2010). Indicadores de la gestión logística. . Bogota D.C.: Ecoe.
- MUNICIPAL, A. (s.f.). *PAGINA OFICIAL LA UNIÓN VALLE*. Recuperado el 4 de MARZO de 2016, de http://www.launion-valle.gov.co/informacion_general.shtml
- Muñoz Murillo, A. f. (2009). *DISEÑO DEL MODELO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES PARA LAS ESTACIONES DE SERVICIO ESSO Y MOBIL UBICADAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. BOGOTÁ: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Muñoz Negron, D. F. (2010). Administracion de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios. En D. F. Muñoz Negron, *Administracion de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios* (pág. 150). Mexico Distrito Federal: Cengage Learning.
- Parada Gutierrez, O. (s.f.). un enfoque multicriterio para la toma de desciciones en la gestion de inventarios. Bogota,colombia.
- Ramos Rivera, J. C. (2010). *PLAN PARA UN SISTEMA DE INVENTARIOS EN LUBRICANTES AUTOZUAR E.U*. BOGOTÁ D.C.: UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA.
- Rios Leal, F. A. (2005). *ADMINISTRACIÓN DE UN SISTEMA GENERAL DE INVENTARIOS DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y TIENDA DE CONVENIENCIA PARA UNA ESTACIÓN DE SERVICIO*. Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

- Rodriguez Sarmiento, E. Y. (2011). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y COLORANTES EN CLARIANT COLOMBIA S.A.*
- Rojas Carrascal, J. I. (2014). *DISEÑAR UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA ESTABLECER MECANISMOS DE CONTROL DE MERCANCIA DEL ALMACÉN Y TALLER SÚPER MOTOS.* OCAÑA N. DE S.: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA.
- Rojas, B. M. (2009). *SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS DE ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA METALMECANICA.*
- Satizabal Angulo, M. A. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA ASA INDUSTRIES S.A.S.*
- Silver, E. A. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3ª Edición. Nueva york: John Wiley & Sons.
- Silver, e. a. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. En *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. 3ª Edición (tercera ed., págs. 78-79). New York.
- Velasques, M. A. (2007). *DISEÑO DE UN CONTROL DE INVENTARIOS DE ARTÍCULOS DE ALTO IMPACTO Y MEJORAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA BODEGA PARA LA EMPRESA DE BEBIDAS GASEOSAS, EMSA.*
- Vidal Holguín, C. J. (2005). *FUNDAMENTOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS*. Cali Valle del Cauca: Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería.
- Vidal Holguin, C. J. (2010). *fundamentos de gestion de inventario*. Santiago de cali, COLOMBIA.