

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INVENTARIOS PARA EL ÁREA
DE REPUESTOS EN EL CONCESIONARIO CEPESA VW, CON LA
APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DE MANEJO PULL PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

MARÍA GABRIELA PAREDES TULCANAZA
magabriela.paredes@gmail.com

DIRECTOR: ING. PEDRO ENRIQUE BUITRÓN FLORES, MSc.
pedro.buitron@epn.edu.ec

Quito, febrero 2018

© Escuela Politécnica Nacional (2017)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, María Gariela Paredes Tulcanaza declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

María Gabriela Paredes Tulcanaza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Gabriela Paredes Tulcanaza bajo mi supervisión.

Ing. Pedro Buitrón MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios; a mi angelito de la guarda, mi abuelita Chavica; a los mejores educadores, mis padres; y a mi más grande tesoro, mi hijo Martín.

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres, por motivarme cada día a ser mejor y empujarme hacia adelante para poder tener un mejor futuro profesional. Gracias por sus consejos y por cuidar de mi pequeño durante todo este tiempo de estudio.

A mi hijo Martín por ser muy paciente, comprensivo y entender el sacrificio que he hecho.

A mi familia en general por estar siempre pendiente de mí.

A mi novio Alex porque desde el inicio de mis estudios me supo apoyar y ayudar sin importar tiempo ni distancia.

A mis amigos de la maestría, Darío, Juanjo, Miguel y Vane, que fueron un soporte importante en conocimiento y experiencia.

A mis profesores, pilares fundamentales de conocimiento, en especial a mi Director de tesis que me supo brindar su tiempo y experiencia para el desarrollo del presente trabajo.

A CEPESA, mi lugar de trabajo, por darme la oportunidad y el tiempo para superarme.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Inventario y Productividad	1
1.2 Clasificación ABC	2
1.3 Sistemas de control de inventarios	3
1.3.1 Sistema de revisión continua (Q)	4
1.3.2 Sistema de revisión periódica (P)	7
1.3.3 Sistema de control conjunto de ítems	9
1.3.3.1 Curvas de intercambio probabilísticas	10
1.3.3.2 Sistema periódico de reabastecimiento	12
1.3.4 Indicadores de gestión	14
1.3.4.1 Características de los indicadores de gestión	15
1.3.4.2 Indicadores de gestión de inventario	15
1.4 Filosofía PULL	16
1.5 Diseño y métodos del sistema de pronósticos	19
1.5.1 Métodos del sistema de pronósticos	21
1.5.1.1 Suavización exponencial simple	22
1.5.2 Selección del método de pronóstico	23
1.5.2.1 Error del pronóstico	23
1.5.2.2 Desviación estándar	23
1.6 Paquete informático para simulación	24
1.6.1 Simulación	24
1.6.2 Winqsb	25
2. METODOLOGÍA	29
2.1 Análisis histórico y de la situación actual del departamento de repuestos	30
2.2 Clasificación de ítems ABC	30
2.3 Establecimiento de la política de inventarios mediante la aplicación de la filosofía Pull	31
2.3.1 Control conjunto de ítems	31

2.3.2	Indicadores de gestión	33
2.4	Diseño del sistema de pronóstico	34
2.5	Evaluación de la política de inventarios mediante un paquete informático	34
2.6	Evaluación de la productividad	35
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1	Análisis histórico y situación actual del departamento de repuestos	36
3.1.1	Situación actual	36
3.1.2	Análisis histórico de los repuestos	40
3.2	Clasificación de ítems ABC	45
3.3	Diseño del sistema de pronóstico	50
3.4	Establecimiento de la política de inventarios mediante la aplicación de la filosofía Pull	56
3.4.1	Control conjunto de ítems	57
3.4.2	Indicadores de gestión de inventario	62
3.5	Paquete informático para simulación	63
3.6	Evaluación de la productividad	71
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
4.1	Conclusiones	72
4.2	Recomendaciones	73
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
	ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 3.1. Lista de concesionarios y ciudad de ubicación	38
Tabla 3.2. Clasificación de repuestos según su función	39
Tabla 3.3. Porcentaje de incremento y/o decremento en la venta de repuestos analizado de manera trimestral en los años 2014 al 2016	41
Tabla 3.4. Ventas trimestrales por grupo de repuestos desde el año 2014 al 2016	42
Tabla 3.5. Listado de repuestos en inventario	45
Tabla 3.6. Clasificación ABC de los repuestos mecánicos en inventario	46
Tabla 3.7. Resumen clasificación ABC de repuestos mecánicos	46
Tabla 3.8. Resumen clasificación ABC de repuestos eléctricos	46
Tabla 3.9. Resumen clasificación ABC de repuestos electrónicos	47
Tabla 3.10. Resumen clasificación ABC de repuestos de colisión	47
Tabla 3.11. Listado de los repuestos mecánicos y cantidad vendida desde el año 2014 al 2016	48
Tabla 3.12. Clasificación ABC de los repuestos mecánicos	48
Tabla 3.13. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos mecánicos	49
Tabla 3.14. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos electrónicos	49
Tabla 3.15. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos eléctricos	49
Tabla 3.16. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos de colisión	50
Tabla 3.17. Resumen de la clasificación ABC de todos los grupos de repuestos	50
Tabla 3.18. Ítems mecánicos pertenecientes a la clasificación B con mayor número de ventas en un periodo de 36 meses	52

Tabla 3.19. Demanda de repuestos correspondiente al año 2016	53
Tabla 3.20. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para banda de accesorios con A/C Crafter y Touareg	55
Tabla 3.21. Resumen de los datos de desviación estándar obtenidos mediante el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para el grupo de repuestos en estudio	55
Tabla 3.22. Resumen de los cálculos realizados para el control de ítems de manera individual para cada repuesto	57
Tabla 3.23. Resumen de los cálculos realizados para el control conjunto de ítems	59
Tabla 3.24. Datos y cálculos realizados para determinar el punto de reordenamiento conjunto	60
Tabla 3.25. Valores de inventario máximo para cada uno de los ítems en estudio	60
Tabla 3.26. Valores del nivel de servicio alcanzado usando el sistema de control conjunto	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1. Costos de los inventarios	17
Figura 1.2. Tipos de demanda	21
Figura 3.1. Importación anual de vehículos	36
Figura 3.2. Ventas anuales de vehículos	37
Figura 3.3. Ventas 2016 y primer trimestre 2017 por marca de vehículo	37
Figura 3.4. Ventas de repuestos trimestrales años 2014-2016	40
Figura 3.5. Ventas de repuestos por año (2014-2016)	41
Figura 3.6. Volumen de ventas trimestrales de repuestos mecánicos	43
Figura 3.7. Volumen de ventas trimestrales de repuestos electrónico	43
Figura 3.8. Volumen de ventas trimestrales de repuestos de colisión	44
Figura 3.9. Volumen de ventas trimestrales de repuestos eléctricos	44
Figura 3.10. Método escogido en el módulo de teoría de inventarios en el programa WinQSB	64
Figura 3.11. Pantalla de ingreso de datos en el método escogido de intervalo fijo de revisión periódico en el programa WinQSB	64
Figura 3.12. Resultados de inventario y costos para el ítem banda de accesorios con A/C Crafter-Touareg con los datos de control conjunto en el programa WinQSB	65
Figura 3.13. Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem banda de accesorios con A/C Crafter-Touareg con los datos de control conjunto en el programa WinQSB	66
Figura 3.14. Resultados de inventario y costos para el ítem conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol/Voyage/Polo/Saveiro con los datos de control conjunto en el programa WinQSB	67

- Figura 3.15.** Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol/Voyage/Polo/Saveiro con los datos de control conjunto en el programa WinQSB 68
- Figura 3.16.** Resultados de inventario y costos para el ítem foco halógeno H4-12v-60/55w con los datos de control conjunto en el programa WinQSB 68
- Figura 3.17.** Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem foco halógeno H4-12v-60/55w con los datos de control conjunto en el programa WinQSB 69
- Figura 3.18.** Resultados de inventario y costos para el ítem cristal espejo Rh Gol con los datos de control conjunto en el programa WinQSB 70
- Figura 3.19.** Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem cristal espejo Rh Gol con los datos de control conjunto en el programa WinQSB 71

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Ítems del inventario pertenecientes a la clasificación B dividida por grupo de repuestos	73
ANEXO II Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 por grupo de repuestos	104
ANEXO III Ítems pertenecientes a la clasificación B que presentan mayor número de ventas en un periodo de 36 meses	135
ANEXO IV Cálculos del pronóstico utilizando el método de suavización exponencial simple con $\alpha=0,3$ y $\alpha=0,5$	137
ANEXO V Valores de las variables $P_u(k_i)$ y $G_u(k_i)$ para el cálculo del control conjunto de ítems	156
ANEXO VI Cálculos para obtener el costo total relevante (TCR) en el manejo conjunto de ítems	159

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la empresa CEPESA, comercializadora de vehículos nuevos Volkswagen y repuestos originales, además cuenta con el servicio de post-venta.

El área de repuestos dispone de un total de 1 594 ítems clasificados en 4 grupos dependiendo de la función que cumplen: mecánicos, eléctricos, electrónicos y de colisión. El control del inventario actual dentro de la empresa se lo realiza de manera empírica, lo que ha ocasionado que no exista stock de los repuestos solicitados por los clientes y los trabajos en el taller se retrasen ya que tenían que conseguir en otro lado el repuesto.

Para establecer una guía para la solución a este problema se realizó la clasificación ABC de los repuestos basado en el principio de Pareto. Se encontró que 189 ítems del grupo de mecánicos, 35 ítems del grupo de eléctricos, 30 ítems del grupo de electrónicos y 101 ítems del grupo de colisión pertenecen al grupo B y representan el 15% de participación de las ventas, ascendiendo a un valor de \$314 306,71 en ventas en 3 años.

Se escogió un total de 20 ítems pertenecientes a la clasificación B que más ventas tenían en el lapso de 36 meses, se realizó el pronóstico de la demanda de cada uno de ellos mediante suavización exponencial simple. Se probó 2 coeficientes de suavización 0,3 y 0,5 y se escogió el que presentó menor valor de desviación estándar. Sólo para los ítems foco claro de 12v – 2 contactos y filtro de aire Hca2697 la menor desviación estándar se obtuvo con la constante de suavización de 0,5.

Una vez realizado el pronóstico se efectuaron los cálculos para comparar un control de ítems de manera individual y de manera conjunta, en donde se estableció un factor de seguridad (k_i) común para los 20 ítems de 0,60. El número de stockouts para un control individual fue de 12,45 stockouts/año, mientras que para el control conjunto se obtuvo un valor de 12,02 stockouts/año, mejorando en un 3,5%. El costo que implica tener stockouts para el control individual fue de \$198,49/año, mientras que para el control conjunto de ítems fue de \$183,23/año, mejorando en un 7,7%.

Como política del control de inventarios se sugiere que el periodo de revisión para estos 20 ítems sea de 68 días y la cantidad a pedir será la diferencia entre el inventario máximo calculado y el stock disponible en el momento de la revisión.

La simulación se realizó en el programa WinQSB, mediante el sistema de intervalo fijo de revisión periódica. Se ingresaron los datos de demanda, media de la demanda, costos de adquisición, costo de mantenimiento, costo de que un pedido se quede en espera y costo de ordenamiento para la simulación de cada uno de los 20 repuestos objeto de estudio y se generó la corrida para un lapso de 3 años.

Se comparó el manejo actual de la bodega de repuestos dentro de la empresa a través de un manejo empírico y la metodología propuesta de un control conjunto de ítems, a través de los indicadores de gestión de inventario como rotación de inventario que para el año 2016 fue de 0,2854 mientras que para el año 2017 fue de 0,6448, obteniendo un incremento del 44,26% con la metodología de control conjunto de ítems.

Otro indicador, semanas de aprovisionamiento se obtuvo el mismo porcentaje de mejora que la rotación de inventarios para el año 2017 utilizando los datos de la simulación, ya que con el manejo adecuado de stock de seguridad y tomando en cuenta el tiempo de revisión establecido (68 días) se puede disminuir el número de pedidos a lo largo del año.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el sector automotriz ha incrementado de gran manera y es uno de los segmentos de la economía que ha tenido importantes resultados y se ha

consolidado a través de los años, por lo que existe también alta competitividad a nivel de talleres autorizados, los mismos que buscan de alguna manera satisfacer las necesidades de sus clientes.

La satisfacción y la fidelización de los clientes son los puntos claves que toda empresa trata de monitorear para aumentar la rentabilidad del negocio. Pero todo esto se logra demostrando que puede suministrar los productos necesarios de manera oportuna y competitiva.

La empresa CEPESA repuestos que son requeridos en el servicio post-venta, así como para los pequeños negocios a nivel nacional, actualmente no cuenta con un modelo de gestión bien establecido para el manejo del inventario, maneja un método empírico que le permite visualizar el stock disponible en bodega y por la experiencia realizan los pedidos de los repuestos.

El presente proyecto, a través de su implementación, abre una posibilidad para que la empresa mejore en su gestión de inventarios, con lo cual se pueda controlar el número de compras y la cantidad que se está comprando de cada uno de los repuestos, también facilitaría al mejor control de ítems que se puedan convertir en obsoletos.

Es un gran reto hacer que el inventario pueda aliñarse de manera perfecta con la demanda del mercado, por lo que el desarrollo de métodos de pronóstico que puedan adaptarse a la demanda del cliente, a la situación actual de la empresa y del negocio, se desarrollan y se proponen en el presente trabajo.

La propuesta de un sistema de inventarios facilitará en gran medida la planificación de provisión de recursos y los gastos que implican la compra de repuestos y la logística de los mismos. Los indicadores propuestos permitirán monitorear continuamente y tomar las decisiones más acertadas a través de datos cuantitativos y no empíricos.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 INVENTARIO Y PRODUCTIVIDAD

Un inventario es el conjunto de bienes muebles, inmuebles o insumos almacenados que permiten satisfacer cualquier necesidad ya sea actual o futura (Sánchez, 2015, p. 7). También ayuda a la reducción en el riesgo de que una empresa no cuente con el stock necesario para satisfacer la demanda de sus clientes, por lo que es de vital importancia mantener un stock de seguridad (Montenegro, 2011, p.4).

Desde el punto de vista económico, el inventario es considerado como una fuente de ingreso, un punto importante dentro del balance general, por lo que el manejo para poder mantener niveles adecuados de producto permite evitar costos de mantenimiento y almacenamiento elevados que a largo plazo incrementa los gastos de la empresa (Murillo y Murillo, 2013, p. 8).

Las principales funciones de un inventario son: permitir la compra y la producción en cantidades económicas, anticipar los cambios en los precios, oferta y demanda, y equilibrar la oferta y la demanda, esta última no es totalmente predecible por lo que para cubrir las variaciones en los requerimientos se debe contar con un inventario adecuado. Es debido a esto que la gestión de inventario se vuelve importante dentro de una empresa ya que le permite corregir errores a tiempo para poder alcanzar los objetivos establecidos, se pueden determinar de una manera más efectiva las causas de esos errores y tomar medidas para que no se vuelvan a presentar en un futuro, permite reducir los costos y ahorrar tiempo producidos por errores no determinados a tiempo y lo más importante es que afecta directamente en el logro de la productividad deseada por la empresa (Mora, 2010, p. 112).

La productividad dentro de una empresa implica la administración efectiva del aseguramiento de la calidad y la eficiencia, tomando en cuenta que para esto se debe realizar la mejora de los procesos para que lo producido sea mayor a los recursos invertidos. Tomando en cuenta lo descrito la productividad se resume en

“el beneficio integral que obtiene la empresa y su personal al satisfacer las necesidades de sus clientes y contribuir al resultado social y económico de su país” (Zacoma, 2003, p. 180).

1.2 CLASIFICACIÓN ABC

Pareto en sus varias investigaciones observó que un número reducido de artículos dentro de un grupo constituyen la parte más significativa de la totalidad de dicho grupo. Por lo que un número pequeño de productos pertenecientes al negocio de una empresa representan la mayor parte de las ventas o de los ingresos (Gutiérrez, 2016, p.21).

La metodología que permite de cierta manera priorizar los productos, acorde a una importancia es el análisis ABC, el mismo que consiste en realizar una clasificación, con el objetivo de lograr un mayor control sobre los inventarios que representan el mayor número y monto dentro de un departamento o empresa (Garrido, 2013, p.8).

La clasificación de los productos se lo realiza en 3 categorías denominadas A, B y C, en donde según la interpretación dada por Pareto quedaría establecida como: aproximadamente el 20% del número de ítems en stock representa aproximadamente el 80% del valor total del inventario (Mora, 2010, p.138). Los artículos que se encuentran dentro de la clasificación A representan el 20% de los artículos, y que en valor monetario estarían representando entre el 70 y 80% de las ventas. Los artículos que se encuentran dentro de la clasificación B representan el 30% de artículos, y que en valor monetario estarían representando entre el 15 y 20% de las ventas. Finalmente, los artículos que se encuentran dentro de la clasificación C representan el 50% de los artículos, y que en valor monetario representarían entre el 5% de las ventas (Montenegro, 2011, p.6).

Cada clasificación presenta sus características distintivas:

- Clasificación A

- Representa un número pequeño de unidades con respecto al total.
 - Representa el mayor capital.
 - Son los ítems más rentables
 - Deben permanecer en constante supervisión para no quedar sin stock, por lo que se debe tener un stock de seguridad adecuado.
 - El nivel de inventario es generalmente alto debido a la alta rotación que presenta.
 - Los proveedores de estos ítems deben estar al día para poder surtir de manera eficaz.
 - Se debe conocer el tiempo de reposición.
-
- Clasificación B
 - Representa un número mediano de unidades con respecto al total.
 - Representa el segundo lugar en capital.
 - Posee una rentabilidad intermedia.
 - El nivel de inventario que se requiere debe ser medio, ya que la rotación es media.
 - Los pronósticos de la demanda no se los puede realizar con exactitud.
-
- Clasificación C
 - Representa un número alto de unidades con respecto a las anteriores clasificaciones.
 - Representa poco capital.
 - Tiene una rentabilidad baja.
 - No se necesita un seguimiento estricto ya que la rotación es muy baja.
 - Pueden convertirse con el paso del tiempo en ítems obsoletos y pueden significar costos de almacenamiento.

1.3 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIO

El sistema de gestión de inventarios tiene 2 partes: la administración y el control de los inventarios

- Administración de inventarios: su principal objetivo es el incremento de la rentabilidad de la empresa a través de la correcta utilización del inventario, permitiendo la reducción de los costos logísticos y que los clientes tengan un servicio de calidad.
- Control de inventarios: referente a la parte operacional de los inventarios, esto permite que las existencias de los productos a comercializarse permanezcan en un nivel deseado (Sánchez y Garrido, 2015, p.31).

El sistema de control de inventarios aporta las políticas operativas que van a permitir mantener y controlar los bienes que serán almacenados. Este sistema tiene la responsabilidad de ordenar y recibir los bienes, además de la coordinación de la colocación de los pedidos y su respectivo seguimiento.

Los problemas principales que debe enfrentar este tipo de sistema son: mantener el control adecuado sobre cada ítem del inventario y garantizar que existan registros acordes a las existencias físicas en bodega. Dentro de una empresa es muy importante tener del control de los procesos ya que el resto de la organización puede funcionar de una manera adecuada, incluso permite evitar errores brindándole seguridad a la empresa (Garrido, 2013, p.11).

Existen 2 tipos de sistemas de inventarios que nos indican el procedimiento a utilizar para hallar el tamaño de lote y en qué momento se debe colocar la orden de pedido.

1.3.1 SISTEMA DE REVISION CONTINUA (Q)

Llamado también sistema de cantidad fija de pedido, aquí la demanda del cliente se satisface únicamente con el inventario disponible, por lo que necesita que se realice un seguimiento permanente debido a que el nuevo pedido se coloca cuando

el número de ítems llega a un mínimo y como su nombre lo indica el tamaño de la orden es fija (Gutiérrez, 2016, p.25).

En este sistema, la posición de inventario (IP) es monitoreado después de cada pedido. Si la posición de inventario (IP) es menor al punto de reorden (R) se coloca un nuevo pedido por una cantidad fija (Q).

La posición de inventario (IP), mencionada anteriormente, tiene como objetivo medir la capacidad para atender la demanda futura. La posición de inventario está conformada por el inventario disponible (OH), más las recepciones programadas (SR), menos las órdenes atrasadas (BO). Krajewski y Ritzman (como se citó en Garrido, 2013, p.13) mencionan la siguiente fórmula para calcular la posición de inventario que se expresa como:

Posición del inventario

$$= \text{inventario disponible} + \text{recepciones programadas} \\ - \text{órdenes atrasadas}$$

$$IP = OH + SR - BO \quad [1.1]$$

El tiempo entre pedidos varía en función de la demanda por lo que no son siempre previsible, lo cual implica contar con un inventario de seguridad, el mismo que puede ser grande o pequeño dependiendo del nivel de servicio que se ofrezca y los costos implicados en el mantenimiento de esos ítems de seguridad (Gutiérrez, 2016, p. 26).

Para calcular el inventario de seguridad, se multiplica el número de desviaciones estándar con respecto a la media que se requiera para multiplicar el nivel de servicio z , por la desviación estándar de la demanda en la distribución de probabilidad, σ_z durante el tiempo de espera:

$$\text{inventario de seguridad} = z\sigma_z \quad [1.2]$$

Para definir el punto de reorden y el inventario de seguridad adecuado, es necesario estimar la distribución de la demanda durante el tiempo de espera. A veces, la demanda promedio, d , y la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera, σ_z , no pueden determinarse directamente y es necesario calcularlas combinando la información de la desviación estándar de la demanda en un intervalo de tiempo, σ_t , con la información sobre el tiempo de espera L .

Quedando la fórmula de la siguiente forma:

$$\sigma_z = \sigma_t \sqrt{L} \quad [1.3]$$

Donde:

σ_z = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.

σ_t = desviación estándar de la demanda en un intervalo de tiempo.

L = tiempo de espera constante.

El punto de reorden en función del inventario se calcula de la siguiente manera:

$$R = dL + z \sigma_z \quad [1.4]$$

$$R = dL + \sigma_t \sqrt{L} \quad [1.5]$$

Donde:

R = punto de reorden

d = demanda promedio

z = probabilidad deseada de no quedarse sin inventario durante el ciclo de pedido.

Existen dos tipos de sistemas probabilísticos:

Sistema (s, Q): se pide una cantidad fija Q , cuando el nivel de inventario efectivo llega al punto de reorden o a un nivel más bajo, es decir s . Como la cantidad es fija

el tiempo entre pedidos estará en función de la demanda que será aleatoria. Se lo conoce también como sistema fijo de reorden (Rodríguez, 2011, p.4).

Sistema (s, S): se genera el pedido cuando el nivel de inventario llega al punto de reorden o a un nivel más bajo, y se ordena una cantidad para que el nivel de inventario efectivo llegue hasta S. A este sistema se le denomina del mín-máx (Cortés y Morales, 2012, p.31).

1.3.2 SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA (P)

Denominado también sistema de periodo fijo. Aquí la demanda se satisface con el inventario que se encuentra disponible y el reabastecimiento se lo realiza en intervalos fijos de tiempo en función de los niveles de inventario que se establecieron como objetivo. La revisión del inventario se efectúa cada cierto tiempo, el mismo que es definido por la administración (Garrido, 2013, p. 15).

Este sistema posee las siguientes características:

- No requiere un punto de reorden R.
- Se requiere un nivel de inventario meta.
- Existe un tiempo establecido para realizar el pedido.
- La cantidad a ordenar es variable.
- Se requiere un mayor nivel de inventario de seguridad.

Por lo tanto, se requiere definir la frecuencia de revisión, es decir, el periodo P. Esto puede obtenerse a partir del TBO (time between orders) correspondiente al lote económico (EOQ) o dividiendo la demanda anual (D) para el tamaño de lote seleccionado por el administrador.

El nivel meta del inventario T debe ser igual a la demanda esperada durante el intervalo de protección de $P + L$ periodos, más el inventario de seguridad adecuado para protegerse contra la incertidumbre de la demanda durante ese mismo intervalo de protección (Gutiérrez, 2016, p.29).

Ya que existe incertidumbre de la demanda y el tiempo de entrega en el intervalo de protección se requiere tomar en cuenta un inventario de seguridad bajo las mismas suposiciones estadísticas que se plantearon en el caso del sistema Q (Garrido, 2013, p.16).

Nivel meta de inventario

*= demanda promedio (tiempo de entrega + tiempo entre revisión)
+ inventario de seguridad para el intervalo de protección*

$$T = d(P + L) + \text{inventario de seguridad para el intervalo de protección} \quad [1.6]$$

$$T = d(P + L) + z\sigma_{P+L} \quad [1.7]$$

$$T = d(P + L) + \sigma_t\sqrt{P + L} \quad [1.8]$$

Donde:

T = nivel de inventario meta

d = demanda promedio

P = cantidad de tiempo entre revisiones

z = probabilidad deseada de no quedarse sin inventario durante el ciclo de pedido

σ_{P+L} = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera y revisión

σ_t = desviación estándar de la demanda en un intervalo de tiempo t

σ_L = desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera

L = tiempo de espera.

Existen 2 tipos de sistemas:

Sistema (R, S): se realiza la revisión del inventario cada R unidades de tiempo y se realiza el pedido para llegar al nivel máximo S . Se lo utiliza para controlar ítems que se relacionan entre ellos con el fin de realizar ahorros económicos.

Se tienen dos variables de decisión, el intervalo de revisión (R) y el inventario meta (S). Parecidos a los sistemas de revisión continua ya que presentan una especie de trueque entre el nivel de servicio y la inversión (Cortés y Morales, 2012, p. 31; Sipper y Bulfin, 1998, p. 306).

La evolución del inventario está directamente relacionada con la demanda que se genera. Si durante el tiempo de aprovisionamiento, se produce una demanda superior al stock que se dispone en ese momento, se genera una rotura de stock. El stock físico se reduce hasta agotarse hasta que se recibe la nueva orden de aprovisionamiento que se realizó en el tiempo de revisión establecido. Después de transcurrido el lead time se restaura el stock físico y la posición de inventario retoma el valor normal (Guijarro, 2012, p.15).

Sistema (R, s, S): es una combinación entre el control periódico (R, S) y continuo (s, S). Se realiza la revisión del inventario efectivo cada R unidades de tiempo, si se encuentra en un nivel s o inferior a éste se realiza el pedido para llegar al nivel máximo S . Es un método más difícil de entender y aplicar por lo es más propenso a que exista errores (Cortés y Morales, 2012, p.31; Ordoñez y Rivera, 2015, p. 37).

1.3.3 SISTEMA DE CONTROL CONJUNTO DE ÍTEMS

El control conjunto de ítems se utiliza debido a que la mayoría de ítems son suministrados por un mismo proveedor, son transportados en conjunto o son producidos por la misma máquina. En algunas empresas se ha determinado que el manejo conjunto de ítems presenta varias ventajas frente al manejo individual como:

- Ahorros en precios unitarios al momento de la compra.

- Ahorro en los costos totales de ordenamiento.
- Facilidad de recepción de materiales e inspecciones.

Y así como tiene sus ventajas también presenta algunas desventajas como:

- Incremento en el nivel de inventario por pedidos de ítems antes que lleguen a su punto de reorden.
- Incremento en costos de control.

1.3.3.1 Curvas de intercambio probabilísticas

En este método se asume la normalidad de los errores de pronóstico y que la demanda promedio varía muy poco a través del tiempo.

Se toma en cuenta el inventario de seguridad, el mismo que protege en cierta manera de las demandas imprevistas y el tiempo de espera para que llegue una nueva orden de ítems.

Las fórmulas que se mencionan a continuación permiten el cálculo del inventario de seguridad que se necesita para poder satisfacer la demanda del cliente frente a cualquier imprevisto. También se puede calcular el número de veces que se puede incurrir en faltantes, el costo que generan estos faltantes y el nivel de servicio que se puede brindar (Vidal, 2002, p. 174).

$$\text{Inventario de seguridad (\$)} = SS_i v_i = k_i \sigma_{L_i} v_i \quad [1.9]$$

$$\text{Valor esperado del \# de veces en que ocurre faltantes por año} = \frac{D_i}{Q_i} p_u(k_i) \quad [1.10]$$

$$\text{Valor esperado (\$) de faltantes por año} = \frac{D_i}{Q_i} \sigma_{L_i} v_i G_u(k_i) \quad [1.11]$$

$$\text{Valor esperado del nivel de servicio (P2)} = 1 - \frac{\sigma_{L_i} G_u(k_i)}{Q_i} \quad [1.12]$$

Donde:

SS_i = inventario de seguridad del ítem i

v_i = valor unitario del ítem i (\$/unidad)

k_i = factor de seguridad del ítem i

σ_{Li} = desviación estándar de los errores de pronóstico de la demanda total sobre un periodo de duración L

D_i = demanda del ítem i (unidad/año)

Q_i = tamaño de pedido del ítem i (unidades)

P_u = probabilidad que la normal unitaria $N(0,1)$ tome un valor mayor o igual a k

G_u = función especial de la distribución normal $N(0,1)$

Las fórmulas mencionadas anteriormente son para cálculos individuales de los ítems, para obtener los indicadores para todos ellos en conjunto se debe realizar la sumatoria. Quedando las expresiones de la siguiente manera:

$$\text{Inventario de seguridad total (\$) (TSS)} = \sum_{i=1}^n k_i \sigma_{Li} v_i \quad [1.13]$$

No. total esperado de veces/año en que ocurren faltantes (ETSOPY)

$$ETSOPY = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} p_u(k_i) \quad [1.14]$$

Valor esperado total (\$) de los faltantes por año (ETVSPY)

$$ETVSPY = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{Q_i} \sigma_{Li} v_i G_u(k_i) \quad [1.15]$$

Para poder mejorar y uniformizar el nivel de servicio para todos los ítems es necesario determinar un factor de seguridad (k_i) y el valor de $p_u(k_i)$ común para todos ellos, suponiendo que el inventario de seguridad total anual va a permanecer constante. Por lo que la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Valor común de } k = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \sigma_{L_i} v_i}{\sum_{i=1}^n \sigma_{L_i} v_i} \quad [1.16]$$

1.3.3.2 Sistema periódico de reabastecimiento

Se determina un tiempo de revisión común para diversos ítems y a la vez se ordena diferente cantidad para cada ítem, acorde con el inventario efectivo y el inventario máximo (Vidal, 2002, p. 177).

Para determinar el intervalo común de revisión, R , se utiliza la siguiente expresión:

$$R = \sqrt{\frac{2[A + \sum_{i=1}^n a_i]}{r \sum_{i=1}^n D_i v_i}} \quad [1.17]$$

Donde:

A = costo de ordenamiento (\$/orden)

a_i = costo fijo de incluir cada ítem en una orden

r = costo de mantener el inventario (%/unidad de tiempo)

D_i = demanda de cada ítem (unidad/año)

v_i = valor unitario de cada ítem (\$/unidad)

La determinación del inventario máximo se lo realiza acorde con el nivel de servicio que se desea ofrecer. Entonces el inventario máximo se lo calcula con la siguiente expresión:

$$S_i = d_i(R + L_i) + k_i \sigma_{R+L_i} \quad [1.18]$$

Donde:

d_i = demanda del ítem expresado en días

R = intervalo común de revisión

L_i = tiempo de reposición

k_i = factor de seguridad

σ_{R+Li} = desviación estándar en el tiempo de revisión más el de reposición

La desviación estándar (R+Li) se la calcula mediante la fórmula:

$$\sigma_{R+Li} = \sigma_{li} \sqrt{R + Li} \quad [1.19]$$

Donde:

σ_{li} = desviación estándar del pronóstico referida a un día

R = intervalo común de revisión

L = tiempo de reposición

Finalmente se calcula el costo total relevante al año que implica el manejo en conjunto de los ítems, utilizando:

$$TRC = \frac{A + \sum_{i=1}^n a_i}{R} + r \left[\frac{R \sum_{i=1}^n D_i v_i}{2} + \sum_{i=1}^n k_i \sigma_{R+Li} v_i \right] + \frac{1}{R} \sum_{i=1}^n B_{2i} v_i \sigma_{R+Li} G_u(k_i) \quad [1.20]$$

Donde:

A = costo de ordenamiento (\$/orden)

a_i = costo fijo de incluir cada ítem en una orden

r = costo de mantener el inventario (%/unidad de tiempo)

D_i = demanda de cada ítem (unidad/año)

v_i = valor unitario de cada ítem (\$/unidad)

σ_{R+Li} = desviación estándar en el tiempo de revisión más el de reposición

$G_u(k_i)$ = función especial de la distribución normal N (0,1)

B_{2i} = costo de faltante de cada ítem

El nivel de servicio P_2 alcanzado por cada ítem puede calcularse de la siguiente manera:

$$P_2 = 1 - \frac{\sigma_{R+L} G_u(k_i)}{d_i * R} \quad [1.21]$$

1.3.4 INDICADORES DE GESTIÓN

Actualmente las organizaciones modernas han incorporado a sus procesos, los conocidos indicadores de gestión, los mismos que permiten evaluar tanto las situaciones positivas como negativas, a mediano y largo plazo, para poder determinar las acciones correctivas adecuadas (Mora, 2013, p. 25).

Ponce (2014), señaló que uno de los problemas más comunes que tienen las empresas es el no contar con un control efectivo para medir el desempeño de sus procesos, haciendo que baje la competitividad y pierda más de un cliente. El disponer de estos indicadores permite a la final controlar de mejor manera las operaciones dentro de la empresa, tomar decisiones estratégicas, convirtiéndose así en una ventaja competitiva (p. 3).

Para tomar decisiones la medición es un paso fundamental ya que permite recoger y analizar los datos pertinentes, pronosticar los resultados y eliminar las apreciaciones subjetivas. Pero la medición no deber ser sólo la acumulación de datos, sino que debe tener un marco teórico adecuado que facilite caracterizar, clasificar e interpretar los datos para poder mejorar los procesos que se están evaluando (Mora, 2013, p. 25).

El término “indicador” hace referencia a datos cuantitativos, que facilitan a los administrativos darse cuenta de cómo marchan las cosas en relación con algún aspecto que les interesa conocer.

Los indicadores poseen las siguientes características:

- Pueden medir cambios a través del tiempo.
- Facilitan observar de cerca los resultados de iniciativas y acciones.
- Instrumentos importantes para evaluar y realizar seguimiento.

- Instrumentos valiosos para determinar cómo se puede obtener mejores resultados en un proyecto (Mora, 2013, p. 26).

1.3.4.1 Características de los indicadores de gestión

Los indicadores de gestión pueden ser temporales y permanentes:

- **Permanentes:** se asocian a variables que se encuentran presentes siempre en la organización, específicamente a procesos. Los indicadores incluidos en este grupo deben ser revisados constantemente y comparados con las características cambiantes de la organización.
- **Temporales:** su validez tiene un lapso finito, asociado al logro de un objetivo o a la ejecución de un proyecto. Cuando se logra los objetivos los indicadores desaparecen (Mora, 2013, p. 30).

Y poseen las siguientes características:

- **Cuantificables:** expresado en números o porcentajes. Se debe utilizar cifras concretas.
- **Consistentes:** debe generarse utilizando una misma fórmula y la misma información para que se la pueda comprar en el tiempo.
- **Agregables:** debe generar acciones y decisiones que redunden en el mejoramiento de la calidad del servicio prestado.
- **Comparables:** se deben diseñar tomando datos iguales para poder compararlos con indicadores similares (Mora, 2013, p. 30; Zapata, 2014, p. 55).

1.3.4.2 Indicadores de gestión de inventario

A continuación, se detallan los indicadores de gestión de inventario para el problema del presente trabajo (Zapata, 2014, p. 56):

1. Rotación de inventario

- **Objetivo general:** controlar las salidas por referencias y cantidades de la empresa.
- **Objetivo específico:** controlar la cantidad de productos despachados.
- **Impacto:** las políticas establecidas para el manejo de inventario deben mantener un alto índice de rotación que impliquen entregas frecuentes.
- **Fórmula:**

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{ventas acumuladas}}{\text{inventario promedio}} \quad [1.22]$$

2. Semanas de aprovisionamiento

- **Objetivo general:** controlar que el número de pedidos al año sea el adecuado para la demanda.
- **Objetivo específico:** controlar que la cantidad de pedidos realizados cada cierto tiempo, generen un inventario adecuado para solventar la necesidad de los clientes.
- **Impacto:** un índice menor indica que realizando menores pedidos se puede satisfacer la demanda y ahorrar costos de ordenamiento y alistamiento.
- **Fórmula:**

$$\text{Semanas de aprovisionamiento} = \frac{\text{inventario promedio}}{\text{ventas acumuladas semanales}} \quad [1.23]$$

1.4 FILOSOFÍA PULL

La filosofía Pull se aplica a sistemas de control (R,S), (S,Q) y (s,S). Ballou (como se citó en Garrido, 2013, p. 17) indica que alrededor de la filosofía PULL y PUSH es donde se desarrolla la administración de inventarios.

La filosofía PULL o de demanda trata de reabastecer los inventarios en función de los requerimientos o demanda del cliente (Garrido, 2013, p.18), basándose en las previsiones de venta, aunque una de las desventajas que se encuentran con respecto a esto es que muchas de las previsiones son inexactas (Sánchez y Garrido, 2015, p. 17).

Sánchez y Garrido (2015), menciona que como en este sistema la demanda es la que rige cuánto pedir, los pedidos son más pequeños y por ende los costos de inventario también disminuyen y presenta un menor riesgo de que exista obsolescencia (p. 19).

Garrido (2013), mencionó que Ford Harris desarrolló un modelo para determinar la cantidad óptima de pedido, más conocida como Cantidad Económica de Pedido (EOQ), esta fórmula se desarrolló a partir de la ecuación de costo total que incluye el costo por ordenar y el costo de mantener, tal como se puede observar en la figura 1.1. Además, busca minimizar la suma de ambos costos (p. 17).

$$\text{costo total} = \text{costo por ordenar} + \text{costo de mantener}$$

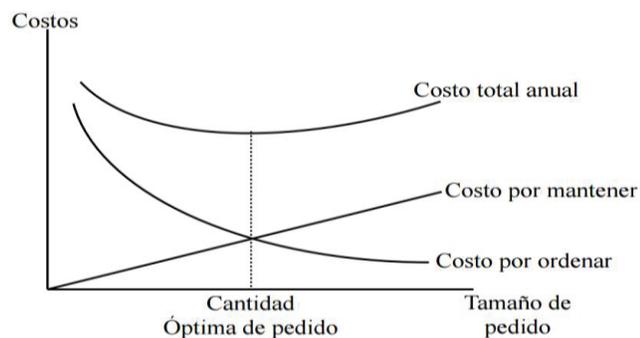


Figura 1.1. Costos de los inventarios
(Higuerey, A. 2007, p.16)

Para la determinación de la minimización de estos costos se parte de los siguientes supuestos:

- Se conoce la utilización de un ítem dentro de un periodo determinado.
- Su frecuencia de uso es constante.

- Los pedidos realizados se reciben una vez que se haya agotado el inventario.

Los costos totales están determinados en función de la demanda del producto, la cantidad de pedido y el costo de realizar este pedido (Higuerey, 2007, p. 14).

Costo total de pedir:

$$CTP = \frac{D}{Q}S \quad [1.24]$$

Donde:

D = demanda total en el periodo

Q = cantidad a pedir, o cantidad del inventario que se recibe

S = costo de realizar un pedido

D/Q = número de órdenes por año

Costo total de mantener (Cortés, 2012, p. 32):

$$CTM = \frac{Q}{2}r * v \quad [1.25]$$

Donde:

$Q/2$ = Inventario promedio

r = costo de mantener el inventario

v = valor unitario del ítem

Entonces el Costo total anual quedaría de la siguiente forma:

$$CT = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}r * v \quad [1.26]$$

Y la cantidad óptima a ordenar en función de unidades quedaría:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{r*v}} \quad [1.27]$$

Después se debe determinar el número de pedidos que se deben realizar para poder abastecer la demanda, y para esto se debe calcular el número óptimo de pedidos tomando en cuenta la demanda y la cantidad óptima de pedido (EOQ = Q*), mediante la siguiente ecuación (Causado, 2015, p. 169):

$$N = \frac{D}{Q*} \quad [1.28]$$

Finalmente se realiza el cálculo del momento en el cuál se debe realizar el pedido de los ítems, tomando como base la cantidad de unidades del inventario, más conocido como punto de reorden, el mismo que se lo halla de la siguiente forma:

$$R = D * T \quad [1.29]$$

Se debe tomar en cuenta los tiempos de espera de cada pedido o los tiempos de demora y la demanda de cada producto.

1.5 DISEÑO Y MÉTODOS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS

Determinar qué pasará en un futuro para poder tomar las decisiones correctas es un problema que se genera con frecuencia. Se utiliza el término pronosticar, el mismo que permite hacer referencia a un método específico en lugar de una simple adivinanza (Sipper y Bulfin, 1998, p. 96).

En la mayoría de procesos de decisión dentro de cualquier tipo de organización se requiere pronosticar una o más variables con la finalidad de cumplir con todos los objetivos que la compañía se proponga y al mismo tiempo se incremente la competitividad, ya que si no se lo realiza de esta manera se puede caer en la deficiencia del servicio al cliente o el exceso de inventario, acarreando a que exista obsolescencia de los productos. Además, que la recompensa por un buen pronóstico

puede ser igual de alta que una penalización por un mal pronóstico (Vidal, 2005, p. 33; Sipper y Bulfin, 1998, p.96).

Es importante tomar en cuenta que la metodología de pronóstico que se plantee debe establecer vínculos entre los pronósticos para las distintas áreas de una empresa, ya que cualquier error puede repercutir en un futuro (Garrido, 2013, p.25).

Para poder realizar los pronósticos es importante tener en cuenta los registros históricos de la demanda y los errores de pronósticos, los cuales son la fuente de análisis para determinar la conveniencia del modelo (Vidal, 2005, p. 34).

A partir de la información disponible con respecto a la demanda se puede determinar los patrones que ésta presenta para poder seleccionar de una mejor manera el sistema de pronósticos más adecuado. Según Heizer y Render (como se menciona en Garrido, 2013, p. 24) los patrones básicos de la demanda son:

- Horizontal: la fluctuación en torno a la media es constante.
- De tendencia: incremento o decremento de la media de la serie a través del tiempo.
- Estacional: patrón repetible de incremento o decremento.
- Cíclico: pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda.
- Aleatorio: serie de variaciones imprevisibles de la demanda.

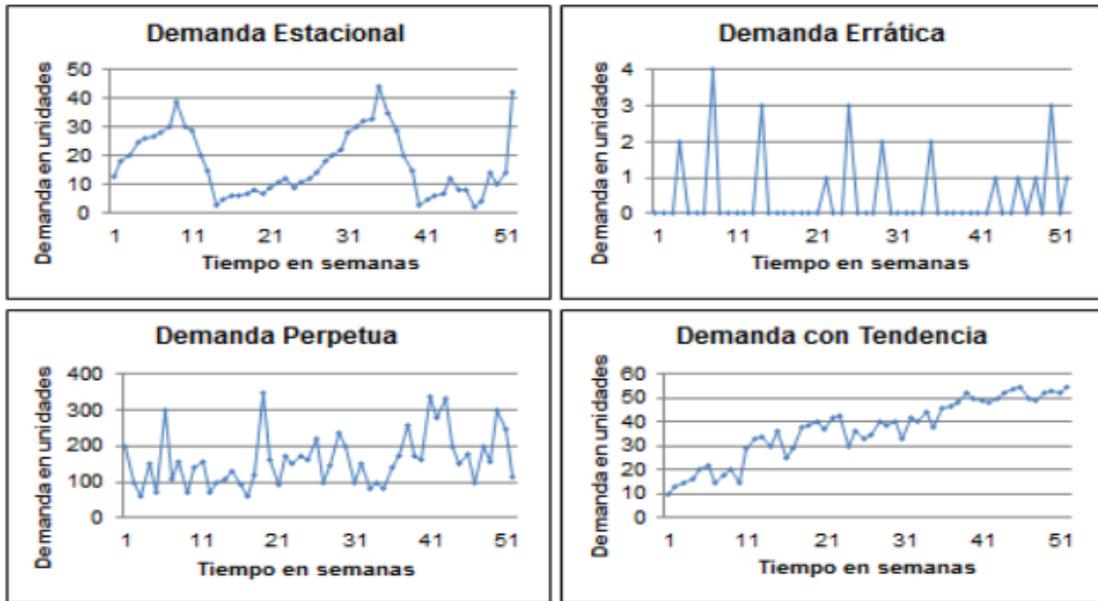


Figura 1.2. Tipos de demanda
(Cortés y Morales, 2012, p.24)

Una vez determinado el patrón de la demanda, se analiza el valor promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de los datos. Éste último nos muestra la estabilidad de la demanda o su variabilidad. Un coeficiente mayor a 0.8 es considerado por varios autores como demanda de comportamiento errático (Garrido, 2013, p. 25). Para Vidal (2005), coeficientes mayores o iguales a uno representan una demanda errática.

1.5.1 MÉTODOS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS

Existen técnicas cualitativas y cuantitativas, las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en el criterio personal y no requieren de datos, mientras que las técnicas cuantitativas requieren de datos numéricos y pueden ser analizados mediante métodos causales y series de tiempo.

Dentro de los métodos cuantitativos se encuentran: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple y suavización exponencial ajustada a la tendencia. Sólo se desarrolla el método de suavización

exponencial simple ya que es el que se utilizará para los pronósticos de los ítems pertenecientes a la clasificación B objeto de estudio en el presente trabajo.

1.5.1.1 Suavización exponencial simple

Para el cálculo por este método se requiere de la demanda real del periodo más reciente y el pronóstico más reciente obtenido por otro método (Garrido, 2013, p. 28). Es una técnica de promedio móvil ponderado que se utiliza en la mayoría de las empresas debido a su alto grado de acertamiento, los cálculos son simples y cortos, no se requiere de muchos datos históricos (Montenegro, 2011, p. 27). El modelo se resume en:

$$F_t = \alpha(\text{demanda para el periodo anterior}) + (1 - \alpha)\text{Pronóstico calculado para el último periodo}$$

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad [1.30]$$

Donde:

F_t = nuevo pronóstico

F_{t-1} = pronóstico anterior

α = constante de suavizado ($0 < \alpha < 1$)

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

Los resultados que se obtengan de los pronósticos de suavización exponencial van a depender del valor de la constante de suavización α . El valor de este coeficiente no debe ser ni muy grande ni muy pequeño. La experiencia ha demostrado que valores entre 0,01 y 0,30 son adecuados. El valor de α que logre minimizar la desviación media absoluta y el error cuadrático medio, será el adecuado para el análisis (Vidal, 2005, p. 54).

1.5.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO

Para que una empresa esté segura de que el método de pronóstico que va a desarrollar es el adecuado se deben determinar ciertos parámetros para evaluar el desempeño de los pronósticos, y esto es a través del análisis del error de pronóstico (Gutiérrez, 2016, p. 10).

1.5.2.1 Error del pronóstico

Hace referencia a la diferencia entre el pronóstico y la demanda real. Estadísticamente se la puede asociar con la desviación estándar, varianza o desviación absoluta media (Montenegro, 2011, p. 31).

$$E_t = D_t - F_t \quad [1.31]$$

Donde:

E_t = error del pronóstico para el periodo t

D_t = demanda real para el periodo t

F_t = pronóstico para el periodo t

1.5.2.2 Desviación estándar

Mide la dispersión de los errores del pronóstico al igual que el MSE (Garrido, 2013, p. 34).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(E_t - \bar{E})^2}{n-1}} \quad [1.32]$$

Donde:

σ = desviación estándar

\bar{E} = error de pronóstico promedio

E_t = error del pronóstico para el periodo t

n = número de periodos

1.6 PAQUETE INFORMÁTICO PARA SIMULACIÓN

1.6.1 SIMULACIÓN

La simulación es el uso de un programa de computadora para modelar un sistema del mundo real, para poder validar las decisiones que afectan el sistema (Concannon, Elder, Hindle, Tremble y Tse, 2007, p. 17). Es el desarrollo de un modelo lógico-matemático que permite obtener una imitación de una operación dentro de un proceso o un sistema a lo largo del tiempo. Además, involucra la generación de una historia artificial (Azarang y García, 1996, p. 63).

Es usada principalmente como ayuda para el diseño o modificación de sistemas complejos (fábricas, negocios, etc.) mediante la experimentación con diferentes alternativas de combinación de recursos (personas, máquinas, etc.) y con diferentes políticas de operación (Concannon, et al., 2007, p.18).

Nos ayuda a prever qué puede ocurrir en un futuro bajo ciertas condiciones dadas, así como los diferentes resultados que se pueden obtener al cambiar varios parámetros, es decir, que nos permite conocer con mucha exactitud lo que puede ocurrir antes de que suceda (Gavilanes, 2015, p. 49).

Como todo método de aplicación tiene sus ventajas y desventajas, dentro de las ventajas que podemos encontrar son:

- Una vez establecido el modelo, éste se puede modificar rápidamente para poder analizar diferentes escenarios.
- Es más barato mejorar un sistema mediante el uso de la simulación.
- Es más sencillo de comprender y visualizar los métodos de simulación.
- Es posible analizar sistemas más complejos o con mayor detalle.
- Muchas veces la simulación es el mejor medio para obtener una solución.

Dentro de las desventajas tenemos:

- La simulación por computadora suele ser costosa y necesita tiempo para el desarrollo y validación.
- Se necesita varias corridas de simulación para poder obtener el resultado óptimo lo que acarrea en altos costos.
- Dificultad para la aceptación de los modelos de simulación.
- Muchas veces no dan soluciones óptimas (Gavilanes, 2015, p. 50).

1.6.2 WINQSB

La toma de decisiones dentro de las empresas se ha vuelto mucho más compleja, por lo que la ingeniería ha investigado y tratado de proporcionar herramientas que faciliten a los gerentes y personal administrativo la toma de decisiones sin basarse solamente en la intuición (Rodríguez y Marrero, 2011, p. 130).

WinQSB es una aplicación versátil y un sistema interactivo, que facilita la solución de una gran cantidad de problemas de diferente índole como: administrativos, dirección de proyectos, de producción, entre otros, ya que tiene herramientas muy útiles dependiendo del tipo de problema (Rodríguez y Marrero, 2011, p. 130; Rojas y Alfonso, 2009, p. 10).

Es además una poderosa herramienta usada para el manejo de métodos cuantitativos y con diferentes objetivos como: comprobar soluciones de un

problema, resolver problemas de gran magnitud y realizar experimentos para encontrar la mejor solución (Henríquez y Hernández, 2010, p. 97).

Este programa utiliza los mecanismos comunes de la interface de Windows, lo que quiere decir, que tiene ventanas, menús desplegables, barras de herramientas y demás, lo que permite que el manejo del programa sea similar a cualquier otro que utilice el entorno de Windows.

Una de las ventajas de este programa es su facilidad de manejo, la interfaz es entendible y la entrada de datos y los procesos que se deben realizar son simples, incluso trae un tutorial para seguir paso a paso cada uno de procedimientos que se tiene que realizar en cada módulo. Otra ventaja es que, a pesar de ser un programa de fácil uso y aparentemente sencillo, es muy potente para resolver problemas complejos, por lo que se encuentra al mismo nivel de otros programas con alta efectividad en resolución, pero con una interfaz más compleja (Rojas y Alfonso, 2009, p. 8).

Este programa maneja 19 módulos para la resolución de los problemas de diferente índole y estos módulos son:

- 1. Análisis de muestreo de aceptación:** desarrolla y analiza los planes de muestreos de tolerancia para atributos y características de calidad variable.
- 2. Diseño y localización de plantas:** resuelve los problemas de facilidades de localización, disposición funcional y balanceo de línea de producción.
- 3. Pronósticos:** resuelve proyecciones de series de tiempo usando 11 diferentes métodos y además utilizando regresiones lineales de múltiples variables.
- 4. Programación por objetivos:** resuelve los problemas de GP (Linear Goal Programming) usando el método simplex modificado o el método gráfico y

los problemas de IGP (Integer Linear Goal Programming) usando el procedimiento branch-and-bound.

5. **Programación lineal y entera:** resuelve los problemas de LP (Linear Programming) usando el metodo simplex o el método gráfico y los problemas de ILP (Integer Linear Programming) usando el procedimiento branch-and bound.
6. **Programación dinámica:** Resuelve 3 tipos populares de problemas dinámicos: Diligencia, mochila y problemas de planeación de producción e inventarios
7. **PERT/CPM:** resuelve los problemas de planeación de proyectos usando el método de ruta crítica y la técnica de evaluación y revisión. Así mismo realiza análisis de choque, análisis de costos, análisis de probabilidad y simulación.
8. **Planeación de requerimiento de materiales:** El programa efectúa la planeación de requerimiento de materiales y determina cuanto cuestan los materiales y componentes que son requeridos para satisfacer un plan de producción de productos finales para un horizonte de planeación.
9. **Simulación de sistema de colas:** modela y simula sistemas de colas simples y multietapas con componentes, incluyendo poblaciones de clientes arribando, servidores, colas y/o colectores de basuras.
10. **Teoría y sistemas de inventarios:** Resuelve problemas de control de inventarios: problemas de cantidades económicas a pedir (EOQ), problemas de descuento de cantidad de la orden, problemas de periodos probabilísticos simples y problemas de tamaño dinámico de lotes; y evalúa y simula 4 sistemas de control de inventarios: (s, Q), (s, S), (R, S) y (R, s, S). Este módulo es el que se usará para desarrollar la parte de simulación del presente trabajo por lo que a continuación se detalla los diferentes tipos de problemas de inventario que se encuentran disponibles:

- Problema de cantidad económica de la orden para demanda determinística (Deterministic Demand Economic Order Quantity Problem).
- Análisis del problema de cantidad discontinua para demanda determinística (Deterministic Demand Quantity Discount Analysis Problem).
- Problemas con demanda estocástica para un solo periodo (Single-Period Stochastic Demand Problem).
- Problemas con demanda dinámica con existencias de reserva (Multiple-Period Dynamic Demand Lot-Sizing Problem).
- Sistema o modelo de cantidad fija de orden continuo (Continuous Review Fixed-Order-Quantity System).
- Sistema o modelo revisión continua (Continuous Review Order-Up-To System).
- Sistema o modelo de intervalo fijo de revisión periódica (Periodic Review Fixed-Order-Interval System).
- Sistema o modelo de revisión periódica con reaprovisionamiento opcional (Periodic Review Optional Replenishment System).

11. Sistema de colas: resuelve el rendimiento de sistemas de colas de etapa simple usando la fórmula de cercanía, aproximación o simulación.

12. Análisis de decisión: resuelve 4 problemas típicos de decisión: análisis bayesiano, análisis de tablas de rentabilidad, análisis de árbol de decisión y la teoría del juego de cero suma.

13. Procesos Markovianos: resuelve y analiza el proceso de Markov.

14. Cartas de control de calidad: Construye gráficos de control de calidad para variables y datos de atributos y así mismo realiza análisis de gráficas relacionadas.

- 15. Programación cuadrática:** resuelve los problemas de QP (Quadratic Programming) usando el método simplex modificado o el método gráfico y los problemas de IQP (Integer Quadratic Programming) usando el procedimiento branch-and-bound.
- 16. Programación de flujos de trabajo:** resuelve los problemas de taller de tareas y programación del flujo de trabajo usando generación heurística y aleatoria.
- 17. Planeación agregada:** soluciona los problemas de planeamiento agregado a las demandas de satisfacción del consumidor con mínimos o aceptables costos relacionados.
- 18. Programación no lineal:** resuelve los problemas no lineales no forzados usando el método de búsqueda y los problemas no lineales forzados usando el método de la función de castigo.
- 19. Modelación de redes:** resuelve los problemas de red incluyendo flujo de red (transbordo), transporte, asignación, caminos cortos, máximo flujo, cruces mínimos y problemas de viajes de vendedores (Martínez, 2012, p. 193).

2. METODOLOGÍA

2.1 ANÁLISIS HISTÓRICO Y DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE REPUESTOS

Se investigó a través de la AEADE los datos de importaciones y ventas de vehículos en los últimos 3 años y se realizó un breve análisis.

Mediante el programa ORACLE que maneja la empresa se obtuvieron los datos de ventas de repuestos en los últimos 3 años, se realizó un análisis trimestral para comparar el comportamiento de las ventas.

2.2 CLASIFICACIÓN DE ÍTEMS ABC

La empresa dentro del área automotriz, específicamente en el área de repuestos, cuenta con un inventario de 1 594 ítems, los mismos que se encuentran clasificados dentro de 4 grupos principales dependiendo de su naturaleza: mecánico, electrónico, eléctrico y colisión.

Para cada uno de estos grupos se identificaron los ítems que representan el mayor valor dentro del inventario mediante una clasificación ABC:

- Se calculó el monto de inventario, esto resulta de la multiplicación de las unidades en inventario por el valor unitario de cada ítem.
- Se determinó la frecuencia relativa y absoluta en porcentaje de cada ítem, esto resulta de la división del monto de inventario de cada ítem entre el valor de inventario total.
- Se ordenó en forma descendente.
- Se asignó como ítems A, a aquellos repuestos cuyo valor monetario acumulado está entre 0 y 80%, los ítems B aquellos que cuyo valor monetario es mayor que 80% y menor al 95% y los ítems C aquellos cuyo valor monetario es mayor a 95% hasta llegar al 100%

- Se calculó el porcentaje de ítems que se encuentra dentro de cada grupo, dividiendo el número de ítems de cada grupo para el número de ítems total.

De igual manera para cada uno de los grupos se identificaron los ítems que más aportan con respecto a ventas dentro de la empresa, para lo cual se procedió a realizar la clasificación ABC:

- Se estableció el periodo de tiempo para el análisis, en este caso se toman los datos históricos desde enero del 2014 hasta diciembre del 2016.
- Se calculó el monto de ventas, esto resulta de la multiplicación de las unidades vendidas por el valor unitario de cada ítem.
- Se determinó la frecuencia relativa y absoluta en porcentaje de cada ítem, esto resulta de la división del monto de ventas de cada ítem entre el valor de ventas total.
- Se ordenó en forma descendente.
- Se agrupó según el criterio establecido para cada uno de los grupos A, B y C.
- Se calculó el porcentaje de ítems que se encuentra dentro de cada grupo, dividiendo el número de ítems de cada grupo para el número de ítems total.

2.3 ESTABLECIMIENTO DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA PULL

2.3.1 CONTROL CONJUNTO DE ÍTEMS

La metodología se aplicó a los ítems de clase B, de los cuales se escogieron veinte ítems entre los cuatro grupos de repuestos. Estos ítems son los que mayor incidencia de ventas representaban a lo largo de los tres años.

Se estableció la cantidad de pedido mediante el método de cantidad económica de pedido (EOQ). Se calcularon los errores del pronóstico y la media de cada uno de veinte los ítems.

Los parámetros como costo de ordenar, valor unitario y nivel de servicio se obtuvieron para cada uno de los veinte ítems. Además, se seleccionaron las variables como: demanda anual, cantidad de pedido y la estimación de la demanda. Con los datos anteriores se determinó la desviación estándar durante el tiempo de entrega para establecer el inventario de seguridad para cada uno de los ítems en análisis.

Una vez determinado el inventario de seguridad, la estimación de la demanda y la desviación estándar durante el tiempo de entrega, se evaluó el factor de seguridad (k_i) implícito para cada ítem.

Se calculó el número total esperado de veces por año en que ocurren faltantes y el valor esperado total de los faltantes por año, para esto fue necesario evaluar las tablas y obtener los valores de riesgo de agotar existencias ($P_u(k_i)$) y el número de veces que pueden ocurrir faltantes ($G_u(k_i)$) dependiendo de los valores de factor de seguridad obtenidos.

Para el análisis en conjunto de los ítems se determinó el factor de seguridad común para todos los ítems en análisis mediante la expresión 1.16, luego se buscó en tablas los valores de $P_u(k_i)$ y $G_u(k_i)$ común para todos los ítems.

Se calculó el intervalo de revisión común tomando en cuenta los parámetros como: desviación estándar del pronóstico, costo de ordenamiento por año, costo de pedido por ítem, costo de mantenimiento por año y el valor unitario de cada uno de los veinte ítems.

Para calcular el inventario máximo requerido para cada uno de los ítems, se determinó primero la desviación estándar de la demanda en el tiempo de revisión más el lead time. Adicional se calculó el factor de seguridad a través del valor de

$Pu(ki)$ dependiendo del nivel de servicio deseado; mediante la expresión 1.18 se obtuvo el inventario máximo.

Se estableció como política de inventario que los pedidos se realizarán cada tiempo de revisión calculado y la cantidad a pedir será la diferencia entre el inventario máximo calculado y el stock en el momento de la revisión.

El costo total relevante pudo ser calculado usando los parámetros de costo ordenamiento por año, costo de ordenamiento por ítem, costo unitario costo de mantenimiento, y costo de faltante. También se usaron las variables de demanda anual, la desviación estándar de la demanda en el tiempo de revisión más el lead time, tiempo de reposición y el número de veces que puede ocurrir faltantes.

Finalmente se calculó el nivel de servicio real de cada ítem usando las variables de demanda anual, tiempo de revisión, la desviación estándar de la demanda en el tiempo de revisión más el lead time y el número de veces que puede ocurrir faltantes.

2.3.2 INDICADORES DE GESTIÓN

Para evaluar la mejora mediante los indicadores de gestión: rotación de inventario y número de semanas de aprovisionamiento, se determinó primero el inventario promedio agregado para el periodo actual como para el pronosticado.

Para calcular la rotación de inventario se dividió las ventas acumuladas anuales para el inventario promedio agregado. Los cálculos se realizaron para el periodo actual como para el pronosticado.

Para obtener el número de semanas de aprovisionamiento se dividió el inventario promedio agregado para las ventas acumuladas, pero semanalmente. Se realizó una comparación y un análisis de los resultados entre los 2 periodos.

2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO

Para el cálculo del pronóstico se seleccionaron los ítems de clase B de cada uno de los grupos de repuestos, pero únicamente los que presentaron mayor incidencia de ventas en los últimos 3 años y continuaban registrando movimientos. Total, veinte ítems.

Se obtuvieron los datos de la demanda de los repuestos del año 2016.

Evaluación del tipo de demanda mediante el coeficiente de variación, para lo cual se calcularon los datos de la media y desviación estándar para cada uno de los ítems. Si el coeficiente de variación era mayor que uno, la demanda se consideró errática, en ese caso el repuesto no era seleccionado para continuar con el análisis. Pero si el coeficiente de variación era menor que uno, se consideró que la demanda es estacionaria o perpetua por lo que el ítem era escogido para continuar con el análisis.

Se utilizó el modelo de suavización exponencial para realizar el pronóstico de los ítems, se probaron dos coeficientes de suavización, 0,3 y 0,5. Se escogió el coeficiente de suavización que menor valor de desviación estándar de los errores de pronóstico presente para cada ítem.

Los cálculos se realizaron con la ayuda de Microsoft Excel™.

2.5 EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS MEDIANTE UN PAQUETE INFORMÁTICO

Se utilizó el programa WinQSB como paquete informático para desarrollar la simulación y evaluar la política de inventarios. Se seleccionó el módulo Sistema y Teoría de inventarios, dentro de éste el modelo escogido fue el de intervalo fijo de revisión periódica (R,S).

Se ingresaron los parámetros de costo de ordenamiento, costo de adquisición, costo de mantenimiento por año y costo unitario del ítem en espera. Las variables requeridas fueron la demanda por año, media de la demanda y la desviación estándar. Estos datos se ingresaron en la primera pantalla que aparece.

Al escoger la opción de resolución del problema, aparece otra pantalla en donde se ingresaron los datos de tiempo de revisión y el inventario máximo, obtenidos de los cálculos de control conjunto. Estos datos se ingresaron para cada uno de los ítems.

Se escogió la opción de simulación y tomando el dato de inventario mínimo requerido para cada ítem, al momento que se escogió la opción de resolución del problema, se realizó la simulación para un periodo de tres años. De igual manera se ingresaron los datos de inventario máximo y tiempo de revisión. Se evaluó e interpretó los resultados.

2.6 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Se calculó la productividad anterior y actual en función del número de ítems controlados y el valor esperado total de faltantes por año. Luego se calculó la variación de la productividad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS HISTÓRICO Y SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE REPUESTOS

3.1.1 SITUACIÓN ACTUAL

Según la AEADE (2017), la importación de los vehículos ha disminuido drásticamente en los últimos 4 años, en el año 2013 se importaron un aproximado de 62 595 vehículos, mientras que el año 2016 se importaron apenas 31 761 vehículos, casi la mitad del valor obtenido en el año 2013, esto se debió al incremento en los aranceles de importación, en la asignación de pocos cupos y las salvaguardas impuestas (Figura 3.1). Presentando un efecto significativo en la comercialización de vehículos, repuestos e ingresos a los talleres autorizados de la marca.



Figura 3.1. Importación anual de vehículos
(AEADE, 2017, p.63)

Con la disminución de las importaciones las ventas de vehículos también disminuyeron en un 55,84%. En el año 2013 las ventas fueron de 113 812 unidades, mientras que en el año 2016 las ventas fueron de 63 555 unidades (Figura 3.2).

En unidades, 2000-2016

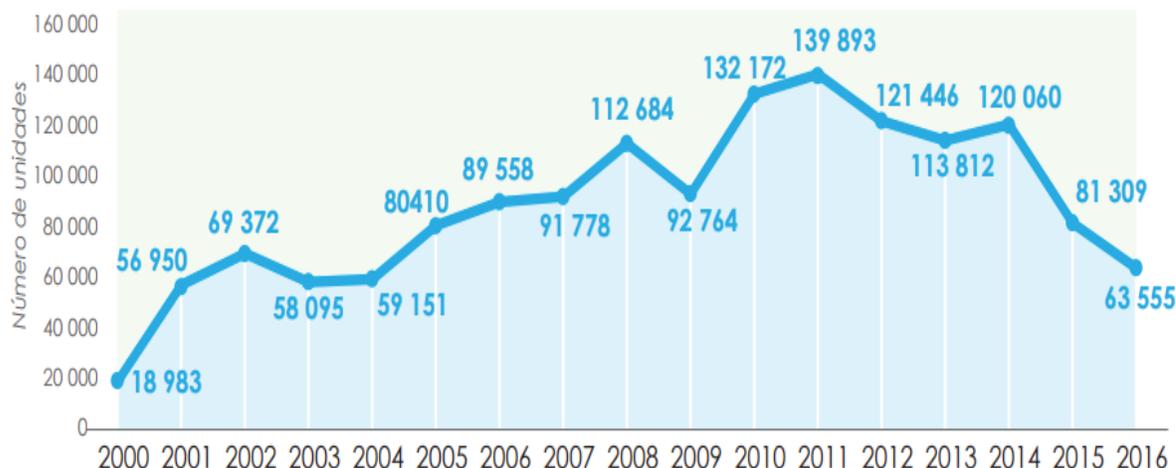


Figura 3.2. Ventas anuales de vehículos
(AEADE, 2017, p. 64)

Las ventas de los vehículos marca VW se sitúan en el puesto doce, siendo superado por Chevrolet, Kia, Hyundai, Great Wall y Toyota. Lo que supone a la vez menores ingresos de vehículos para mantenimiento y disminución de ventas en repuestos.

	2016 Ene	2016 Feb	2016 Mar	2016 Abr	2016 May	2016 Jun	2016 Jul	2016 Ago	2016 Sep	2016 Oct	2016 Nov	2016 Dic	2017 Ene	2017 Feb	2017 Mar	2017 Ene - Mar	2016 Ene - Mar
CHEVROLET	1.749	1.866	2.038	2.205	2.474	2.149	2.239	2.505	2.890	2.702	2.770	2.788	2.332	2.440	3.210	7.982	5.653
KIA	501	386	460	503	640	632	759	891	808	849	1.056	1.001	1.131	1.171	1.258	3.560	1.347
HYUNDAI	295	416	375	393	569	350	351	420	288	486	472	515	468	447	539	1.454	1.086
GREAT WALL	210	135	161	175	292	209	192	231	282	259	278	293	282	254	531	1.067	506
TOYOTA	122	201	194	188	258	108	371	241	186	369	366	347	275	301	267	843	517
NISSAN	125	197	204	241	300	116	243	205	146	205	246	246	264	249	306	819	526
HINO	132	155	120	204	270	135	147	151	137	218	259	222	209	178	209	596	407
RENAULT	85	100	136	178	252	69	135	139	85	187	156	225	179	151	195	525	321
MAZDA	156	179	161	177	283	133	170	240	221	223	327	276	175	97	164	436	496
FORD	118	143	133	151	214	61	158	144	134	137	147	104	155	98	159	412	394
CHERY	38	29	43	94	61	42	90	88	104	109	88	92	89	70	86	245	110
VOLKSWAGEN	71	57	79	63	125	54	73	70	75	127	78	103	67	44	125	236	207

Figura 3.3. Ventas 2016 y primer trimestre 2017 por marca de vehículo
(AEADE, 2017, p. 65)

Según el Instituto Español de Comercio Exterior, la extensión de salvaguardas y el incremento tributario causó la baja en las ventas de repuestos. Gloria Navas, presidenta de la AEADE, mencionó que la cadena de la industria se ve afectada debido a que muchos locales de repuestos tuvieron que incrementar los precios de los mismos para no tener pérdidas y poder mantener el negocio, pero a la vez los dueños de los vehículos visitan menos veces a los talleres o se limitan a cambiar lo estrictamente necesario ya que el costo de un mantenimiento completo es alto en estos tiempos de crisis (Haro, M. 2016, p. 2).

Dentro del país existen varios concesionarios Volkswagen, los mismos que se enlistan en la tabla 3.1, y se disputan las ventas de repuestos a nivel nacional. A pesar de que todos se manejan a través de un mismo importador para vehículos y repuestos, cada uno hace su mejor esfuerzo para mantener la cartera de clientes hacia la alza, esto implica muchas veces realizar compras a otros proveedores de repuestos originales que comercializan a un precio mucho más conveniente, incluso se opta por repuestos alternos, o se negocia entre los mismos concesionarios, con la finalidad de satisfacer la necesidad del cliente en el menor tiempo posible y a un precio accesible.

Tabla 3.1. Lista de concesionarios y ciudad de ubicación

Concesionario	Ciudad
Induwagen	Guayaquil
Autosierra	Ambato y Riobamba
Autobahn	Quito y Guayaquil
CEPSA	Quito
Recordmotor	Quito

Para realizar el presente trabajo se analizaron los datos de inventario que la empresa maneja a través del programa ORACLE, el cual permite obtener información al día de lo que se requiere. Se descargó el inventario que se tenía hasta la fecha (diciembre 2016) y se examinó si cada uno de los ítems estaba en la clasificación correcta según la función para la cual se lo utiliza (mecánico, electrónico, eléctrico y colisión). Una vez corregido y organizado los datos por grupo

de repuestos se procedieron a realizar los análisis de clasificación ABC. En la tabla 3.2 se muestra una parte de la clasificación interna de la empresa por grupo de repuestos de los ítems en inventario.

Tabla 3.2. Clasificación de repuestos según su función

GRUPO	CÓDIGO	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
Mecánico	03L145715L	30621	Turbocompresor Crafter
	03L145715G	25507	Turbocompresor Motor Cdca
	03L130277C	21475	Inyector De Combustible Amarok/Transport
	07K903315S	29650	Elemento Tensor Con Tornillo Compresor Bora
	03C145299C	28368	Tensor Correa Poli V Polo Jetta
	088141165B	21691	Rulimán De Embrague Gol-Parati-Saveiro-Transport
Colisión	2H0831056F	21154	Puerta Delantera Rh Amarok
	5Z0820411	20420	Condesador De A/C Gol / Polo / Fox
	5U4831055DCTR	23209	Puerta Delantera Lh. Nuevo Gol
	6Q0823480D	24670	Chapa De Capot Amarok
	1J5807335C	22555	Amortiguador Parachoque Post. Lh Jetta
	377863241L 033	29470	Consola Central Gol 1,8
Eléctrico	2H0907047E ZJU	24018	Unidad De Mando Aire Acondicionado Amarok
	0AD341601C	30834	Servomotor Touareg
	032905106F	30804	Bobina De Encendido Voy (2012-2013) / Gol (Desde 2013)
	5Z3837462A	21652	Levantavidrio Fox
	5C0951115	25553	Bocina Sistema Alarma Antirrobo
	1K6955651	20435	Motor Sistema Lava Cristales Gol/Fox/Polo/Jetta/Tiguan
	377953513A	28189	Palanca Direccionales Gol <=2008
Electrónico	5U0880201H 81U	23911	Unidad Airbag Para Volante
	03L906022CS	25598	Unidad De Mando Amarok
	000979030E	29103	Cable Para Conector Ecu Amarok 1
	07K906433B	24825	Emisor Cigüeñal Jetta
	6Q09598589B9	20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol/Voy/Polo/Sav
	1K0959753G 9B9	22508	Emisor Control B/C Tiguan
	01M927321B	21750	Transmisor De Marcha Jetta

3.1.2 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS REPUESTOS

Se analizaron las ventas históricas de los repuestos desde el año del 2014 hasta el 2016 de manera trimestral como se detalla en la figura 3.4. En los trimestres tres y cuatro del 2015 hubo la mayor cantidad de ventas de repuestos. Las ventas del año 2015 fueron superiores a las del 2014, mientras que en el 2016 no se pudo observar un incremento significativo con respecto a las ventas del 2015 debido a los impuestos, salvaguardas y restricciones de importación que limitaron mucho las ventas. A pesar de eso se logra notar una tendencia creciente muy ligera desde el primer trimestre del 2014 hasta el cuarto trimestre del 2016.

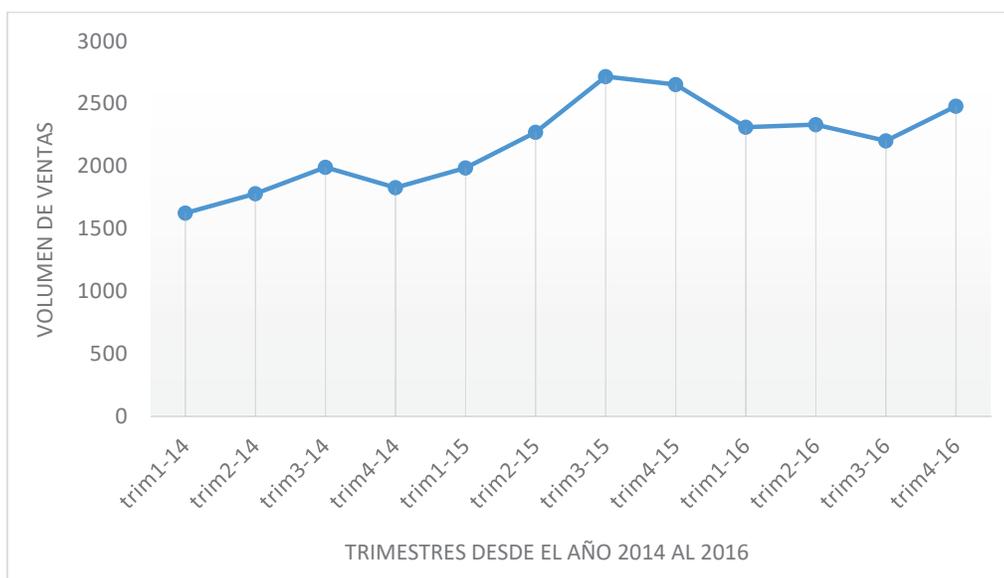


Figura 3.4. Ventas de repuestos trimestrales años 2014-2016

En la tabla 3.3, se detalla los porcentajes de incremento y decremento que hubo entre cada trimestre, en el trimestre tres del año 2015 hubo el mayor porcentaje de incremento en ventas (19,60%), mientras que, en el año 2016, en los trimestres uno (-12,90%) y dos (0,90%) hubo un importante decremento en las ventas por las decisiones gubernamentales del país. A pesar de eso para el cuarto trimestre del mismo año se logra incrementar las ventas en un 12,70%.

Tabla 3.3. Porcentaje de incremento y/o decremento en la venta de repuestos analizado de manera trimestral en los años 2014 al 2016

	trim1-14	trim2-14	trim3-14	trim4-14	trim1-15	trim2-15
Ventas	1 625	1 779	1 990	1 828	1 986	2 272
% increm		9,50%	11,90%	-8,10%	8,60%	14,40%

Tabla 3.3. Porcentaje de incremento y/o decremento en la venta de repuestos analizado de manera trimestral en los años 2014 al 2016 (continuación...)

	trim3-15	trim4-15	trim1-16	trim2-16	trim3-16	trim4-16
Ventas	2 717	2 654	2 312	2 333	2 202	2 481
% increm	19,60%	-2,30%	-12,90%	0,90%	-5,60%	12,70%

En la figura 3.5 se muestra el comportamiento de las ventas en cada uno de los años y se corroboró que, en el año 2015, específicamente en el mes de septiembre, fue donde hubo una mayor cantidad de ventas de repuestos, sobrepasando las mil unidades, antes de que el gobierno colocara las limitaciones de importación e incremento de impuestos.

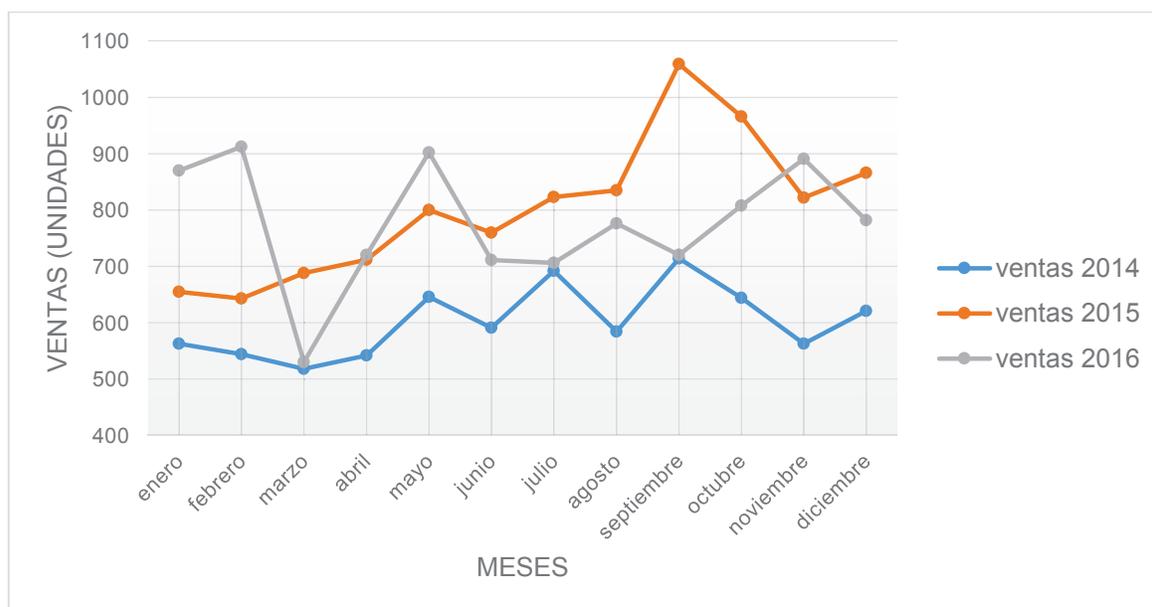


Figura 3.5. Ventas de repuestos por año (2014-2016)

En la tabla 3.4 se puede verificar el consumo de repuestos por grupo en donde los repuestos mecánicos son los que mayor volumen de ventas presentaron ya que con la existencia del taller dentro de la misma empresa, a través de los mantenimientos correctivos y preventivos de los vehículos fue en donde se comercializó mayor volumen de estos repuestos. Los repuestos de colisión y eléctricos están a la par en ventas, aunque los de mayor ingreso económico son los repuestos de colisión.

Tabla 3.4. Ventas trimestrales por grupo de repuestos desde el año 2014 al 2016

	trim1-14	trim2-14	trim3-14	trim4-14	trim1-15	trim2-15
Colisión	86	101	97	150	91	176
Mecánico	1 417	1 461	1 671	1 496	1 689	1 883
Eléctrico	112	190	183	152	183	185
Electrónico	10	27	29	30	23	28

Tabla 3.4. Ventas trimestrales por grupo de repuestos desde el año 2014 al 2016
(continuación...)

	trim3-15	trim4-15	trim1-16	trim2-16	trim3-16	trim4-16
Colisión	344	342	285	236	172	142
Mecánico	2 044	1 982	1 751	1 687	1 761	2 138
Eléctrico	258	248	209	186	146	113
Electrónico	71	82	67	224	123	88

En las figuras 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 se puede observar las ventas trimestrales de cada grupo de repuestos, en donde el grupo de mecánicos tuvo el mayor número de ventas, seguido por el grupo de eléctricos que también se utiliza en un alto volumen en los mantenimientos y por el grupo de colisión que desde el tercer trimestre del 2015 hasta el segundo trimestre del 2016, tuvo un incremento significativo debido a los diferentes convenios que se establecieron entre la empresa y varias aseguradoras de vehículos, lo cual influyó en el ingreso de un mayor volumen de vehículos dañados por accidentes.

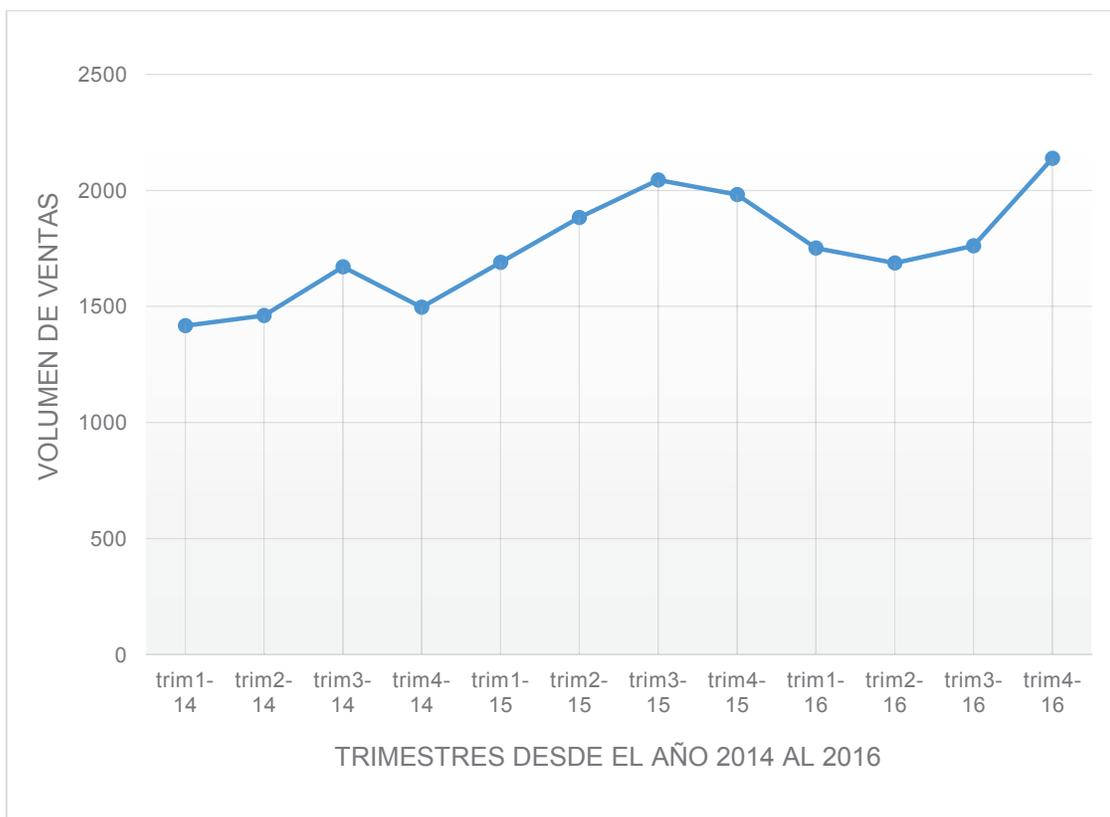


Figura 3.6. Volumen de ventas trimestrales de repuestos mecánicos

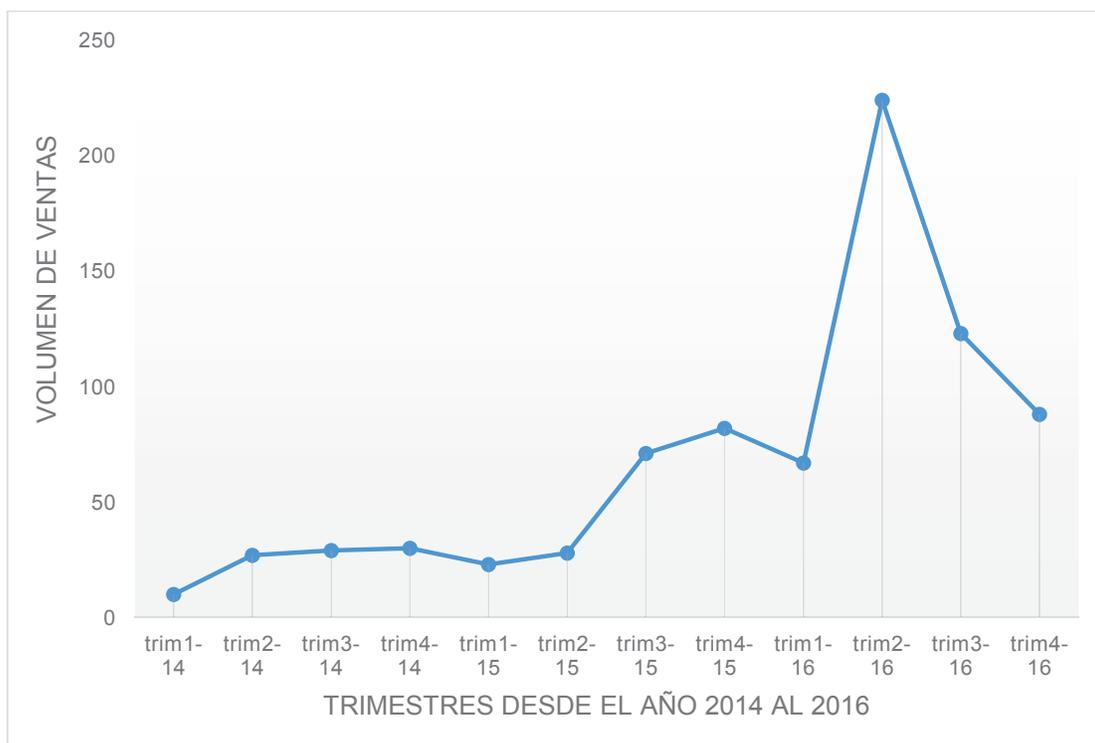


Figura 3.7. Volumen de ventas trimestrales de repuestos electrónico

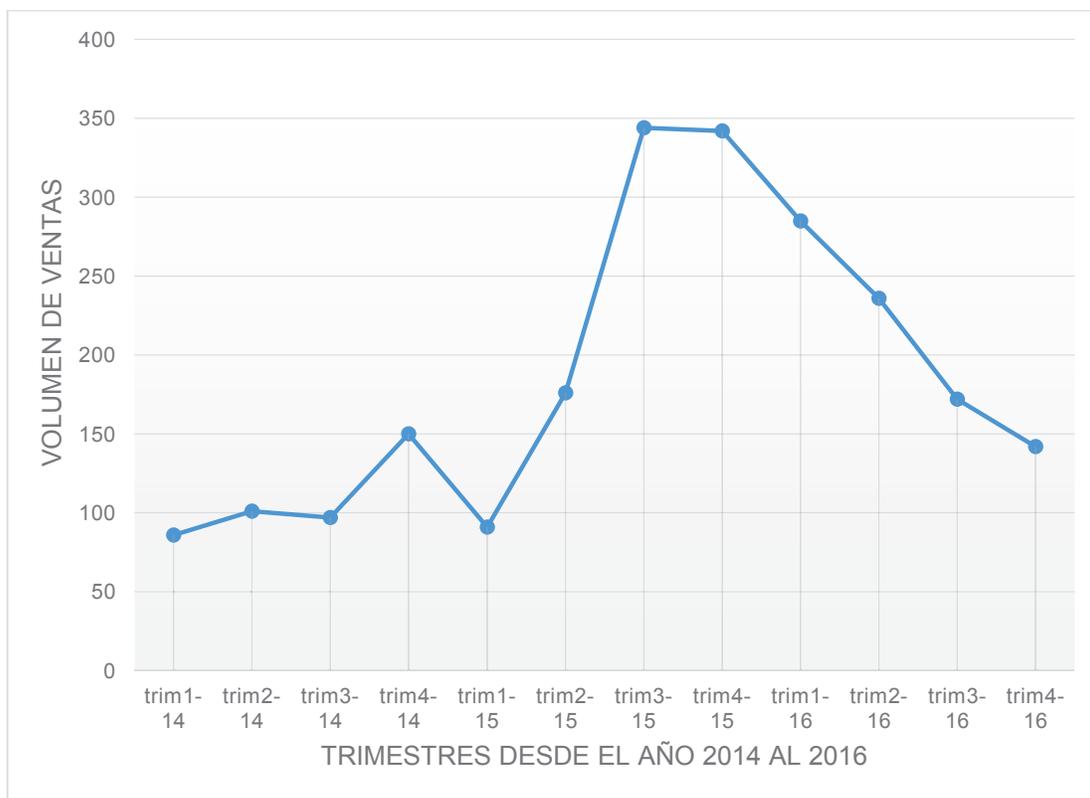


Figura 3.8. Volumen de ventas trimestrales de repuestos de colisión

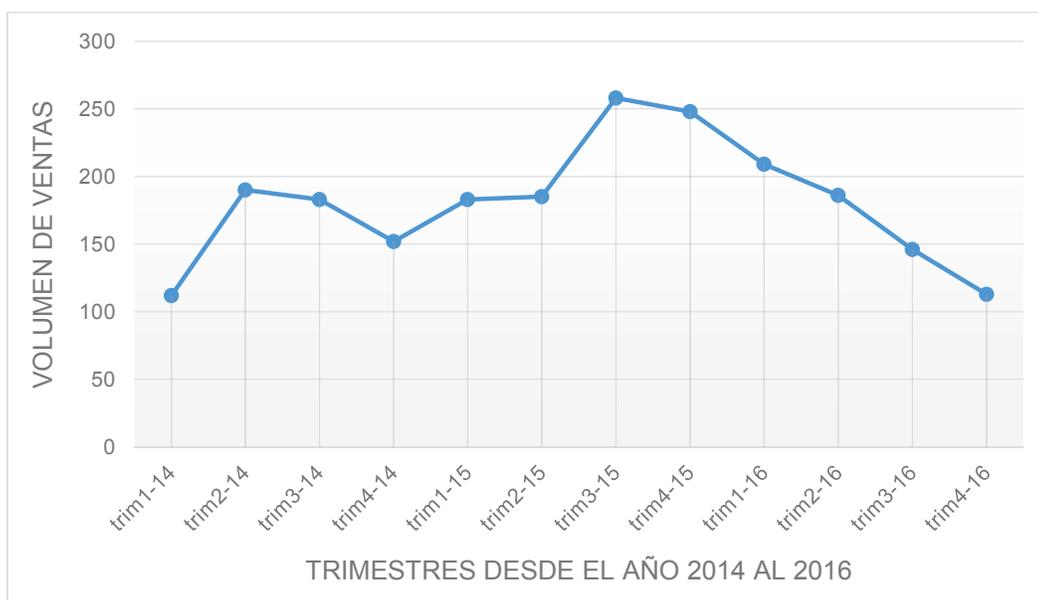


Figura 3.9. Volumen de ventas trimestrales de repuestos eléctricos

3.2 CLASIFICACIÓN DE ÍTEMS ABC

Para el inventario se identificaron los repuestos por cada grupo de ítems para determinar cuáles de ellos eran los que mayor valor en inventario representaban para la empresa. En la tabla 3.5 se muestra parte de los ítems de los repuestos en inventario.

Tabla 3.5. Listado de repuestos en inventario

CÓDIGO	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	Stock Disponible	Costo Promedio
03L145715L	30621	Turbocompresor Crafter	1	3980,37
03L145715G	25507	Turbocompresor Motor Cdca	1	3369,03
03L130277C	21475	Inyector De Combustible Amarok/Transport	5	397,93
6Q0820367B	20234	Filtro Polem Gol/Voy (2009-2011) Polo/Fox (Desde 2003)	12	14,06
0261155613	16605	Filtro Aceite Gol 94 Al 2008 / Jetta 2.0	24	7,00
07K903315S	29650	Elemento Tensor Con Tornillo Compresor Bora	2	83,30
03C145299C	28368	Tensor Correa Poli V Polo Jetta	1	65,02
088141165B	21691	Rulimán De Embrague Gol-Parati-Saveiro- Transport	2	32,18
036103464P	30729	Separador De Aceite Gol/Fox/Polo/Voyaje	3	21,24

En la tabla 3.6 se muestran los cálculos que se realizaron para obtener la clasificación ABC de los repuestos mecánicos mediante el porcentaje de participación acumulada ordenado de manera descendente. En el anexo I se detallan los ítems comprendidos dentro de la clasificación B de cada uno de los grupos de repuestos, ya que éstos fueron el objeto de estudio.

Tabla 3.6. Clasificación ABC de los repuestos mecánicos en inventario

MATERIAL	Stock	Costo Promedio	Costo PromTotal	% participación	Particip. acumul	clasificación
30621	1	3980,37	3980,37	2,82%	2,82%	A
25507	1	3369,03	3369,03	2,39%	5,20%	A
21475	5	397,93	1989,63	1,41%	6,61%	A
20234	12	14,06	168,67	0,12%	80,09%	B
16605	24	7,00	168,00	0,12%	80,20%	B
29650	2	83,30	166,60	0,12%	80,32%	B
28368	1	65,02	65,02	0,05%	95,04%	C
21691	2	32,18	64,35	0,05%	95,08%	C
30729	3	21,24	63,72	0,05%	95,13%	C

La clasificación ABC del inventario por grupo de repuestos se puede resumir en las tablas 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10. En la tabla 3.7 se puede visualizar que 233 ítems del grupo de mecánicos representan el 80% de participación dentro del inventario, por lo que pertenecen al grupo A, la mayoría de ellos por poseer un elevado costo antes que un elevado stock en bodega.

Tabla 3.7. Resumen clasificación ABC de repuestos mecánicos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	inventario	participación inventario
0% -80%	A	233	35,30%	\$ 112 938,52	80%
81% - 95%	B	191	28,94%	\$21 222,03	15%
96% - 100%	C	236	35,76%	\$7 073,70	5%

En la tabla 3.8, 37 ítems del grupo de eléctricos representan el 80% dentro del inventario, los que mayor valor dentro del inventario posee.

Tabla 3.8. Resumen clasificación ABC de repuestos eléctricos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	inventario	participación inventario
0% -80%	A	37	30,58%	\$ 12 156,43	80%
81% - 95%	B	35	28,93%	\$ 2 288,58	15%
96% - 100%	C	49	40,50%	\$ 782,51	5%

En la tabla 3.9, 19 ítems del grupo de repuestos electrónicos representan el 80% de participación dentro del inventario, 19 ítems que representan \$12 859,29 de inventario.

Tabla 3.9. Resumen clasificación ABC de repuestos electrónicos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	inventario	participación inventario
0% -80%	A	19	30,66%	\$ 12 859,29	80%
81% - 95%	B	23	37,10%	\$ 2 420,41	15%
96% - 100%	C	20	32,26%	\$ 818,94	5%

En la tabla 3.10, 169 ítems del grupo de repuestos de colisión representan el 80% de participación dentro del inventario. Mayor cantidad de ítems con respecto a repuestos eléctricos y electrónicos, representando así \$42 487,05 dentro del valor del inventario.

Tabla 3.10. Resumen clasificación ABC de repuestos de colisión

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	inventario	participación inventario
0% -80%	A	169	35,58%	\$ 42 487,05	80%
81% - 95%	B	139	29,26%	\$ 8 024,03	15%
96% - 100%	C	167	35,16%	\$ 2 688,91	5%

Para establecer y desarrollar una política de inventarios adecuado fue necesario definir el grado de importancia de cada uno de los repuestos dentro de cada grupo en función de las ventas históricas, y para esto se utilizó la clasificación ABC. En la tabla 3.11 se muestra parte de los ítems del grupo de mecánicos, que son los más representativos en ventas para la empresa.

Tabla 3.11. Listado de los repuestos mecánicos y cantidad vendida desde el año 2014 al 2016

Material	Código Cepsa	Descripción	Cantidad
21133	032905106E	Bobina De Encendido Voy (2012-2013) / Gol (Desde 2013)	123
23800	03L253014A	Colector De Escape Amarok	8
16630	101905609	Bujías Polo / Fox / Saveiro / Parati / Gol / Voyage	1 596
21321	T2H0698151	Pastillas Freno Del. Amarok Tdi / Tsi (Alt)	281
23578	T6N0698151C	Pastillas Freno Del. Gol 2009 - 2011 -- (Alt)	34
20435	1K6955651	Motor Sistema Lava Cristales Gol / Fox / Polo / Jetta / Tiguan	27
17294	06A141031C	Disco De Embrague Jetta 2005-2011	16
27820	ART6098	Filtro Aire Vw Gol 2009 En Adelante (Alternativo)	115

En la tabla 3.12 se muestran los cálculos y los resultados obtenidos para la clasificación ABC de los repuestos mecánicos. En el anexo II se detalla la clasificación B de las ventas por grupo de repuestos.

Tabla 3.12. Clasificación ABC de los repuestos mecánicos

Material	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
21133	123	302,94	37 261,62	2,96%	2,96%	A
23800	8	4 240,00	33 920,00	2,69%	5,65%	A
16630	1 596	20,30	32 398,80	2,57%	8,23%	A
23578	34	57,76	1 963,84	0,16%	80,12%	B
25503	1	1 960,00	1 960,00	0,16%	80,27%	B
20435	27	71,49	1 930,23	0,15%	80,43%	B
17294	16	120,54	1 928,64	0,15%	80,58%	B
20449	18	24,06	433,08	0,03%	95,01%	C
24083	1	429,06	429,06	0,03%	95,04%	C
22100	3	142,80	428,40	0,03%	95,08%	C
27829	2	212,29	424,58	0,03%	95,11%	C

De la clasificación ABC y los cálculos realizados en la tabla anterior, se puede resumir en las tablas 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16. En la tabla 3.13, 135 ítems del grupo

de mecánicos representan el 80% de las ventas de la empresa en los años 2014, 2015 y 2016.

Tabla 3.13. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos mecánicos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	venta	participación ventas
0% -80%	A	135	14,29%	\$ 1'006 767,06	80%
81% - 95%	B	189	20,00%	\$ 189 003,43	15%
96% - 100%	C	621	65,71%	\$ 63 289,93	5%

En la tabla 3.14, 43 ítems del grupo de electrónicos representan el 80% de las ventas de la empresa en los años desde el 2014 al 2016.

Tabla 3.14. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos electrónicos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	venta	participación ventas
0% -80%	A	43	27,92%	\$ 110 690,03	80%
81% - 95%	B	35	22,73%	\$ 21 526,29	15%
96% - 100%	C	76	49,35%	\$ 7 111,61	5%

En la tabla 3.15, 11 ítems del grupo de eléctricos representan el 79% de las ventas de la empresa en los años 2014, 2015 y 2016.

Tabla 3.15. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos eléctricos

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	venta	participación ventas
0% -80%	A	11	7,48%	\$ 114 974,05	79%
81% - 95%	B	30	20,41%	\$ 22 918,79	16%
96% - 100%	C	106	72,11%	\$ 7 341,14	5%

En la tabla 3.16, 104 ítems del grupo de colisión representan el 80% de las ventas de la empresa en los años 2014, 2015 y 2016.

Tabla 3.16. Resumen de la clasificación ABC de las ventas de los repuestos de colisión

Participación estimada	Clasificación de n	N	Participación n	venta	participación ventas
0% -80%	A	104	19,70%	\$428 089,86	80%
81% - 95%	B	101	19,13%	\$ 80 858,20	15%
96% - 100%	C	323	61,17%	\$ 27 145,79	5%

En la tabla 3.17 se resume el consumo de repuestos en los 3 años analizados y a su vez el porcentaje que representa cada uno de ellos dentro de la clasificación ABC.

Tabla 3.17. Resumen de la clasificación ABC de todos los grupos de repuestos

	REPUESTOS POR CATEGORÍA				% DE REPUESTOS POR CATEGORÍA			
	A	B	C	TOTAL	A	B	C	TOTAL
COLISION	104	101	323	528	20%	19%	61%	100%
ELÉCTRICO	11	30	106	147	7%	20%	72%	100%
ELECTRÓNICO	43	35	76	154	28%	23%	49%	100%
MECÁNICO	135	189	621	945	14%	20%	66%	100%
TOTAL	293	355	1126	1774	17%	20%	63%	100%

Dentro de la categoría A se encuentran 293 repuestos que representan el 80% de las ventas, dentro de la categoría B se encuentran 355 repuestos que representan el 15% de las ventas y 1126 repuestos que representan el 5% de las ventas y conforman la categoría C.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO

Para realizar los pronósticos de la demanda se escogieron los ítems pertenecientes a la clasificación B de cada grupo de repuestos, pero aquellos que representaban un mayor número de ventas dentro de un periodo de 36 meses (entre 20 a 36 meses de ventas), tal como se muestra en la tabla 3.18. En el anexo III se detalla los ítems escogidos para el resto de grupos de repuestos.

En la tabla 3.19 se muestra la demanda mensual del año 2016 de cada uno de los ítems de los grupos de repuestos. Con estos datos se procedió a realizar el pronóstico de la demanda utilizando la metodología de suavización exponencial simple como lo sugiere Vidal (2002) en su tabla 3.1 de control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación ABC, en donde indica que los ítems de clase B dentro de los métodos de control se puede utilizar la suavización exponencial simple, junto con un sistema de control computarizado clásico (p. 41).

Además, Bowerman, O'Connell y Koehler (2007) indican que “el método de suavización exponencial se usa para pronosticar una serie temporal cuando no hay tendencia o patrón estacional” (p. 346).

Como factor de suavización se probaron 2 valores, de 0,3 y 0,5. La selección de la constante de suavización (α) es importante para la estimación de pronósticos. Si los datos poseen una variabilidad aleatoria relativamente alta, se tratará de escoger un valor pequeño como constante de suavización, ésto se debe a que gran parte del error del pronóstico es provocado por la variabilidad aleatoria, por lo que un valor pequeño permite un mejor pronóstico.

Pero, para datos con una variabilidad aleatoria relativamente pequeña, se requiere de valores más elevados de la constante de suavización, debido a que tienen la ventaja de ajustar con rapidez los pronósticos cuando ocurren errores de pronóstico. Teóricamente los valores de la constante varían de 0 a 1, pero en la práctica, el valor de α está entre 0,01 y 0,90 (Buffa y Taubert, 1992, p. 51; Riggs, 1987, p. 43; Snyder, Koehler y Keith, 2002, p. 12).

Tabla 3.18. Ítems mecánicos pertenecientes a la clasificación B con mayor número de ventas en un periodo de 36 meses

Material	Descripcion	no ventas	mes inactivo	ventas
22941	Banda Accesorios Con A/C Crafter - Touareg	15	0	21
22366	Filtro Aire Hca2697	16	0	20
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	11	0	25
16607	Bujías Gol / Parati / Saveiro 2004 Al 2010	9	0	27
16668	Empaque De Cabezote Gol / Voy / Polo	12	0	24
16657	Rodillo Tensor De Distribucion Gol (2006-2014)	15	0	21

Tabla 3.19. Demanda de repuestos correspondiente al año 2016

Material	Descripción	ene	Feb	Mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
22941	Banda Accesorios Con A/C Crafter - Touareg	3	4	1	6	3	1	4	1	1	0	3	4
22366	Filtro Aire Hca2697	9	5	2	1	1	1	0	1	4	1	5	1
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	4	3	4	9	6	0	2	5	8	2	3	6
16607	Bujias Gol / Parati / Saveiro 2004 Al 2010	4	0	10	8	17	1	6	2	8	9	15	0
16668	Empaque De Cabezote Gol / Voy / Polo	1	7	3	5	2	0	3	5	2	5	3	4
16657	Rodillo Tensor De Distribucion Gol (2006-2014)	4	2	4	2	1	1	5	0	6	4	2	0
22430	Filtro Aire Transporter T5	5	0	1	0	5	0	2	3	2	2	6	1
16643	Filtro Comb. Gol 94 – 2008	3	8	5	3	8	6	0	1	1	5	9	3
16677	Banda Dist.	4	3	1	2	5	0	3	5	3	6	2	9
16603	Filtro Aire Gol 94 Al 2010	2	5	1	1	0	0	1	2	3	5	3	1
16621	Filtro Aceite Tiguan Diesel	0	1	1	2	4	2	1	6	5	1	3	1
20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.	3	1	9	1	2	0	3	8	9	0	3	5
24045	Conmutador Pedal Freno Gol (2003-2010) / Golf - Polo (2007-2011)	1	2	3	1	0	2	1	1	2	1	2	0
22328	Conmutador Pedal Freno Golf / Jetta / Transporter	0	1	1	2	5	3	2	5	0	2	4	2

Tabla 3.19. Demanda de repuestos correspondiente al año 2016 (continuación...)

Material	Descripcion	ene	Feb	Mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
17345	Foco Halogeno H4 - 12v - 60/55w	9	6	2	6	0	1	3	10	2	3	0	2
17343	Foco Claro De 12v - 1 Contacto	23	17	6	5	11	9	15	5	7	0	1	0
17342	Foco Claro De 12v - 2 Contacto	12	15	18	17	6	6	1	0	10	2	0	1
21507	Cristal Espejo Rh Gol	1	4	5	2	0	1	5	1	1	5	1	4
24337	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (2009-2013)	4	2	5	5	6	8	8	6	2	9	2	7
23510	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (Desde 2013)	1	6	2	7	2	1	5	6	3	5	3	1

En la tabla 3.20 se detalla el proceso de cálculo de los pronósticos utilizando suavización exponencial, de un ítem del grupo de repuestos mecánicos. También se detalla el cálculo del error del pronóstico y la desviación estándar del mismo.

Tabla 3.20. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para banda de accesorios con A/C Crafter y Touareg

	demanda	$\alpha = 0,3$		$\alpha = 0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	3	3		3	
feb-16	4	3	1	3	1
mar-16	1	3,3	-2,3	3,5	-2,5
abr-16	6	2,61	3,39	2,25	3,75
may-16	3	3,627	-0,627	4,125	-1,125
jun-16	1	3,4389	-2,4389	3,5625	-2,5625
jul-16	4	2,70723	1,29277	2,28125	1,71875
ago-16	1	3,095061	-2,095061	3,140625	-2,140625
sep-16	1	2,4665427	-1,4665427	2,0703125	-1,0703125
oct-16	0	2,02657989	-2,02657989	1,53515625	-1,5351563
nov-16	3	1,418605923	1,581394077	0,76757813	2,23242188
dic-16	4	1,893024146	2,106975854	1,88378906	2,11621094
ene-17		2,525116902		2,94189453	
desv. Estand			2,077357293		2,22809358

Como se puede observar en la tabla anterior la menor desviación estándar se obtuvo con el coeficiente de 0,3, por lo que se escogió el pronóstico calculado con este coeficiente, siendo para enero 2017 y para el resto de meses el pronóstico de este repuesto de aproximadamente 3 ítems mensuales. En el anexo IV se detalla los cálculos de pronósticos para todos los repuestos expuestos en la tabla 3.19.

En la tabla 3.21 se realizó un pequeño resumen con los datos obtenidos de la desviación estándar utilizando 2 valores de coeficiente de suavización: $\alpha = 0,3$ y $0,5$. Se escogieron los valores que presentaron menor desviación estándar para los cálculos posteriores.

Tabla 3.21. Resumen de los datos de desviación estándar obtenidos mediante el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para el grupo de repuestos en estudio

Material	Descripcion	Desviación Estándar	
		$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,5$
22941	Banda Accesorios Con A/C Crafter - Touareg	2,078	2,23
22366	Filtro Aire Hca2697	2,78	2,66
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	3,148	3,384
16607	Bujías Gol / Parati / Saveiro 2004 Al 2010	6,73	7,27
16668	Empaque De Cabezote Gol / Voy / Polo	2,45	2,63
16657	Rodillo Tensor De Distribucion Gol (2006-2014)	2,34	2,52
22430	Filtro Aire Transporter T5	2,68	2,83
16643	Filtro Comb. Gol 94 - 2008	3,58	3,75
16677	Banda Dist.	2,34	2,86
16603	Filtro Aire Gol 94 Al 2010	1,94	1,96
16621	Filtro Aceite Tiguan Diesel	2,04	2,14
20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.	3,99	4,32
24045	Conmutador Pedal Freno Gol (2003-2010) / Golf - Polo (2007-2011)	1,08	1,16
22328	Conmutador Pedal Freno Golf / Jetta / Transporter	1,89	2,01
17345	Foco Halogeno H4 - 12v - 60/55w	3,56	3,80
17343	Foco Claro De 12v - 1 Contacto	5,01	5,38
17342	Foco Claro De 12v - 2 Contacto	5,60	5,47
21507	Cristal Espejo Rh Gol	2,36	2,56
24337	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (2009-2013)	2,84	3,06
23510	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (Desde 2013)	2,76	2,94

La mayoría de repuestos presentaron menor desviación estándar con el coeficiente de suavización de 0,3, sólo para los repuestos Foco Claro De 12v - 2 Contacto (17342) y Filtro Aire Hca2697 (22366) se escogieron los resultados con $\alpha=0,5$ ya que presentaron valores inferiores de desviación estándar con respecto a los obtenidos con $\alpha=0,3$.

3.4 ESTABLECIMIENTO DE LA POLÍTICA DE INVENTARIOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA PULL

3.4.1 CONTROL CONJUNTO DE ÍTEMS

Con los valores de desviación estándar de los errores del pronóstico de la demanda se procedió a calcular las variables de inventario de seguridad, valor esperado del número de veces que ocurren faltantes por año y de valor esperado (\$) de faltantes por año, utilizando las ecuaciones [1.9], [1,10] y [1,11] para cada ítem. En la tabla 3.22 se resumen los datos obtenidos para cada ítem.

Tabla 3.22. Resumen de los cálculos realizados para el control de ítems de manera individual para cada repuesto

ítem	Demanda	Valor unitario	Lead time	Des. Est. LT	Tamaño pedido	Punto de reorden	Demanda esperada
	unid/año	\$/unidad	días	unidades	unidades	unidades	unidades
i	D_i	v_i	L_i	σ_{L_i}	Q_i	S_i	x_{L_i}
22941	31	54,40	2	2,94	9	1,86	0,22
22366	31	16,08	2	3,76	16	2,20	0,22
22102	52	26,96	2	4,79	16	2,82	0,36
16607	80	6,14	2	10,28	42	6,06	0,56
16608	40	30,90	2	3,73	13	2,20	0,28
16657	31	37,06	2	3,56	11	2,10	0,22
22430	27	32,86	2	4,01	11	2,36	0,19
16643	52	8,00	2	5,31	30	3,13	0,36
16677	43	15,42	2	4,04	20	2,38	0,30
16603	24	12,80	2	2,77	16	1,63	0,17
16621	27	21,52	2	3,03	13	1,79	0,19
20825	44	11,73	2	5,64	23	3,60	0,31
24045	16	38,39	2	1,53	8	0,96	0,11
22328	27	27,54	2	2,67	12	1,67	0,19
17345	44	6,70	2	5,04	30	3,06	0,31
17343	99	1,58	2	7,08	93	6,88	0,69
17342	88	0,75	2	7,74	127	6,11	0,61
21507	30	37,50	2	3,63	11	2,08	0,21
24337	64	19,26	2	4,33	21	4,40	0,44
23510	42	18,51	2	4,15	18	2,92	0,29

Tabla 3.22. Resumen de los cálculos realizados para el control de ítems de manera individual para cada repuesto (continuación...)

ítem	factor de seguridad			Inventario de seguridad	número de faltantes	valor # faltantes
				\$	#stockouts/año	\$/año
i	Ki	$p_u(ki)$	$G_u(ki)$	Ssi		
22941	0,56	0,30	0,19	89,47	1.04	35,92
22366	0,53	0,29	0,18	31,91	0,58	5,88
22102	0,51	0,30	0,19	66,29	0.99	17,06
16607	0,54	0,29	0,18	33,80	0,56	2,17
16608	0,52	0,30	0,19	59,40	0.93	18,23
16657	0,53	0,29	0,18	69,85	0.84	19,71
22430	0,54	0,29	0,18	71,39	0,72	14,98
16643	0,52	0,30	0,19	22,15	0,52	2,66
16677	0,52	0,30	0,19	32,10	0,65	6,36
16603	0,53	0,29	0,18	18,73	0,45	3,62
16621	0,53	0,29	0,18	34,49	0,62	8,43
20825	0,58	0,28	0,17	38,64	0,54	3,91
24045	0,55	0,29	0,18	32,59	0,58	14,04
22328	0,56	0,28	0,17	40.83	0,65	11,15
17345	0,55	0,29	0,18	18,45	0,43	1,80
17343	0.87	0,19	0,10	9,78	0,20	0,18
17342	0,71	0,23	0,14	4,12	0,17	0,07
21507	0,52	0,30	0,19	70,19	0.82	19,61
24337	0.91	0,18	0,09	76,18	0,55	5,79
23510	0,63	0,26	0,16	48,65	0,62	6,94
TOTAL				869,02	12,45	198,49

Los valores de $P_u(k_i)$ y $G_u(k_i)$ se tomaron de las tablas detalladas en el libro de Vidal (2002), del apéndice A, estas tablas se adjuntan en el Anexo V para el presente trabajo (p. 242).

Como se puede observar en la tabla 3.22, el valor total de inventario de seguridad analizando los repuestos de manera individual tiene un valor de \$869,02, en donde se espera 12,45 stockouts/año, los mismos que tienen un costo de \$198,49/año. Para establecer el control conjunto se calculó el factor de seguridad común para todos los ítems. A través de tablas se obtuvieron los valores de riesgo de agotar

existencias $Pu(ki)$ y el número de veces que pueden ocurrir faltantes $Gu(ki)$, también común para todos los ítems. Mediante las ecuaciones [1,14], [1,15] y [1,16] se calcularon los valores de inventario de seguridad, número de stockouts en grupo y el costo de los mismos. En la tabla 3.23 se resume los cálculos para el control conjunto de los ítems.

Tabla 3.23. Resumen de los cálculos realizados para el control conjunto de ítems

ítem			factor de seguridad			Inventario de seguridad	número de faltantes	valor # faltantes
			grupal	grupal	grupal	\$	#stockouts/año	\$/año
I	$ki * \sigma_{Li} * vi$	$\sigma_{Li} * vi$	ki	$P_u(ki)$	$G_u(ki)$	Ssi		
21507	70,19	125,25	0,60	0,27	0,16	74,68	0,75	17,25
24337	76,18	77,43	0,60	0,27	0,16	46,16	0,84	9,90
23510	48,65	56,27	0,60	0,27	0,16	33,55	0,64	7,28
17345	18,45	33,77	0,60	0,27	0,16	20,13	0,40	1,66
17343	9,78	11,19	0,60	0,27	0,16	6,67	0,29	0,28
17342	4,12	5,81	0,60	0,27	0,16	3,46	0,19	0,09
20825	38,64	66,16	0,60	0,27	0,16	39,44	0,52	3,79
24045	32,59	58,74	0,60	0,27	0,16	35,02	0,55	12,95
22328	40,83	73,53	0,60	0,27	0,16	43,84	0,62	10,45
22941	89,47	159,39	0,60	0,27	0,16	95,03	0,94	31,61
22366	31,91	60,46	0,60	0,27	0,16	36,05	0,53	5,26
22102	66,29	119,70	0,60	0,27	0,16	71,37	0,89	14,78
16607	33,80	58,39	0,60	0,27	0,16	34,81	0,52	1,97
16608	59,40	106,91	0,60	0,27	0,16	63,74	0,84	16,04
16657	69,85	122,67	0,60	0,27	0,16	73,14	0,77	17,62
22430	71,39	124,54	0,60	0,27	0,16	74,25	0,67	13,60
16643	22,15	40,56	0,60	0,27	0,16	24,18	0,48	2,34
16677	32,10	59,52	0,60	0,27	0,16	35,49	0,59	5,59
16603	18,73	35,07	0,60	0,27	0,16	20,91	0,41	3,24
16621	34,49	62,19	0,60	0,27	0,16	37,08	0,57	7,54
TOTAL	869,02	1457,5		TOTAL	869,02	12,02	183,23	

Se compararon los resultados obtenidos en el análisis individual y en grupo, en donde se determinó que existe una mejora entre el manejo individual y en grupo,

hubo una mejora del 3,5% con respecto a la disminución de stockouts cuando se realiza el control en conjunto y el valor de stockouts mejora en un 7,7%.

Se estableció un periodo de reabastecimiento conjunto utilizando la ecuación [1,17], para lo cual el departamento de contabilidad proporcionó el costo fijo de incluir un ítem en un pedido sea de \$5 para cada repuesto. En la tabla 3.24 se resumen los datos y cálculos obtenidos para el grupo de repuestos en estudio.

Tabla 3.24. Datos y cálculos realizados para determinar el punto de reordenamiento conjunto

costo de ordenamiento	costo de mantener inventario	numerador	denominador	R	R
\$/pedido	%/ año			año	días
A	r	$2 * (A+ai)$	$r * \sum(Di * vi)$		
20	29	240	4 304,64	0,24	68

Entonces, se tiene que la revisión en conjunto de los 20 ítems analizados se debe realizar a los 68 días para poder realizar un nuevo pedido. Una vez calculado R, se determinó el inventario máximo de cada ítem, acorde con el servicio deseado que en este caso fue del 95%, a través de la expresión [1,18]. Los datos obtenidos del inventario máximo se detallan en la tabla 3.25.

Tabla 3.25. Valores de inventario máximo para cada uno de los ítems en estudio

Ítem	Inventario máximo
	unidades
i	Si
22941	7,90
22366	9,30
22102	13,00
16607	20,50
16608	10,20
16657	7,90
22430	7,20
16643	13,20

Tabla 3.25. Valores de inventario máximo para cada uno de los ítems en estudio (continuación...)

Ítem	Inventario máximo
	Unidades
i	Si
16677	10,90
16603	6,20
16621	7,30
20825	11,30
24045	4,10
22328	7,20
17345	12,00
17343	7,60
17342	9,00
21507	7,60
24337	16,10
23510	10,80

Finalmente, se calculó el costo total relevante que implica el manejo conjunto de los 20 ítems en estudio, el cálculo se lo realizó mediante la expresión [1.20], el mismo que fue de \$1 081,27 por año. En el Anexo VI se detallan los cálculos realizados para obtener este valor. Finalmente se calculó el nivel de servicio real de cada ítem si se implementaría el sistema de control conjunto, tal como se detalla en la tabla 3.26.

Tabla 3.26. Valores del nivel de servicio alcanzado usando el sistema de control conjunto

Ítem	$(\sigma_{R+Li}) * G_u(ki)$	di * R	nivel de servicio alcanzado (P2)
22941	0,005	7,317	99,900%
22366	0,020	7,555	99,700%
22102	0,005	12,281	100,000%
16607	0,014	18,890	99,900%
16608	0,006	9,445	99,900%
16657	0,005	7,317	99,900%
22430	0,008	6,378	99,900%
16643	0,007	12,281	99,900%

Tabla 3.26. Valores del nivel de servicio alcanzado usando el sistema de control conjunto (continuación...)

ítem	$(\sigma_{R+Li}) * G_u(ki)$	di * R	nivel de servicio alcanzado (P2)
16677	0,006	10,152	99,900%
16603	0,005	5,664	99,900%
16621	0,009	6,378	99,900%
20825	0,007	10,404	99,900%
24045	0,002	3,808	100,000%
22328	0,008	6,392	99,900%
17345	0,017	10,404	99,800%
17343	0,048	3,808	98,700%
17342	0,031	6,392	99,500%
21507	0,005	7,072	99,900%
24337	0,007	15,096	100,000%
23510	0,008	9,928	99,900%

3.4.2 INDICADORES DE GESTIÓN DE INVENTARIO

Para evaluar si el método planteado de control conjunto de ítems aumenta la productividad del departamento y representa una mejora para la empresa para establecer como política se compararon el número de rotaciones de inventario de los años 2016 y 2017.

Primero se calculó el inventario promedio agregado de los 20 ítems parte de este estudio mediante la siguiente expresión:

$$\text{Inventario promedio agregado} = \sum Vi * vi$$

El volumen de cada ítem (V_i) se calculó a través del nivel de inventario por el número de pedidos realizados anualmente. Para el caso del año 2016 según la experiencia de la persona encargada para los ítems en estudio por pertenecer a la clasificación B, en donde no existe una alta rotación, la revisión de stock se lo realizó cada 45 días, con lo se generaron 7,8 pedidos al año. El inventario promedio agregado de los 20 ítems fue de \$26 710,61/ año.

Con los datos de simulación para el año 2017, se revisa el inventario cada 68 días, generando 5,4 pedidos al año. El inventario promedio agregado fue de \$23 128,86/ año. Teniendo de esta manera una disminución del 13,40% con respecto al 2016.

El número de rotaciones de inventario para el año 2016 fue de 0,2854, mientras que para el año 2017 fue de 0,6448. Mora (2013) manifiesta que la rotación de inventario representa el número de veces que el capital invertido se recupera a través de las ventas, esto quiere decir que, en el año 2016, 0,28 veces se recuperó el capital invertido, mientras que con los datos arrojados por la simulación de un manejo conjunto de ítems se podría estar recuperando 0,64 veces el capital invertido. Incrementándose el porcentaje de recuperación del capital en un 44,26%.

Otro indicador de gestión de inventario es el número de semanas de aprovisionamiento, para el año 2016 se obtuvo 175,18 semanas de aprovisionamiento, mientras que para el año 2017 se obtuvo 77,54 semanas, indicando que al implementar la metodología de control conjunto las semanas de aprovisionamiento disminuyen ya que existe un control en el stock de seguridad, inventario en mano e inventario máximo, que permite disminuir costos de ordenamiento y alistamiento. Además, está acorde con el sistema utilizado para aprovisionamiento periódico, ya que se fijó el tiempo de 68 días para revisión y la cantidad a ordenar dependerá del nivel de inventario existente.

3.5 PAQUETE INFORMÁTICO PARA SIMULACIÓN

En el programa WinQSB se escogió el módulo de sistema y teoría de inventarios, en el cual para desarrollar el caso del presente trabajo se utilizó el modelo de intervalo fijo de revisión periódica, como se muestra en la figura 3.10.

Continuous Review Order-Up-To (s, S) System
 Periodic Review Fixed-Order-Interval (R, S) System
 Periodic Review Optional Replenishment (R, s, S) System

Problem Title
 Time Unit

Figura 3.10. Método escogido en el módulo de teoría de inventarios en el programa WinQSB

Aparece la pantalla para colocar los datos de media y desviación estándar de la demanda, los costos de mantenimiento, ordenamiento, adquisición y el costo de que una unidad se quede en espera, la misma que representa el 40% del costo de adquisición. Los otros datos se tomaron de la tabla 2.1. En la figura 3.11 se detalla la pantalla con los datos a ingresar.

DATA ITEM	ENTRY
Demand distribution (in year)	Normal
Mean (u)	
Standard deviation (s>0)	
(Not used)	
Order or setup cost	
Unit acquisition cost	
Unit holding cost per year	
Estimated % of shortage will be backordered	100
Unit backorder cost	
Estimated % of shortage will be lost	0
Unit lost-sales cost	M
Fixed cost if shortage occurs	
Lead time distribution (in year)	Constant
Constant value	
(Not used)	
(Not used)	
Review cost per review	

Figura 3.11. Pantalla de ingreso de datos en el método escogido de intervalo fijo de revisión periódico en el programa WinQSB

A continuación, se resumirá los resultados obtenidos de cuatro ítems escogidos de cada uno de los grupos de repuestos: mecánico, electrónico, eléctrico y colisión.

- **Banda de accesorios con A/C Crafter – Touareg (mecánico):** como se puede observar en la figura 3.12, una vez ingresado los datos en el recuadro de la figura 3.11, el resultado de inventario mínimo para este ítem es de 7,29 unidades en cada intervalo de revisión (68 días), el inventario en mano es de 7,59 unidades y el stock de seguridad es equivalente al inventario mínimo. El costo total de ordenamiento/alistamiento sería de \$84,74/año, el costo de mantenimiento \$33,04/año y el costo total relevante \$117,78/año.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,236000
2	Average demand (year)	2,58		
3	Std. dev. of demand (year)	1,78	Order-up-to quantity (S)	7,9
4	Unit acquisition cost	\$54,4000	Average minimum on hand	7,2911
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	7,9
6	Review cost	0	Average on hand inventory	7,5956
7	Unit holding cost per year	\$4,3500	Safety stock	7,2911
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$21,7600	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$84,7458
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$33,0407
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$117,7865
18	Average R+L demand	0,6089	Expected total acquisition cost	\$140,3520
19	Std. dev. of R+L demand	0,8647		

Figura 3.12. Resultados de inventario y costos para el ítem banda de accesorios con A/C Crafter-Touareg con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

Se utilizó el dato de inventario promedio mínimo en mano obtenido de la solución del problema que se detalla en la figura 3.12, para realizar la simulación para tres años, tomando en cuenta los mismos datos ya ingresados de tiempo de revisión (68 días) y el inventario máximo (7,9 unidades).

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Simulated review interval (R) in	0,236000
2	Average demand (year)	2,58		
3	Std. dev. of demand (year)	1,78	Simulated order-up-to quantity (S)	7,9
4	Unit acquisition cost	\$54,4000	Average minimum on hand	6,9230
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	7,9
6	Review cost	0	Average on hand inventory	7,5948
7	Unit holding cost per year	\$4,3500	Safety stock	7,2911
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$21,7600	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$58,0271
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$33,0373
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$91,0644
18	Average R+L demand	0,6089	Expected total acquisition cost	\$154,2078
19	Std. dev. of R+L demand	0,8647	Data collected from year 1 to	year 3

Figura 3.13. Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem banda de accesorios con A/C Crafter-Touareg con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

Como resultado de la simulación, detallado en la figura 3.13, se obtuvo que el inventario mínimo requerido para este ítem es de 6,92 unidades, un inventario en mano de 7,59 unidades y un stock de seguridad de 7,29 unidades, obteniendo un costo de ordenamiento de \$58,02/año, un costo de mantenimiento \$33,03/año y un costo total relevante de \$91,06/año. Con los datos obtenidos se puede corroborar que si se realiza un pedido controlado del ítem y tomando en cuenta el inventario máximo que se debe tener junto con el stock de seguridad se disminuye el riesgo de perder ventas o que éstas se conviertan en backorders, adicional se evita comprar en exceso y que se puedan convertir en obsoletos. En el año 2016 se realizó un pedido único de veinte unidades en el mes de mayo, el mismo que presenta un stock hasta el segundo trimestre del 2017 de seis unidades, teniendo por un año ya los repuestos sin venderse.

- **Conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol/Voyage/Polo/Saveiro (electrónico):** en la figura 3.14 se puede observar que el resultado de inventario mínimo para este ítem es de 10,43 unidades en cada intervalo de revisión (68 días), el inventario en mano es de 10,86 unidades y el stock de seguridad es equivalente al inventario mínimo. El costo total de

ordenamiento/alistamiento sería de \$84,74/año, el costo de mantenimiento \$10,19/año y el costo total relevante \$94,94/año.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,236000
2	Average demand (year)	3,67		
3	Std. dev. of demand (year)	3,34	Order-up-to quantity (S)	11,3
4	Unit acquisition cost	\$11,7300	Average minimum on hand	10,4339
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	11,3
6	Review cost	0	Average on hand inventory	10,8669
7	Unit holding cost per year	\$0,9384	Safety stock	10,4339
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$4,6920	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$84,7458
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$10,1975
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$94,9433
18	Average R+L demand	0,8661	Expected total acquisition cost	\$43,0491
19	Std. dev. of R+L demand	1,6226		

Figura 3.14. Resultados de inventario y costos para el ítem conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol/Voyage/Polo/Saveiro con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

De la misma manera que el ítem anterior se utilizó el dato de inventario mínimo obtenido en la figura 3.14 para realizar la simulación para tres años como se detalla en la figura 3.15, en los resultados se puede observar que el inventario mínimo debería ser de 9,83 unidades, el inventario en mano de 10,77 unidades y el stock de seguridad de 10,43 unidades, obteniendo unos costos de ordenamiento de \$58,02/año, costo de mantenimiento \$10,11/año y un costo total relevante de \$68,13/año. En el transcurso del año 2016 se realizaron tres pedidos en los meses de febrero, septiembre y octubre de cuatro, nueve y dos unidades respectivamente, estas cantidades no se asemejan en los valores de inventario mínimo, máximo o stock de seguridad que debería tener el ítem y mucho menos las fechas de pedido, por lo que anteriormente se realizaban los pedidos según lo que necesite el cliente en ese momento o un cálculo empírico por la experiencia de la persona a cargo.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Simulated review interval (R) in	0,236000
2	Average demand (year)	3,67		
3	Std. dev. of demand (year)	3,34	Simulated order-up-to quantity (S)	11,3
4	Unit acquisition cost	\$11,7300	Average minimum on hand	9,8352
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	11,3
6	Review cost	0	Average on hand inventory	10,7738
7	Unit holding cost per year	\$0,9384	Safety stock	10,4339
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$4,6920	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$58,0271
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$10,1102
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$68,1372
18	Average R+L demand	0,8661	Expected total acquisition cost	\$49,8509
19	Std. dev. of R+L demand	1,6226	Data collected from year 1 to	year 3

Figura 3.15. Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol/Voyage/Polo/Saveiro con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

- **Foco halógeno H4-12v-60/55w (eléctrico):** los resultados para este ítem se muestran en la figura 3.16, en donde el inventario mínimo y stock de seguridad son de 11,13 unidades por intervalo de revisión, el inventario en mano es de 11,56 unidades, los costos de ordenamiento ascienden a \$84,74/año, el costo de mantenimiento \$6,19/año y el costo total relevante \$90,94/año.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,236000
2	Average demand (year)	3,67		
3	Std. dev. of demand (year)	3,33	Order-up-to quantity (S)	12
4	Unit acquisition cost	\$6,7000	Average minimum on hand	11,1339
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	12
6	Review cost	0	Average on hand inventory	11,5669
7	Unit holding cost per year	\$0,5360	Safety stock	11,1339
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$2,6800	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$84,7458
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$6,1999
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$90,9456
18	Average R+L demand	0,8661	Expected total acquisition cost	\$24,5890
19	Std. dev. of R+L demand	1,6177		

Figura 3.16. Resultados de inventario y costos para el ítem foco halógeno H4-12v-60/55w con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

Se utilizó el dato de inventario mínimo detallado en la figura 3.16 para la simulación realizada para tres años, detallada en la figura 3.17, obteniendo como resultados de inventario mínimo 10,53 unidades por periodo de revisión, inventario en mano de 11,49 unidades y un stock de seguridad 11,13 unidades, con unos costos de ordenamiento de \$58,02/año, costo de mantenimiento \$6,16/año y un costo total relevante de \$64,18/año. En el año 2015 la bodega de repuestos terminó con cero stock de este ítem, lo que provocó que por taller se compre a proveedores no frecuentes para solventar la necesidad y a finales de enero del 2016 se realizó un único pedido de veinte unidades para todo el año. Con el estudio realizado ya se puede prever que cada 68 días que se revisa el inventario de este ítem debe haber un stock de seguridad de once ítems hasta que llegue el nuevo pedido.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Simulated review interval (R) in	0,236000
2	Average demand [year]	3,67		
3	Std. dev. of demand [year]	3,33	Simulated order-up-to quantity (S)	12
4	Unit acquisition cost	\$6,7000	Average minimum on hand	10,5361
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	12
6	Review cost	0	Average on hand inventory	11,4939
7	Unit holding cost per year	\$0,5360	Safety stock	11,1339
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$2,6800	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$58,0271
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$6,1608
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time [year]	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time [year]	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$64,1878
18	Average R+L demand	0,8661	Expected total acquisition cost	\$28,4560
19	Std. dev. of R+L demand	1,6177	Data collected from year 1 to	year 3

Figura 3.17. Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem foco halógeno H4-12v-60/55w con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

- **Cristal espejo Rh Gol (colisión):** los resultados obtenidos para este ítem se detallan en la figura 3.18, en donde el inventario mínimo y stock de seguridad son de 7,01 unidades por cada intervalo de revisión, inventario en mano 7,30 unidades, el costo de ordenamiento \$84,74/año, costo de mantenimiento \$21,91/año y el costo total relevante de \$106,66/año.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Review interval (R) in year	0,236000
2	Average demand (year)	2,5		
3	Std. dev. of demand (year)	1,93	Order-up-to quantity (S)	7,6
4	Unit acquisition cost	\$37,5000	Average minimum on hand	7,01
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	7,6
6	Review cost	0	Average on hand inventory	7,305
7	Unit holding cost per year	\$3,0000	Safety stock	7,01
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$15,0000	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$84,7458
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$21,9150
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$106,6608
18	Average R+L demand	0,59	Expected total acquisition cost	\$93,7500
19	Std. dev. of R+L demand	0,9376		

Figura 3.18. Resultados de inventario y costos para el ítem cristal espejo Rh Gol con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

Se utilizó el dato de inventario mínimo detallado en la figura 3.18 para la simulación para tres años, detallado en la figura 3.19, obteniendo los resultados de inventario mínimo de 6,63 unidades por intervalo de revisión, inventario en mano de 7,27 unidades e inventario de seguridad de 7,01 unidades. Los costos de ordenamiento serían de \$58,02/año, costos de mantenimiento \$21,83/año y el costo total relevante de \$79,86/año. Para el caso de este ítem se realizó en el año 2016, tres pedidos en los meses de mayo, julio y agosto de cinco, uno y dos unidades respectivamente, en ningún mes se maneja un stock de seguridad adecuado como lo sugieren los cálculos en la simulación ya que el año lo terminaron con apenas un ítem en stock.

09-03-2017	Input Data	Value	Inventory & Cost Analysis (year)	Value
1	Demand distribution	Normal	Simulated review interval (R) in	0,236000
2	Average demand (year)	2,5		
3	Std. dev. of demand (year)	1,93	Simulated order-up-to quantity (S)	7,6
4	Unit acquisition cost	\$37,5000	Average minimum on hand	6,6342
5	Order (setup) cost	\$20,0000	Average maximum on hand	7,6
6	Review cost	0	Average on hand inventory	7,2790
7	Unit holding cost per year	\$3,0000	Safety stock	7,01
8	Estimated % of shortage	100%	Mean shortage during lead time	0
9	Unit backordered cost	\$15,0000	% of shortage during lead time	0%
10	Estimated % of shortage lost	0%	Total order/setup cost	\$58,0271
11	Unit lost-sales cost	M	Total review cost	0
12	Fixed shortage cost	0	Total holding cost	\$21,8369
13	Lead time distribution	Constant	Total backorder cost	0
14	Average lead time (year)	0	Total lost-sales cost	0
15	Std. dev. of lead time (year)	0	Total fixed shortage cost	0
16	Average lead time demand	0	Total shortage cost	0
17	Std. dev. of lead time demand	0	Total inventory relevant cost	\$79,8640
18	Average R+L demand	0,59	Expected total acquisition cost	\$105,0770
19	Std. dev. of R+L demand	0,9376	Data collected from year 1 to	year 3

Figura 3.19. Resultados de inventario y costos de la simulación para 3 años del ítem cristal espejo Rh Gol con los datos de control conjunto en el programa WinQSB

3.6 EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Adicionalmente se calculó la productividad del año 2016 y 2017 en función del número de ítems controlados y el valor del número de faltantes, donde se obtuvo que para el año 2016 la productividad fue de 0,10 ítems/\$ y para el año 2017 fue de 0,11 ítems/\$. Esto quiere decir que mientras más valor del número de faltantes se tenga menor número de ítems se van a controlar. Por lo tanto, la variación de la productividad fue del 10%.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- En el análisis histórico de las ventas de repuestos se observó que las decisiones gubernamentales influyeron en gran medida con las limitaciones de importación y aranceles, ya que en los trimestres 1 y 2 del año 2016 se tuvo un decrecimiento en las ventas de -12,90% y 0,90% respectivamente.
- De la clasificación ABC del inventario por grupo de repuestos se obtuvo que 191 ítems del grupo de mecánicos, 35 ítems del grupo de eléctricos, 83 ítems del grupo de electrónicos y 139 ítems del grupo de colisión pertenecen al grupo B y representan el 15% de las ventas de participación del inventario, ascendiendo a un valor de \$33 955,05 en inventario para finales del 2016.
- De la clasificación ABC de las ventas por grupo de repuestos se obtuvo que 189 ítems del grupo de mecánicos, 35 ítems del grupo de eléctricos, 30 ítems del grupo de electrónicos y 101 ítems del grupo de colisión pertenecen al grupo B y representan el 15% de participación de las ventas, ascendiendo a un valor de \$314 306,71 en ventas en 3 años.
- Para el pronóstico de ventas se utilizó el método de suavización exponencial simple y la menor desviación estándar se obtuvo con la constante de suavización de 0,3, pero para los ítems foco claro de 12v – 2 contactos y filtro de aire Hca2697 la menor desviación estándar se obtuvo con la constante de suavización de 0,5.
- El número de stockouts para el control individual fue de 12,45 stockouts/año, mientras que para el control conjunto fue de 12,02 stockouts/año, mejorando en un 3,5%. El costo que implica tener stockouts para el control individual se obtuvo un costo de \$198,49/año, mientras que para el control conjunto de ítems se obtuvo un costo de \$183,23/año, mejorando en un 7,7%.

- Con la aplicación de un control conjunto de ítems la revisión del inventario se la debe realizar cada 68 días, y la cantidad a pedir sería la diferencia entre el inventario máximo calculado para cada ítem y el stock disponible al momento de la revisión.
- El número de rotaciones de inventario para el año 2016 fue de 0,2854 mientras que para el año 2017 fue de 0,6448, obteniendo un incremento del 44,26%. El número de semanas de aprovisionamiento para el año 2017 mediante los datos de la simulación y control conjunto de ítems fue de 77,54 semanas/año, teniendo menor número de semanas que se debe realizar pedidos de aprovisionamiento.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa implemente un registro de ventas perdidas por la falta de stock de repuestos para poder tener una estimación más apegada a la realidad de la demanda.
- Realizar una nueva clasificación de los repuestos tomando en cuenta el tiempo de almacenamiento y la obsolescencia de los mismos; además monitorear trimestralmente la clasificación ABC, para poder determinar si hay ítems nuevos dentro de la clasificación B y los que han dejado de tener movimiento.
- Realizar un estudio semejante tomando en cuenta costos de obsolescencia, los ciclos de vida del producto, número de pedidos que se convierten en backorders, costos de pedir a otros proveedores y las ventas perdidas.
- Hacer un estudio con los indicadores de gestión establecidos y un estudio estadístico sobre el impacto de la aplicación del modelo de control conjunto de ítems, en un plazo de 6 meses para comprobar los resultados del modelo propuesto.
- Aprovechar los resultados de la simulación para realizar un análisis histórico de las compras y las ventas de repuestos con la finalidad de establecer nuevas estrategias que contribuyan a fortalecer y optimizar el modelo establecido en el presente trabajo.
- Ampliar la investigación para trabajos similares en donde se involucre a los ítems especiales A y C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AEADE (2017). Anuario 2016. Recuperado de: <http://www.aeade.net/anuario-2016/> (Enero, 2017).
2. Azarang, M. y García, E. (1996). *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. Recuperado de [https://www.wikispaces.com/file/view/simulacion+y+an%2B%C3%ADlisis+d+e+modelos+estocasticos\(original\).pdf](https://www.wikispaces.com/file/view/simulacion+y+an%2B%C3%ADlisis+d+e+modelos+estocasticos(original).pdf) (Mayo, 2017).
3. Bowerman, B., O'Connell, R. y Koehler, A. (2007). Pronósticos, series de tiempo y regresión. Un enfoque aplicado. Recuperado de <https://seriesdetiempo.files.wordpress.com/2013/02/lectura-descomposic3b3n-multiplicativa-y-mc3a9todos-de-suavizamiento-12-feb-2013.pdf> (Julio, 2017).
4. Buffa, E. y Taubert, W. 1992. *Sistema de producción e inventario. Planeación y control*. (7ma. ed.) Mexico: Limusa.
5. Causado, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Ingenierías Universidad de Medellín*. 14(27). 163-178.
6. Concannon, K., Elder, M., Hindle, K., Tremble, J. y Tse, S. (2007). *Simulation Modeling with Simul* 8. Recuperado de http://www.simtech.hu/data/VFS_6084183539ff1c826da47589a021838c.pdf. (Abril, 2017)
7. Cortés, B. y Morales, L. (2012). *Diseño de un sistema de control de inventarios de repuestos de una empresa manufacturera en la ciudad de Cali* (tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
8. Garrido, W. (2013). *Sistema de aprovisionamiento de inventarios mediante la filosofía PULL, caso de estudio: Línea de Repuestos de la Empresa*

ELECTROLUX C.A (tesis de postgrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

9. Gavilanes, I. (2015). *Evaluación de un modelo de gestión de inventarios mediante simulación, en la empresa Cybercell S.A* (tesis de postgrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
10. Guijarro, E. (2012). *Un marco de referencia para el diseño de políticas de inventario en revisión periódica con demanda discreta y fill rate objetivo* (tesis doctoral). Universitat Politecnica de Valencia. Valencia, España.
11. Gutiérrez, R. (2016). *Implementación de un sistema de administración del inventario para una empresa importadora de vidrios y materiales para el sector automotriz e industrial* (tesis de postgrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
12. Haro, M. (22 de julio de 2016). Cae las ventas de autos, repuestos y accesorios. *Diario La Hora*. Recuperado de [http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101966014/-1/Caen las ventas de autos%2C repuestos y accesorios .html#.WSIW-miGPIU](http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101966014/-1/Caen%20las%20ventas%20de%20autos%20repuestos%20y%20accesorios.html#.WSIW-miGPIU).
13. Henríquez, M y Hernández, W. *Diseño de una guía de aplicación del Software WinQSB, para el desarrollo de herramientas cualitativas de la Ingeniería Industrial* (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, Santa Ana, El Salvador.
14. Higuerey, A. (2007). *Administración de inventario*. Universidad de los Andes. Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas. Recuperado de http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/anahigo/guias_finanzas1_pdf/tema6.pdf (marzo, 2017)

15. Martínez, H. (2012). *Manual del uso de WinQSB*. Instituto tecnológico de Tepic. Recuperado de: <http://files.fcasaltillo.webnode.es/200000082-0d5c00e55c/MANUAL%20WINQSB.pdf> (julio 2017).
16. Montenegro, R. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de inventarios, aplicando simulación Montecarlo, en una empresa de servicios petroleros* (tesis de postgrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
17. Mora, L. (2010). *Gestión Logística Integral. Las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Recuperado de www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/08/Gestion-logistica-integral.pdf (abril, 2017).
18. Mora, L. (2013). *Indicadores de la Gestión Logística. “Los indicadores claves del desempeño logístico”*. Recuperado de http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf (julio 2017).
19. Murillo, G. y Murillo, L. (2013). *Manual de Políticas y Procedimientos para el manejo técnico del inventario en su transición al nuevo sistema informático que implementará la compañía Extrusiones Plásticas EXPLAST S.A de la Ciudad de Guayaquil* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.
20. Ordoñez, C y Rivera, M. (2015). *Diseño de un sistema de control de inventarios de repuestos de lavadora y nevera en central de repuestos y servicios Whirlpool* (tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura Cali, Cali, Colombia.
21. Ponce, M. (2014). *Impacto de los indicadores de control de inventarios en la cadena de suministros*. Seminario de Investigación. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13370/1/ARTICULO%20CIENT%C3%8DFICO.%20MILTHON%20PONCE%20.pdf> (julio 2017).

22. Riggs, J. (1987). *Production systems: Planning, analysis, and control*. (4ta. ed.) Canadá: Jhon Wiley & sons, Inc.
23. Rodríguez, R. y Marrero, F. (2011). *Manual de Gestión de Inventario*. Recuperado de: <http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/4879/Reinier%20Rodr%C3%ADguez%20Miranda.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Julio, 2017).
24. Rodríguez, B. (2011). *Sistema y modelos de inventarios*. Recuperado de: <http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/692/mod2/pdf/adm.pdf> (Julio, 2017).
25. Rojas, D. y Alfonso, L. (2009). *WinQSB*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.fce.unal.edu.co/media/files/documentos/uifce/proyectos/WINQSB.pdf> (Julio, 2017).
26. Sánchez, S. (2015). *Control de inventarios mediante programación lineal en la empresa Fortaleza Cía. Ltda.* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
27. Sánchez, Z. y Garrido, M. (2015). *Diseño de un modelo de gestión de inventarios para la distribuidora de productos cárnicos y elaborados de cerdo "PEGGY" de la ciudad de Milagro* (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
28. Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. Recuperado de https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWU_Fpbnx1bmFtcGxhbmVhY2lvbnxneDozYzM1YTc1Y2lzZTFiNmVI (Junio, 2017).

29. Snyder, R. D., Koehler, A. B., and Ord, J. K. (2002). Forecasting for inventory control with exponential smoothing. *International Journal of Forecasting*, 18 (1), 5-18.
30. Vidal, C. (Ed.). (2005). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle.
31. Zacoma, R. (2003). *Creación de valor en la empresa a través del análisis estratégico de costos* (tesis de pregrado). Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México.
32. Zapata, J. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Recuperado de: <http://www.esumer.edu.co/images/centroeditorial/Libros/fei/libros/Fundamentosdelagestiondeinventarios.pdf> (Mayo, 2017).

ANEXOS

ANEXO I.

ÍTEMS DEL INVENTARIO PERTENECIENTES A LA CLASIFICACIÓN B DIVIDIDA POR GRUPO DE REPUESTOS

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20234	Filtro Polen Gol / Voy (2009-2011) Polo / Fox (Desde 2003)	12	14,06	168,67	0,12%	80,09%	B
16605	Filtro Aceite Gol 94 Al 2008 / Jetta 2.0	24	7,00	168,00	0,12%	80,20%	B
29650	Elemento Tensor Con Tornillo Compresor Bora	2	83,30	166,60	0,12%	80,32%	B
21954	Base De Motor Rh Gol / Voy	3	55,48	166,43	0,12%	80,44%	B
21952	Tubo Flex. Agua Gol	37	4,42	163,43	0,12%	80,56%	B
23534	Amortiguador Post. Crafter	2	81,38	162,76	0,12%	80,67%	B
24284	Tubo Flexible Agua Gol	44	3,69	162,42	0,12%	80,79%	B
27671	Correa Bomba Aceite Varios	6	26,99	161,96	0,12%	80,90%	B
29612	Retenedor Posterior Del Cigüeñal Amarok	1	161,57	161,57	0,11%	81,02%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
30647	Banda Poli-V Doble New Jetta	5	32,16	160,80	0,11%	81,13%	B
24476	Discos Delanteros Nuevos Gol (Alt)	4	40,00	160,00	0,11%	81,24%	B
21907	Tapa Motor Gol	3	53,26	159,77	0,11%	81,35%	B
20166	Tubo Amarok	1	157,71	157,71	0,11%	81,47%	B
26248	Junta Para Válvula Reguladora De Presion Gol	76	2,06	156,20	0,11%	81,58%	B
30795	Disco De Freno New Jetta	3	51,95	155,85	0,11%	81,69%	B
21024	Buje De Mesa Del. Metal-Goma Golf / Jetta	19	8,17	155,21	0,11%	81,80%	B
30280	Mangueta Rh Gol	1	154,74	154,74	0,11%	81,91%	B
24442	Barra Acop. Crafter	1	154,49	154,49	0,11%	82,02%	B
27493	Inyector Motor Cbpa	3	51,25	153,75	0,11%	82,13%	B
16766	Rodamiento Punta Eje Del. Sin Abs Gol / Voy / Polo / Fox	5	30,71	153,57	0,11%	82,23%	B
28588	Amortiguador Tiguan 12>>	1	150,66	150,66	0,11%	82,34%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
26620	Tubo Direccion Hidraulica New Jetta Baja Presion	3	49,95	149,85	0,11%	82,45%	B
25688	Consola De Bateria Golf	2	74,22	148,44	0,105%	82,55%	B
20531	Tubo Flex. Agua Gol	23	6,45	148,43	0,11%	82,66%	B
29157	Pastillas De Freno Golf Indicacion	1	147,54	147,54	0,10%	82,76%	B
27021	Válvula Reguladora Gol	9	16,37	147,29	0,10%	82,87%	B
17200	Tensor Correa Compresor	3	48,78	146,34	0,10%	82,97%	B
16621	Filtro Aceite Tiguán Diesel	11	13,30	146,34	0,10%	83,07%	B
30180	Rodamiento Rodillos Conicos Crafter	1	146,10	146,10	0,10%	83,18%	B
21239	Correa Accesorios Tsi	6	24,30	145,78	0,10%	83,28%	B
28945	Pastillas De Freno Del New Jetta	2	72,71	145,42	0,10%	83,38%	B
20739	Rodillo Guia De Banda De Accesorios Amarok	4	36,22	144,86	0,10%	83,49%	B
29476	Piños Dentado 2da Marcha Z = 35	3	48,15	144,45	0,10%	83,59%	B
27552	Manzana Delantera	2	72,15	144,31	0,10%	83,69%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
28618	Filtro Aceite Amarok Diesel	30	4,71	141,30	0,10%	83,79%	B
27436	Caja Termostato Agua Touareg	1	140,99	140,99	0,10%	83,89%	B
28534	Brida Toma Agua C/Sensor Amk	2	70,39	140,77	0,10%	83,99%	B
29373	Bujia Encendido Touareg	6	23,22	139,34	0,10%	84,08%	B
28898	Deflector Ventilador Fox	7	19,52	136,62	0,10%	84,18%	B
22504	Rodillo Tensor De Banda Golf	1	136,42	136,42	0,10%	84,28%	B
24644	Tuberia New Jetta	1	135,44	135,44	0,10%	84,38%	B
20887	Termostato Con Carcaza Amarok	3	44,97	134,91	0,10%	84,47%	B
21721	Rotula Lh Gol	5	26,97	134,84	0,10%	84,57%	B
21992	Manguito Bora	1	134,34	134,34	0,10%	84,66%	B
23074	Ducto Flexible Tapa Multiple	7	19,19	134,33	0,10%	84,78%	B
30770	Pastilla De Freno Del Golf 2015>> (Alt)	2	67,01	134,02	0,10%	84,85%	B
28910	Bomba De Agua New Polo 15>>	1	133,94	133,94	0,10%	84,95%	B
24657	Jgo. Cables Motor	1	133,63	133,63	0,10%	85,04%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
29791	Pastillas Post New Jetta	2	65,93	131,86	0,09%	85,14%	B
27520	Inyector	1	131,36	131,36	0,09%	85,23%	B
20075	Bomba De Agua	2	65,35	130,70	0,09%	85,32%	B
29606	Cilindro De Freno Posterior	2	65,29	130,58	0,09%	85,41%	B
30220	Juego Plumas Amarok Economy	5	26,08	130,40	0,09%	85,51%	B
17212	Banda De Distribucion 2.2/2.4	2	64,89	129,78	0,09%	85,60%	B
21917	Buje Post. Del Puente Delantero Gol	14	9,24	129,41	0,09%	85,69%	B
16652	Filtro Aire Touareg	5	25,64	128,18	0,09%	85,78%	B
24079	Pastillas Freno Post. Transporter (Alt)	2	64,00	128,00	0,09%	85,87%	B
24827	Empaque Cabezote Amarok-Crafter	2	63,60	127,20	0,09%	85,96%	B
21240	Barra Dir. Rh Amarok	1	126,68	126,68	0,09%	86,05%	B
28919	Rodamiento Del Mangueta New Polo 15>>	4	31,43	125,72	0,90%	86,14%	B
17198	Banda Reparticion Motor	2	62,78	125,56	0,090%	86,23%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16634	Filtro Comb. Golf98 - 2006	10	12,54	125,40	0,09%	86,32%	B
20529	Tapa Llenado De Aceite De Motor Gol	20	6,24	124,82	0,09%	86,41%	B
28911	Caja Termostato De Agua New Polo 15 >>	1	124,65	124,65	0,09%	86,49%	B
16715	Pastillas Freno Post. Bora	1	124,60	124,60	0,09%	86,58%	B
21653	Cojinete Suspension Amarok	2	62,10	124,20	0,09%	86,67%	B
16626	Bujías	8	15,37	122,92	0,09%	86,76%	B
27425	Mangueta Rh Gol	1	122,61	122,61	0,09%	86,84%	B
16688	Rodamiento Punta Eje Post. Golf (87-99)	2	61,13	122,26	0,09%	86,93%	B
22539	Manguera De Calefaccion Gol (1994-2010)	26	4,70	122,18	0,09%	87,02%	B
20233	Banda Accesorios Sin A/C Gol	8	15,22	121,74	0,09%	87,10%	B
20692	Tapa Cambio Gol	37	3,27	120,87	0,09%	87,19%	B
27608	Sello De Válvula Varios	154	0,78	119,87	0,09%	87,27%	B
21916	Buje Delant. Del Puente Delantero Gol	19	6,30	119,67	0,09%	87,36%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
22306	Bomba De Aceite Gol - Voy - Polo - Fox	2	59,53	119,07	0,08%	87,44%	B
25972	Tubo Ingreso Aire Turbo Amarok	1	118,81	118,81	0,08%	87,53%	B
23302	Tapa Dep. Agua Gol 1.8	29	4,09	118,61	0,08%	87,61%	B
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	7	16,85	117,94	0,08%	87,70%	B
27403	Tapa Guanteras Gol	3	39,25	117,76	0,08%	87,78%	B
24534	Cable Enc	4	29,33	117,32	0,08%	87,86%	B
29916	Juego Reparacion Caja Automatica Amarok	1	116,75	116,75	0,08%	87,94%	B
23449	Pluma Limpiaparabrisas Lh Amarok	2	58,10	116,20	0,08%	88,03%	B
24391	Pastillas Freno Post. Touareg V6 2003-2010 (Alt)	1	116,00	116,00	0,08%	88,11%	B
21093	Anillo Ventilador Jet.	1	115,97	115,97	0,08%	88,19%	B
28690	Filtro Aire Golf 15>>	4	28,80	115,20	0,08%	88,27%	B
17188	Banda De Distribucion	4	28,76	115,06	0,08%	88,35%	B
22624	Regulador Aire Acondicionado Gol	1	114,89	114,89	0,08%	88,44%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
27532	Jgo Pernos Seguridad	2	56,71	113,41	0,08%	88,56%	B
27030	Juego De Reparacion	2	56,68	113,35	0,08%	88,60%	B
28926	Mesa Rh New Polo 15>>>	1	113,05	113,05	0,08%	88,68%	B
21899	Proteccion Banda Sup. Gol	8	13,89	111,12	0,08%	88,75%	B
22369	Difusor De Aire	5	22,05	110,25	0,08%	88,83%	B
17299	Templador Banda De Accesorios Polo / Fox / Golf	1	110,25	110,25	0,08%	88,91%	B
24179	Rulimán De Embrague Con Accionam. Hidraulico Tiguan - Transporter	1	109,94	109,94	0,08%	88,99%	B
29733	Pastillas De Freno Del Jetta Bora	2	54,84	109,69	0,08%	89,07%	B
24237	Retenedor Del Arbol De Levas Amarok	4	27,29	109,16	0,08%	89,14%	B
23426	Base Amarok (Campaña)	20	5,44	108,80	0,08%	89,22%	B
16727	Manguera Sup. De Radiador Gol (1994-2010)	15	7,24	108,61	0,08%	89,30%	B
29338	Brida Trasera Con Retenedor Gol	2	53,80	107,59	0,08%	89,37%	B
21443	Junta Escape Amarok	5	21,37	106,86	0,08%	89,45%	B
22088	Barra Direccion Hid. Gol	1	106,71	106,71	0,08%	89,52%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
27388	Soporte Para Computador	3	35,55	106,64	0,08%	89,60%	B
17083	Aditivo Refrigerante	10	10,56	105,57	0,08%	89,67%	B
27523	Filtro Aire Golf	5	21,09	105,45	0,08%	89,75%	B
16620	Filtro Aceite Touareg	10	10,44	104,35	0,07%	89,82%	B
28688	Filtro De Aire Jetta 2.5 Eo	9	11,52	103,71	0,07%	89,90%	B
24111	Caja Rodamiento Der. Amarak	1	102,94	102,94	0,07%	89,90%	B
24075	Rodillo Tensor Touareg	1	102,85	102,85	0,07%	90,04%	B
22137	Correa Poli-V Golf	5	20,54	102,68	0,07%	90,12%	B
28198	Tornillo Fijacion Rueda	10	10,22	102,22	0,07%	90,18%	B
21900	Proteccion Banda Inf. Gol	19	5,38	102,22	0,07%	90,30%	B
27776	Cable Encendido	4	25,40	101,60	0,07%	90,33%	B
26026	Discos De Freno Tras Crafter 50	1	101,47	101,47	0,07%	90,40%	B
28923	Base Motor Rh New Polo 15>>	1	101,24	101,24	0,07%	90,48%	B
24419	Proteccion Banda Distribucion	20	5,06	101,23	0,07%	90,55%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23798	Cilindro Prie. Embr. Crafter	1	101,11	101,11	0,07%	90,62%	B
30730	Buje Mesa Del New Jetta	5	20,01	100,05	0,07%	90,69%	B
21476	Tubo Gata Amarok	4	25,00	99,98	0,07%	90,76%	B
16689	Pastillas Freno Post. Golf/Vento/Polo/Jetta Antiguos (Vw)	1	99,79	99,79	0,07%	90,83%	B
24533	Cable De Encendido Cilindro 2 Gol / Golf / Polo / Sav	4	24,94	99,75	0,07%	90,90%	B
26038	Tubo Union Sist. Gases Esc. Amarok Tdi	1	99,70	99,70	0,07%	90,97%	B
24611	Juego Rep. Crafter 2012	2	49,71	99,42	0,07%	91,04%	B
16667	Banda Accesorios Polo / Fox / Spacefox	4	24,81	99,25	0,07%	91,11%	B
26993	Amortiguador Del Gol 11->	1	98,97	98,97	0,07%	91,18%	B
23845	Retenedor Del. Cigüeñal Amarok	3	32,75	98,25	0,07%	91,25%	B
22472	Carter Polo	1	98,22	98,22	0,07%	91,32%	B
22561	Correa Poli V Njetta Sport	4	24,51	98,04	0,07%	91,39%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21974	Depósito De Refrigerante Radiador Gol - Voyage	7	13,74	96,17	0,070%	91,45%	B
22030	Anillo Ventilador Tiguán	1	95,14	95,14	0,070%	91,52%	B
28763	Anillo Junta Rojo Golf Campaña 20w5	6	15,65	93,91	0,06%	91,59%	B
28024	Reten Bomba Aceite Gol	5	18,78	93,90	0,06%	91,65%	B
29644	Soporte Con Rodillo De Reenvio Alternador Bora	2	46,92	93,83	0,06%	91,72%	B
29645	Soporte Con Rodillo De Reenvio Bomba Aletas Bora	2	46,92	93,83	0,06%	91,79%	B
29881	Filtro Combustible Amarok Para Trampa De Agua	5	18,75	93,75	0,06%	91,85%	B
21471	Alzacoches Amarok	1	93,63	93,63	0,06%	91,92%	B
22427	Punta De Eje Post. Gol / Voy	1	93,60	93,60	0,06%	91,99%	B
20639	Jgo. De Plumas Limpiaparabrisas Del. Amarok / Transporter	3	30,96	92,87	0,06%	92,05%	B
26260	Juego De Cables Gol (1.8)	3	30,70	92,11	0,06%	92,12%	B
16617	Filtro De Aire	4	22,68	90,72	0,06%	92,18%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
22250	Horquilla Gol	3	29,61	88,84	0,06%	92,25%	B
21155	Retenedor Cigüeñal Posterior Gol	1	86,31	86,31	0,06%	92,31%	B
25678	Tubo Flex	1	85,95	85,95	0,06%	92,37%	B
22638	Colador Aceite Caja A/T Bora	1	85,40	85,40	0,06%	92,43%	B
29739	Manzana Trasera Con Rodamiento Gol 17,5 X 40 X 14	1	83,72	83,72	0,06%	92,49%	B
26696	Filtro Aire Golf	3	27,88	83,65	0,06%	92,55%	B
20608	Fijacion Multiple Amarok	6	13,78	82,68	0,06%	92,60%	B
26585	Tensor Banda Poli-V Amarok Tsi	1	82,66	82,66	0,06%	92,66%	B
26301	Filtro De Aceite Passat Usa	12	6,85	82,19	0,06%	92,72%	B
22251	Tubo Flex Agua Gol	6	13,68	82,10	0,06%	92,78%	B
26426	Cojinete Axial Torre Suspensión Golf Jetta	6	13,66	81,96	0,06%	92,84%	B
16604	Filtro Aceite Transporter 96 Al 2010	4	20,47	81,87	0,06%	92,90%	B
17171	Bujías Chevrolet 93206675	28	2,91	81,40	0,06%	92,95%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
28372	Correa Poli V Polo A/C	2	40,20	80,40	0,06%	93,01%	B
23195	Base De Caja Jetta	1	80,00	80,00	0,06%	93,07%	B
16606	Filtro Aceite Gol / Polo / Fox	10	8,00	79,96	0,06%	93,12%	B
29323	Filtro Aceite Touareg 12>>>	5	15,96	79,80	0,06%	93,18%	B
16627	Bujías	3	26,56	79,68	0,06%	93,24%	B
20740	Torre De Amortiguador Delant. Gol (Desde 1994)	4	19,71	78,84	0,06%	93,29%	B
28196	Filtro Aceite Polo 1,6 >=2016	5	15,74	78,68	0,06%	93,35%	B
24302	Cojinete Metal Goma Crafter	6	12,91	77,46	0,06%	93,40%	B
21817	Disco Freno Delt.	2	38,40	76,80	0,05%	93,46%	B
28580	Tapón De Carter Amarok	36	2,13	76,78	0,05%	93,51%	B
20450	Cable Embrague Saveiro	5	15,31	76,56	0,05%	93,57%	B
16714	Disco De Freno	1	76,52	76,52	0,05%	93,62%	B
30702	Pieza De Acoplamiento Rápido Golf Polo	5	15,28	76,40	0,05%	93,67%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
28388	Brida Posterior Tiguán	1	76,09	76,09	0,05%	93,73%	B
24080	Depósito De Aceite Gol	3	25,20	75,59	0,05%	93,78%	B
22541	Correa Poli V Amarok Tsi	3	25,16	75,48	0,05%	93,83%	B
29070	Bomba De Agua	1	75,46	75,46	0,05%	93,89%	B
16731	Amortiguador Post. Gol (1994-2014)	2	37,65	75,29	0,05%	93,94%	B
30221	Aro De Retención Gol/Voyage/Golf/New Jetta	12	6,17	74,05	0,05%	93,99%	B
24723	Difusor De Aire Gol 2014	4	18,51	74,04	0,05%	94,05%	B
26990	Banda De Accesorios New Jetta A/C	4	18,47	73,88	0,05%	94,10%	B
17359	Amortiguador Saveiro	1	73,78	73,78	0,05%	94,15%	B
23153	Protector Multiple De Escape Gol	2	36,64	73,29	0,05%	94,20%	B
16730	Amortiguador Delant. Gol (1994-2014)	2	36,55	73,10	0,05%	94,25%	B
24641	Deposito Fox-Africa-Polo	4	18,27	73,06	0,05%	94,31%	B
21472	Tubo Amarok Gata	3	24,35	73,04	0,05%	94,36%	B

Anexo I.1. Clasificación B de repuestos mecánicos en inventario (continuación....)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20842	Tapa Central Correa Distribucion Amarok	2	35,84	71,67	0,05%	94,41%	B
16685	Banda Accesorios Doble Con A/C Bora - Golf - New Beetle	3	23,75	71,26	0,05%	94,46%	B
24073	Cartucho F. Beetle-Bora	3	23,73	71,19	0,05%	94,51%	B
27387	Soporte Para Computador	1	69,50	69,50	0,05%	94,56%	B
30222	Anillo Junta Gol/New Jetta/Tiguan	12	5,75	69,04	0,05%	94,61%	B
16613	Filtro Aire Passat (1998 - 2005)	4	17,15	68,59	0,05%	94,66%	B
17288	Banda Accesorios Sin A/C Gol (94 - 2006)	4	17,13	68,50	0,05%	94,70%	B
16740	Rodamiento Punta De Eje Del. Gol - Sav - Paratti (2	33,90	67,81	0,05%	94,75%	B
28891	Manzana Armada Rueda Post. Gol	1	67,37	67,37	0,05%	94,80%	B
22169	Pastillas De Freno Del. Jetta	1	66,94	66,94	0,05%	94,85%	B
28313	Bujías Encendido Golf 15<	8	8,29	66,34	0,05%	94,89%	B
24441	Recep. Goma Crafter	6	10,92	65,52	0,05%	94,94%	B
22000	Fijación	3	21,74	65,23	0,05%	94,99%	B

Anexo I.2. Clasificación B de repuestos eléctricos en inventario

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21652	Levantavidrio Fox	1	90,75	90,75	0,59%	80,42%	B
25553	Bocina Sistema Alarma Antirobo	1	89,92	89,92	0,59%	81,01%	B
20435	Motor Sistema Lava Cristales Gol / Fox / Polo / Jetta / Tiguan	2	44,68	89,37	0,58%	81,60%	B
30263	Foco Claro Uña Vw	50	1,75	87,50	0,57%	82,18%	B
30704	Conmutador Elevavidrios Crafter	2	42,55	85,10	0,55%	82,73%	B
28899	Cable Encendido Cilindro 3	4	21,27	85,08	0,55%	83,29%	B
28586	Foco Amarillo 1 Contacto Amarillo	29	2,88	83,46	0,54%	83,84%	B
30833	Pulsador Bocinas	5	16,23	81,15	0,53%	84,37%	B
24579	Foco Halógeno H8 - 12v - 35w	19	4,22	80,10	0,52%	84,90%	B
26135	Bocina Tono Grave New Jetta	1	77,25	77,25	0,50%	85,41%	B
29236	Elevavidrio Rh. Post. Gol Voyage	2	36,99	73,98	0,48%	85,89%	B
28602	Juego De Cables De Bujías Golf	2	36,84	73,68	0,48%	86,38%	B
28587	Halógeno H4 Original	8	8,80	70,40	0,46%	86,84%	B

Anexo I.2. Clasificación B de repuestos eléctricos en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
17286	Relé (Alt)	23	3,05	70,09	0,46%	87,30%	B
21971	Placa Cierre Lh Amk	8	8,66	69,40	0,45%	87,76%	B
22899	Bateria 12v - 12 Placas - 65amp.	1	66,24	66,24	0,43%	88,19%	B
23830	Impulsor Touareg Delantero	2	31,85	63,70	0,41%	88,61%	B
27855	Bocina Grave Varios	1	62,16	62,16	0,40%	89,02%	B
21481	Levantavidrios Lh Saveiro	1	61,60	61,60	0,40%	89,42%	B
27596	Bocina Tono Agudo Gol	2	30,71	61,42	0,40%	89,82%	B
28934	Bobina De Encendido Newpolo 15>>	1	60,70	60,70	0,39%	90,22%	B
21092	Luz Interior Polo	1	59,75	59,75	0,39%	90,62%	B
28585	Foco Claro 1 Contacto Original	52	1,15	59,62	0,39%	91,01%	B
29580	Bocina Crafter 12>>	1	57,86	57,86	0,38%	91,39%	B
22098	Sensor De Desgaste De Pastillas Freno Post. Touareg (2004-2010)	2	28,60	57,20	0,376%	91,767%	B
22483	Interruptor De Encendido Golf (2000-2007) / Jetta / Gol (2009-2013)	1	55,00	55,00	0,361%	92,129%	B

Anexo I.2. Clasificación B de repuestos eléctricos en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
27981	Sensor Presión A/C Crafter	1	54,61	54,61	0,35%	92,48%	B
25893	Sensor Tem.Add Golf.	1	49,80	49,80	0,32%	92,81%	B
27668	Luz Placa Gol Voy 12 >>	8	6,00	48,02	0,31%	93,13%	B
20699	Porta Relé (Alt)	33	1,39	46,00	0,30%	93,43%	B
20927	Foco Uña 2 Contactos Jetta	15	3,00	45,00	0,29%	93,72%	B
24400	Levantavidrios Gol 2006	1	43,70	43,70	0,28%	94,01%	B
26579	Motor Elevavidrios Lh Del Y Tras 2009->	1	43,65	43,65	0,28%	94,30%	B
24401	Levantavidrios Izq, Gol 2006	1	43,55	43,55	0,28%	94,58%	B
20947	Relé Amarok	2	20,90	41,80	0,27%	94,86%	B

Anexo I.3. Clasificación B de repuestos electrónicos en inventario

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
24825	Emisor Cigüeñal Jetta	2	98,28	196,56	1,221%	81,099%	B
20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.	24	7,00	168,00	1.044%	82,143%	B
22508	Emisor Control B/C Tiguan	1	147,40	147,40	0.916%	83,059%	B
24054	Sensor De Presion Del Sistema Intercooler Amarok	2	72,53	145,06	0.901%	83,960%	B
24490	Sensor Choque Del. Airbag Jetta	1	131,14	131,14	0,815%	84,774%	B
29190	Conmutador Accionamiento Tapa Combustible Jetta	3	39,73	119,19	0,740%	85,515%	B
21216	Sensor De Presión De Combustible Amarok / Crafter / Transporter	2	59,52	119,04	0,739%	86,254%	B
22332	Conmutador Elevavidrios Del. Rh Y Post. Lh-Rh Amarok	3	35,46	106,38	0,661%	86,915%	B
22286	Transmisor Gol	4	26,12	104,48	0,649%	87,564%	B
28750	Regulación Aire Y Calefaccion Gol	1	98,92	98,92	0,614%	88,178%	B
20900	Conmutador De Plumas Jetta	3	32,46	97,38	0,605%	88,783%	B
21434	Unidad Control Confort Gti	1	92,92	92,92	0,577%	89,361%	B

Anexo I.3. Clasificación B de repuestos electrónicos en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
26438	Sensor Amarok, Golf, Jetta	1	89,27	89,27	0,555%	89,915%	B
20601	Sensor De Velocímetro Gol / Voy / Polo / Fox	2	43,25	86,50	0,537%	90,452%	B
29705	Elevavidrios Principal Eléctrico New Jetta	1	85,80	85,80	0,533%	90,985%	B
26134	Portafusibles Jetta Clásico	1	85,62	85,62	0,532%	91,517%	B
23893	Sensor Amk	1	85,02	85,02	0,528%	92,045%	B
21444	Conmutador Luz Retro Gol- Varios	12	7,05	84,60	0,525%	92,570%	B
23585	Unidad De Control Bloqueo Inmovilizador Gol (1994-2010)	2	39,73	79,46	0,494%	93,064%	B
21554	Conmutador Arranque Gol	2	39,17	78,34	0,487%	93,551%	B
24878	Sensor Gol-Polo-Jetta A/C	1	77,29	77,29	0,480%	94,031%	B
25573	Unidad De Control De Sistema Confort	1	73,65	73,65	0,458%	94,488%	B
22328	Conmutador Pedal Freno Golf / Jetta / Transporter	4	17,09	68,36	0,425%	94,913%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
24670	Chapa De Capot Amarok	2	45,15	90,30	0,170%	80,033%	B
22555	Amortiguador Parachocho Post. Lh Jetta	1	90,02	90,02	0,169%	80,202%	B
22556	Amortiguador Parachocho Post. Rh Jetta	1	90,02	90,02	0,169%	80,371%	B
16913	Direccional Post. Lh Exterior Jetta (2008 - 2011)	1	90,01	90,01	0,169%	80,540%	B
24339	Cerquillo 14 Gol 2013	8	11,05	88,40	0,166%	80,706%	B
26695	Recubrimiento Tras Crafter Plastica	1	87,37	87,37	0,164%	80,871%	B
28758	Apoyo Soporte Cerradura Amarok	2	43,21	86,42	0,162%	81,033%	B
28924	Chapa Capa New Polo 15>>	1	86,29	86,29	0,162%	81,195%	B
16809	Vidrio Puerta Lh	2	42,90	85,79	0,161%	81,357%	B
24403	Insonoriz Golf-Bora-New Beetle	1	85,31	85,31	0,160%	81,517%	B
20654	Rejilla Central Inf. De Guardachocho Del. Jetta	3	28,12	84,36	0,159%	81,675%	B
29751	Halogeno Delantero Lh Gol	1	84,09	84,09	0,158%	81,834%	B
21421	Mascarilla Delant. Y Emblema Polo (2003-2006)	1	84,00	84,00	0,158%	81,991%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16974	Faro Neblinero Rh	1	81,23	81,23	0,153%	82,144%	B
24671	Cerradura Capot Amarok	2	40,34	80,68	0,152%	82,296%	B
23837	Espuma Guardachoque Amarok	1	79,98	79,98	0,150%	82,446%	B
25272	Junta Puerta Interior Bora-Jetta	1	79,76	79,76	0,150%	82,596%	B
29551	Cerradura Del Lh Gol	1	78,68	78,68	0,148%	82,744%	B
27499	Cerradura Post Lh Amarok	1	78,39	78,39	0,147%	82,891%	B
22175	Perfil Guia Lateral Rh Guardachoque Del. Amarok (Desde 2013)	5	15,62	78,10	0,147%	83,038%	B
22598	Travesano Post. Jetta	1	77,50	77,50	0,146%	83,184%	B
16936	Guia Post Rh	1	77,50	77,50	0,146%	83,329%	B
24405	Rejilla Central Inf. De Guardachoque Del. New Jetta	2	38,32	76,63	0,144%	83,473%	B
21786	Caperuza Tapa Espejo Bora	1	75,73	75,73	0,142%	83,616%	B
26997	Tapa Deposito Direccion	39	1,90	73,98	0,139%	83,755%	B
21046	Cierre Capota Gol	1	72,92	72,92	0,137%	83,892%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
29339	Mascarilla Golf G4	1	72,87	72,87	0,137%	84,029%	B
28930	Mascarilla Del New Polo 15>> Emblema	1	72,66	72,66	0,137%	84,166%	B
30277	Spoiler Inferior Guardachoque Polo	1	72,56	72,56	0,136%	84,302%	B
24271	Faro Halógeno Lh New Jetta	1	72,07	72,07	0,135%	84,437%	B
23220	Rejilla Rh Para Neblinero	6	11,78	70,68	0,133%	84,570%	B
28788	Soporte Electroventilador	2	35,24	70,48	0,132%	84,703%	B
30231	Espejo New Jetta	2	34,91	69,82	0,131%	84,834%	B
20019	Luz Interior Central De Techo Amarok / Transporter / Gol / Voy	2	34,68	69,35	0,130%	84,964%	B
24132	Tubo Plex. Re Gol	1	69,31	69,31	0,130%	85,095%	B
23839	Bisagra De Capo Lh Gol / Voy (2009-2011)	8	8,64	69,15	0,130%	85,225%	B
20155	Centrales Amarok	10	6,91	69,06	0,130%	85,354%	B
23887	Direccional Post. Ext. Rh Voyage (Desde 2013)	1	67,99	67,99	0,128%	85,482%	B
21413	Cristal Espejo Lh Gol	2	33,92	67,84	0,128%	85,610%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20296	Cristal Espejo Rh Jetta 2.0	1	67,74	67,74	0,127%	85,737%	B
28932	Deposito Limpiaparabrisas New Polo 15>>	1	67,37	67,37	0,127%	85,864%	B
26487	Cerradura Posterior Lh Tiguan	1	66,06	66,06	0,124%	85,988%	B
22558	Recubrimiento Guardapolvo Lh Amarok	1	65,83	65,83	0,124%	86,112%	B
22935	Cojinete Cabina Amarok	4	16,40	65,60	0,123%	86,235%	B
16921	Vidrioventana Del. Lh Gol / Voy (2009-2013)	1	64,00	64,00	0,120%	86,355%	B
30802	Mascarilla J5 New Jetta	1	63,51	63,51	0,119%	86,475%	B
28555	Mascarilla Tiguan 12<<	1	63,07	63,07	0,119%	86,593%	B
20344	Tapa De Espejo Rh Amarok	3	20,99	62,97	0,118%	86,711%	B
24352	Lamevidrio Ext. Cromado Puerta Post. Rh New Jetta	1	62,89	62,89	0,118%	86,830%	B
24351	Lamevidrio Ext. Cromado Puerta Post. Lh New Jetta	1	62,89	62,89	0,118%	86,948%	B
24350	Lamevidrio Ext. Cromado Puerta Del. Rh New Jetta	1	62,89	62,89	0,118%	87,066%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
24349	Lamevidrio Ext. Cromado Puerta Del. Lh New Jetta	1	62,89	62,89	0,118%	87,184%	B
21007	Liston Techo Gol Rh	2	31,05	62,10	0,117%	87,301%	B
22496	Guardapolvo Columna De Dirección Gol (1994-2010)	10	6,14	61,42	0,115%	87,417%	B
25376	Junta Puerta Interior Lh Jetta	1	61,37	61,37	0,115%	87,532%	B
26611	Manija Del Para Jetta Clasico	1	61,31	61,31	0,115%	87,647%	B
23219	Rejilla Lh Para Neblinero	5	12,16	60,80	0,114%	87,761%	B
28853	Embellecedor Del Crafter	1	60,04	60,04	0,113%	87,874%	B
30268	Capuchon Manija Amarok	5	11,91	59,55	0,112%	87,986%	B
20224	Cristal Espejo Rh Gol	2	29,76	59,53	0,112%	88,098%	B
22744	Asidero Amk Rh	1	59,10	59,10	0,111%	88,209%	B
20737	Emblema Vw Del. Amarok (Desde 2010)	3	19,50	58,50	0,110%	88,319%	B
22917	Faro Lh Post Int Voyage	1	58,06	58,06	0,109%	88,428%	B
28921	Anillo Ventilador New Polo 15>>	1	57,80	57,80	0,109%	88,537%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
24229	Pieza Guia Rh Golf-Gti	1	57,60	57,60	0,108%	88,645%	B
21943	Guardachoque Amarok	4	14,19	56,76	0,107%	88,752%	B
24188	Tapa De Caja Gol	1	56,63	56,63	0,106%	88,858%	B
24728	Rejilla Central Guardachoque Gol Voyage	3	18,65	55,95	0,105%	88,964%	B
27874	Moldura Protectora Lh Jetta	1	55,82	55,82	0,105%	89,068%	B
22900	Luz Intermitente Lh	1	55,08	55,08	0,104%	89,172%	B
24601	Cristal Lat. Passat	1	54,22	54,22	0,102%	89,274%	B
26619	Faro Direccional Lh Retrovisor Crafter	1	53,82	53,82	0,101%	89,375%	B
27530	Cerradura Puerta Lh Golf	1	53,77	53,77	0,101%	89,476%	B
22924	Tapa Espejo Rh Gol	2	26,87	53,75	0,101%	89,577%	B
21919	Soporte Parachoque Gol	15	3,49	52,41	0,099%	89,676%	B
28374	Tapa Espejo Rh Polo	1	51,52	51,52	0,097%	89,773%	B
23380	Chapa Puerta Del. Rh Gol	1	51,06	51,06	0,096%	89,868%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23447	Embelecedor Lh Delantero Jetta Cromo/Mate	2	25,50	51,00	0,096%	89,964%	B
23446	Moldura Panel De Puerta Rh Jetta Cromo/Mate	2	25,50	51,00	0,096%	90,060%	B
27401	Manija Abertura Polo	1	50,43	50,43	0,095%	90,155%	B
23886	Cristal Panoramico Adicional Espejo Rh Crafter	1	50,38	50,38	0,095%	90,250%	B
30846	Deposito Agua Plumas Crafter	1	50,28	50,28	0,095%	90,344%	B
24130	Emblema Vw Post. Crafter (Desde 2012)	1	50,22	50,22	0,094%	90,439%	B
25860	Guardapolvo Direc. Fox, Polo, Gol/ Alt	4	12,53	50,12	0,094%	90,533%	B
27529	Empuñadora Capot Jetta	2	24,95	49,90	0,094%	90,627%	B
23445	Moldura Panel De Puerta Lh Jetta Cromo/Mate	2	24,75	49,50	0,093%	90,720%	B
22383	Rejilla Central Inf. De Guardachoque Del. Gol / Voy (Desde 2013)	2	24,48	48,97	0,092%	90,812%	B
24343	Insignia Del Gol 2000	2	24,39	48,78	0,092%	90,903%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
29869	Cristal Espejo Lh Pequeño Crafter Panorámico	1	48,12	48,12	0,090%	90,994%	B
28897	Guardalodo Lh Jetta Bora	2	23,99	47,98	0,090%	91,084%	B
21284	Caja De Espejo Ext. Lh Manual Gol / Voy (2009-2013)	1	47,79	47,79	0,090%	91,174%	B
16964	Guia Post Rh	1	47,36	47,36	0,089%	91,263%	B
27427	Bandeja Tras Hatchback	1	47,31	47,31	0,089%	91,352%	B
21428	Tapa Espejo Lh Amarok	2	23,63	47,25	0,089%	91,441%	B
22745	Asidero Amk Lh	1	47,03	47,03	0,088%	91,529%	B
21384	Caja De Espejo Ext. Lh Manual Gol / Voyage (Desde 2012)	1	46,76	46,76	0,088%	91,617%	B
28376	Recepcion De Faros Lh	1	46,35	46,35	0,087%	91,704%	B
20973	Rejilla Guardachoque Del. Lh Sin Neblinero Gol / Voy (2009-2013)	4	11,57	46,29	0,087%	91,791%	B
16899	Vidrio Puerta Rh	1	46,23	46,23	0,087%	91,878%	B
27491	Guardapolvo Tras Gol Rh	3	15,41	46,23	0,087%	91,965%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20186	Rejilla Tiguan	1	46,01	46,01	0,086%	92,051%	B
28685	Emblema Del Polo 15>>	1	45,74	45,74	0,086%	92,137%	B
29188	Parasol Rh Polo	1	45,43	45,43	0,085%	92,223%	B
27357	Rejilla Central Inferior Gol	7	6,45	45,14	0,085%	92,308%	B
23443	Embellecedor Lado Acompañante Jetta Cromo/Mate	2	22,50	45,00	0,085%	92,392%	B
28684	Tapa Espejo Polo Lh 15>>	1	44,95	44,95	0,084%	92,477%	B
28927	Cristal Espejo Lh New Polo 15>>	1	44,35	44,35	0,083%	92,560%	B
28928	Cristal Espejo Rh New Polo 15>>	1	44,35	44,35	0,083%	92,643%	B
21508	Tapa Protectora De Espejo Gol	4	10,92	43,66	0,082%	92,725%	B
16916	Jgo Rejillas	4	10,90	43,58	0,082%	92,807%	B
24185	Caja Espejo Rh	1	43,31	43,31	0,081%	92,889%	B
28022	Perfil Guía Tras Rh Voyage	5	8,65	43,25	0,081%	92,970%	B
27511	Tirante	6	7,19	43,16	0,081%	93,051%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
27745	Refuerzo Espuma Tras Gol >>>	1	43,09	43,09	0,081%	93,132%	B
22572	Tapa Aro Fox	2	21,31	42,62	0,080%	93,212%	B
22191	Guardapolvo Guardafango Del. Rh Gol / Voyage	2	20,97	41,95	0,079%	93,291%	B
22389	Perfil Guia Parachoque Lh Jetta	4	10,45	41,79	0,079%	93,370%	B
25862	Guardapolvo Ext Rh, Golf, Jetta Polo/Alt	3	13,90	41,70	0,078%	93,448%	B
21047	Mascarilla Delantera Gol (2009-2013)	2	20,41	40,82	0,077%	93,525%	B
23894	Junta Tiguan	1	39,78	39,78	0,075%	93,600%	B
28019	Refuerzo Espuma Lh	7	5,67	39,72	0,075%	93,674%	B
21968	Adhesivo Indicador J/S	80	0,49	39,48	0,074%	93,748%	B
30703	Guardapolvo Lh New Jetta	1	39,26	39,26	0,074%	93,822%	B
27606	Cristal Espejo Lh Gol	2	19,54	39,07	0,073%	93,896%	B
16875	Guia Post Lh	1	39,00	39,00	0,073%	93,969%	B
23444	Embellecedor Lado Conductor Jetta Cromo/Mate	2	19,50	39,00	0,073%	94,042%	B

Anexo I.4. Clasificación B de repuestos de colisión en inventario (continuación...)

Material	Descripción	Stock Disponible	Costo Promedio	Costo Prom. Total	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21979	Amortiguador Compuerta Tiguan	1	38,98	38,98	0,073%	94,116%	B
25861	Guardapolvo. Int Lh, Golf, Jetta, Polo/Alt	3	12,96	38,89	0,073%	94,189%	B
26555	Cierre Cajuela Jetta Clasico	2	19,25	38,50	0,072%	94,261%	B
20092	Logotipo Amarok	2	19,12	38,23	0,072%	94,333%	B
24336	Simbolo Vw Jetta 2.5	2	18,78	37,55	0,071%	94,403%	B
20505	Direccional Del. Lh de advertencia Jetta	1	36,87	36,87	0,069%	94,473%	B
29547	Adaptador Retrovisor Amarok	1	36,68	36,68	0,069%	94,542%	B
20506	Direccional Del. Rh de advertencia Jetta	1	36,18	36,18	0,068%	94,610%	B
28497	Vidrio Puerta Lh Del	1	36,12	36,12	0,068%	94,678%	B
28548	Cerradura	1	36,00	36,00	0,068%	94,745%	B
26565	Faro Guardafango Amarok	5	7,17	35,84	0,067%	94,813%	B
28365	Anillo Espaciador Varios	2	17,80	35,61	0,067%	94,880%	B
23216	Soporte Radiador Caucho	7	5,02	35,16	0,066%	94,946%	B

ANEXO II

ÍTEM VENDIDOS PERTENECIENTES A LA CLASIFICACIÓN B DIVIDIDA POR GRUPO DE REPUESTOS

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23578	Pastillas Freno Del. Gol 2009 - 2011 -- (Alt)	34	57,76	1963,84	0,156%	80,122%	B
25503	Turbo Vw Amarok	1	1 960,00	1 960,00	0,156%	80,273%	B
20435	Motor Sistema Lava Cristales Gol / Fox / Polo / Jetta / Tiguan	27	71,49	1 930,23	0,153%	80,427%	B
17294	Disco De Embrague Jetta 2005-2011	16	120,54	1 928,64	0,153%	80,580%	B
27820	Filtro Aire Vw Gol 2009 En Adelante (Alternativo)	115	16,56	1 904,40	0,151%	80,731%	B
22941	Banda Accesorios Con A/C Crafter - Touareg	35	54,40	1 904,00	0,151%	80,882%	B
22366	Filtro Aire Hca2697	118	16,08	1 897,44	0,151%	81,033%	B
28197	Compresor Aire Crafter	1	1 890,00	1 890,00	0,150%	81,183%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20739	Rodillo Guia De Banda De Accesorios Amarok	26	72,06	1 873,56	0,149%	81,332%	B
20201	Plato De Embrague Gol - Polo - Fox - Voyage	22	85,00	1 870,00	0,149%	81,481%	B
22087	Rodamiento Rueda Amarok	11	165,15	1 816,65	0,144%	81,625%	B
20367	Mesa Suspension Del. Gol (2009-2011)	8	226,43	1 811,44	0,144%	81,769%	B
21910	Brida Est. Post. Gol	37	48,43	1 791,91	0,142%	81,911%	B
16730	Amortiguador Delant. Gol (1994-2014)	17	105,15	1 787,55	0,142%	82,053%	B
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	66	26,96	1 779,36	0,141%	82,194%	B
24078	Pastillas Freno Del. Transporter	17	104,00	1 768,00	0,140%	82,335%	B
16732	Pastillas Freno Del. Saveiro 94 Al 2010 - Grand	23	76,80	1 766,40	0,140%	82,475%	B
23125	Pastillas Freno Del. Crafter 30 (Vw)	8	220,07	1 760,56	0,140%	82,615%	B
16766	Rodamiento Punta Eje Del. Sin Abs Gol / Voy / Polo / Fox	31	56,77	1 759,87	0,140%	82,755%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21208	Anillo Ventilador Carapacho Gol	38	45,76	1 738,88	0,138%	82,893%	B
21950	Mesa Suspension Del. Rh Gol / Voyage	11	157,17	1 728,87	0,137%	83,030%	B
26542	Complementos De Amortiguacion	19	89,60	1 702,40	0,135%	83,165%	B
28945	Pastillas De Freno Del New Jetta	11	152,85	1 681,35	0,134%	83,299%	B
21219	Barra Dir. Lh	8	210,06	1 680,48	0,133%	83,432%	B
29709	Bomba Direccion Amarok	2	838,82	1 677,64	0,133%	83,566%	B
23383	Pastillas Freno Post. Crafter 50 (Vw)	10	166,00	1 660,00	0,132%	83,697%	B
29669	Volante Amarok	2	821,80	1 643,60	0,131%	83,828%	B
29605	Distribuidor De Combustible	1	1 637,94	1 637,94	0,130%	83,958%	B
27556	Mesa De Suspension Inferior Lh Amarok	3	540,00	1 620,00	0,129%	84,087%	B
16614	Bujias	48	33,14	1 590,72	0,126%	84,213%	B
20639	Jgo. De Plumas Limpiaparabrisas Del. Amarok / Transporter	28	56,62	1 585,36	0,126%	84,339%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
28324	Brida C/Filtro Aceite Cpl Amk	2	772,37	1 544,74	0,123%	84,462%	B
22088	Barra Direccion Hid. Gol	8	192,00	1 536,00	0,122%	84,584%	B
27520	Inyector	7	218,75	1 531,25	0,122%	84,705%	B
22927	Pastillas Freno Post. Touareg V6 Hybrid 2011-2015 (Vw)	5	305,89	1 529,45	0,121%	84,827%	B
16607	Bujías Gol / Parati / Saveiro 2004 Al 2010	249	6,14	1 528,86	0,121%	84,948%	B
29653	Bomba De Agua Sistema Refrigerante	4	373,71	1 494,84	0,119%	85,067%	B
17295	Rulimán De Embrague Bora - Jetta - New Beetle - Passat	19	78,51	1 491,69	0,118%	85,185%	B
16668	Empaque De Cabezote Gol / Voy / Polo	48	30,90	1 483,20	0,118%	85,303%	B
22634	Volante De Motor Transporter	1	1 456,99	1 456,99	0,116%	85,419%	B
23582	Pastillas Freno Del. Crafter 50 (Alt)	11	131,60	1 447,60	0,115%	85,534%	B
24300	Tambor Freno Amarok	4	349,21	1 396,84	0,111%	85,645%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16776	Pastillas Freno Del. Gol 2009 - 2011 (Vw)	19	72,82	1 383,58	0,110%	85,755%	B
16657	Rodillo Tensor De Distribucion Gol (2006-2014)	37	37,06	1 371,22	0,109%	85,864%	B
16700	Rodamiento Punta Eje Del. Jetta / Golf	8	166,47	1 331,76	0,106%	85,969%	B
20842	Tapa Central Correa Distribucion Amarok	23	57,34	1 318,82	0,105%	86,074%	B
24765	Bomba Vacio Amarok	3	429,50	1 288,50	0,102%	86,176%	B
21240	Barra Dir. Rh Amarok	6	210,06	1 260,36	0,100%	86,277%	B
17293	Plato De Embrague Jetta	16	78,40	1 254,40	0,100%	86,376%	B
23062	Bujia 2.5 Jetta/Bora	85	14,72	1 251,20	0,099%	86,476%	B
16693	Mesa Suspension Del. Lh/Rh Bora - Golf - Beetle (2001-2011)	13	94,03	1 222,39	0,097%	86,573%	B
22430	Filtro Aire Transporter T5	36	32,86	1 182,96	0,094%	86,667%	B
16744	Pastillas Freno Del. Tiguan Tdi / Tsi	6	195,96	1 175,76	0,093%	86,760%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
17290	Disco De Embrague Gol / Parati 2002 - 2010	10	116,65	1 166,50	0,093%	86,853%	B
16753	Disco De Freno Del. Gol	22	53,00	1 166,00	0,093%	86,945%	B
17306	Cubo Rueda	4	290,00	1 160,00	0,092%	87,037%	B
17358	Pastillas Freno Post. Touareg 2006-2007 (Vw)	4	290,00	1 160,00	0,092%	87,130%	B
16697	Amortiguador Delant. Golf (2000-2014)	8	145,00	1 160,00	0,092%	87,222%	B
22306	Bomba De Aceite Gol - Voy - Polo - Fox	12	95,72	1 148,64	0,091%	87,313%	B
24658	Carter Jetta	7	163,74	1 146,18	0,091%	87,404%	B
16685	Banda Accesorios Doble Con A/C Bora - Golf - New Beetle	22	51,92	1 142,24	0,091%	87,495%	B
16710	Disco De Freno Golf (2000-2007) - Polo (2003-2012)	12	95,00	1 140,00	0,091%	87,585%	B
24079	Pastillas Freno Post. Transporter (Alt)	11	102,40	1 126,40	0,089%	87,675%	B
24111	Caja Rodamiento Der. Amarok	7	160,83	1125,81	0,089%	87,764%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
26300	Propulsores Gol	8	140,00	1 120,00	0,089%	87,853%	B
24236	Tapa Filtro De Aceite Amarok	20	55,65	1 113,00	0,088%	87,941%	B
26993	Amortiguador Del Gol 11->	7	158,35	1 108,45	0,088%	88,029%	B
16705	Pastillas Freno Del. Golf 2000-2014 / New Beetle 2000-2010 (Vw)	7	157,72	1 104,04	0,088%	88,117%	B
16643	Filtro Comb. Gol 94 - 2008	138	8,00	1 104,00	0,088%	88,205%	B
20166	Tubo Amarok	4	273,00	1 092,00	0,087%	88,292%	B
16677	Banda Dist.	70	15,42	1 079,40	0,086%	88,377%	B
20101	Tapa Consola Central Amarok	8	134,82	1 078,56	0,086%	88,463%	B
20298	Filtro Polen Touareg - Transporter	25	42,92	1 073,00	0,085%	88,548%	B
22780	Kit Embrague Alt	8	133,28	1 066,24	0,085%	88,633%	B
30024	Plato Y Disco De Embrague Amarok Promo	3	353,60	1 060,80	0,084%	88,717%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16639	Filtro Aire Amarok	19	55,00	1 045,00	0,083%	88,800%	B
16798	Pastillas Freno Del. Touareg L5 2006 - 2010	2	520,90	1 041,80	0,083%	88,883%	B
28549	Kit Distribucion Amk	3	347,19	1 041,57	0,083%	88,966%	B
23871	Pastillas Freno Post. Jetta 2.0 (Alt)	18	57,76	1 039,68	0,083%	89,048%	B
21035	Guia De Válvulas (Alt)	128	8,00	1 024,00	0,081%	89,129%	B
22239	Apoyo Cambio Lh Gol	11	93,08	1 023,88	0,081%	89,211%	B
23049	Filtro Combustible Hcf5540 / 5x0201511	122	8,37	1 021,14	0,081%	89,292%	B
16717	Amort.Del.	4	254,06	1 016,24	0,081%	89,373%	B
17291	Plato De Embrague Gol - Saveiro - Parati / 94-2010	10	100,80	1 008,00	0,080%	89,453%	B
22926	Pastillas Freno Del. Touareg V6 Hybrid 2011-2015 (Vw)	2	502,45	1 004,90	0,080%	89,532%	B
16724	Pastillas Freno Del. Gol 94 - 2008	13	76,64	996,32	0,079%	89,612%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
28834	Bomba De D/H	1	995,04	995,04	0,079%	89,691%	B
23981	Disco De Freno Jetta (Alt)	16	62,19	995,04	0,079%	89,770%	B
16752	Templador Banda De Accesorios Con A/C Gol (2006-2014)	5	199,00	995,00	0,079%	89,849%	B
16652	Filtro Aire Touareg	24	41,28	990,72	0,079%	89,927%	B
29648	Bomba De Aletas Direccion Hidraulica	1	983,12	983,12	0,078%	90,005%	B
25631	Jgo. De Cables Motor Amarok	1	982,06	982,06	0,078%	90,083%	B
17081	Bujia Amk	24	40,74	977,76	0,078%	90,161%	B
17305	Pastillas Freno Post. Passat 2006-2015 / Tiguan 2012-2015 (Vw)	5	195,00	975,00	0,077%	90,239%	B
28018	Distribuidor Gol 1.8	3	324,94	974,82	0,077%	90,316%	B
26038	Tubo Union Sist. Gases Esc. Amarok Tdi	6	161,31	967,86	0,077%	90,393%	B
26596	Varilla Acoplamiento Tiguan	12	80,59	967,08	0,077%	90,470%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
20366	Barra De Direccion Armada Rh Gol / Polo / Fox	5	190,00	950,00	0,075%	90,545%	B
16771	Jgo. De Plumas Limpiaparabrisas Del. Fox	16	59,24	947,84	0,075%	90,620%	B
24286	Filtro Polen Gol - Voyage - Polo - Fox - Saveiro	36	24,93	897,48	0,071%	90,692%	B
16603	Filtro Aire Gol 94 Al 2010	70	12,80	896,00	0,071%	90,763%	B
16733	Bobina	7	127,78	894,46	0,071%	90,834%	B
23980	Bomba De Agua Jetta (Alt)	11	79,00	869,00	0,069%	90,903%	B
16686	Templador Banda De Accesorios Bora - Golf - Bettle (2001-2011)	7	123,54	864,78	0,069%	90,972%	B
24203	Templador Banda De Accesorios Sin A/C Gol (2006-2014)	4	216,18	864,72	0,069%	91,040%	B
23294	Cilindro Receptor Embrague Gol	1	850,58	850,58	0,068%	91,108%	B
16640	Filtro Comb. Elemento Tiguan A Diesel	14	59,44	832,16	0,066%	91,174%	B
21024	Buje De Mesa Del. Metal-Goma Golf / Jetta	63	13,18	830,34	0,066%	91,240%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
26561	Cojinete New Jetta	2	402,18	804,36	0,064%	91,304%	B
23227	Punta Eje	2	400,00	800,00	0,064%	91,367%	B
16738	Pastillas Freno Del. Bora	3	265,00	795,00	0,063%	91,430%	B
16699	Bomba Dir. Hid.	3	263,28	789,84	0,063%	91,493%	B
25906	Filtro Combustible Tiguan	11	71,49	786,39	0,062%	91,556%	B
16758	Cremallera Dir.	1	780,00	780,00	0,062%	91,618%	B
24359	Volante De Motor Gol / Voyage	4	193,20	772,80	0,061%	91,679%	B
23993	Caja De Direccion (Alt)	1	770,00	770,00	0,061%	91,740%	B
24392	Pastillas Freno Post. New Beetle 2000-2010 (Alt)	14	55,00	770,00	0,061%	91,801%	B
28332	Tuberia Retorno	3	252,34	757,02	0,060%	91,861%	B
22635	Kit De Embrague Transporter	1	750,00	750,00	0,060%	91,921%	B
23859	Juego De Pistones (Alt)	3	249,20	747,60	0,059%	91,980%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23449	Pluma Limpiaparabrisas Lh Amarok	8	92,96	743,68	0,059%	92,039%	B
16621	Filtro Aceite Tiguan Diesel	34	21,52	731,68	0,058%	92,098%	B
23567	Bomba Completa Combustible	2	360,00	720,00	0,057%	92,155%	B
23870	Pastillas Freno Del Bora 2005-2011 / Golf 2000-2014	12	59,00	708,00	0,056%	92,211%	B
21974	Deposito De Refrigerante Radiador Gol - Voyage	31	22,35	692,85	0,055%	92,266%	B
28589	Multiple Admision Tiguan 12>>	1	662,09	662,09	0,053%	92,319%	B
24237	Retenedor Del Arbol De Levas Amarok	15	43,66	654,90	0,052%	92,371%	B
24085	Cono Arbol Receptor 74/15 Transporter	1	643,25	643,25	0,051%	92,422%	B
16718	Amortiguador Delant. Amarok (2010 - 2012)	2	316,24	632,48	0,050%	92,472%	B
27989	Servofreno Amarok	1	630,00	630,00	0,050%	92,522%	B
21025	Barra De Direccion Armada Lh Golf / Jetta / New Beetle	3	210,00	630,00	0,050%	92,572%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16656	Empaque De Tapa Válvulas Gol (2006-2010)	33	19,01	627,33	0,050%	92,622%	B
23391	Brazo De Biela Gol / Voy / Polo / Fox	5	125,00	625,00	0,050%	92,671%	B
21691	Rulimán De Embrague Gol - Parati - Saveiro - Transporter	12	51,48	617,76	0,049%	92,721%	B
26577	Bomba De Direccion Hidraulica Amarok Tdi	1	613,45	613,45	0,049%	92,769%	B
16715	Pastillas Freno Post. Bora	3	203,78	611,34	0,049%	92,818%	B
30019	Bomba Hidraulica con Motor Eléctrico Caja Automatizada	1	600,00	600,00	0,048%	92,865%	B
16628	Bujias Beetle / Jetta 2006 A1 2010	20	30,00	600,00	0,048%	92,913%	B
23384	Pastillas Freno Del. Crafter 50 (Vw)	3	199,95	599,85	0,048%	92,961%	B
27919	Bobina Bora	8	74,38	595,04	0,047%	93,008%	B
23685	Polea Alternador Amarok (Desde 2013)	2	295,00	590,00	0,047%	93,055%	B
29935	Kit De Embrague Gol (Alt)	3	190,00	570,00	0,045%	93,100%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
16611	Bujías Precaleantamiento	22	25,76	566,72	0,045%	93,145%	B
16799	Pastillas Freno Del. Touareg 2013-2015 (Vw)	3	188,86	566,58	0,045%	93,190%	B
25372	Juego De Cables Cross Fox	1	560,00	560,00	0,044%	93,235%	B
17303	Bomba De Agua	2	278,00	556,00	0,044%	93,279%	B
16707	Pastillas Freno Post. Jetta 2.0	5	110,00	550,00	0,044%	93,322%	B
24363	Juego De Cables Para Motor Polo Sedan	2	273,89	547,78	0,044%	93,366%	B
29164	Propulsores	16	34,16	546,56	0,043%	93,409%	B
27990	Cilindro Principal Freno Amarok	1	546,00	546,00	0,043%	93,453%	B
16760	Motor De Arranque Gol (1994-2010)	2	272,74	545,48	0,043%	93,496%	B
22368	Filtro Aire Jetta 2.0 (Franig)	30	18,00	540,00	0,043%	93,539%	B
20100	Cojinete M Golf	18	29,95	539,10	0,043%	93,582%	B
16702	Rodamiento Punta Eje Post. Con Manzana Jetta / Golf	2	269,49	538,98	0,043%	93,625%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23860	Juego De Rines (Alt)	3	179,20	537,60	0,043%	93,667%	B
28469	Juego De Pistones Std Vento	1	532,00	532,00	0,042%	93,710%	B
27977	Moldura Guardachoque Post	1	528,12	528,12	0,042%	93,751%	B
22454	Base Motor Inf. (Bieleta) Polo / Fox	8	65,64	525,12	0,042%	93,793%	B
24306	Cinta Contactor Airbag Lh	2	259,87	519,74	0,041%	93,834%	B
29612	Retenedor Posterior Del Cigüeñal Amarok	2	258,51	517,02	0,041%	93,876%	B
20233	Banda Accesorios Sin A/C Gol	20	25,84	516,80	0,041%	93,917%	B
26260	Juego De Cables Gol (1,8)	10	51,68	516,80	0,041%	93,958%	B
21443	Junta Escape Amarok	15	34,21	513,15	0,041%	93,998%	B
24476	Discos Delanteros Nuevos Gol (Alt)	8	64,00	512,00	0,041%	94,039%	B
29536	Cañería Bomba De Direccion Tucson	1	509,21	509,21	0,040%	94,079%	B
23759	Bomba De Agua Jetta (Alt)	3	168,00	504,00	0,040%	94,120%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21991	Arbol Levas Gol-Polo-Fox	2	251,65	503,30	0,040%	94,159%	B
29708	Polea Cigüeñal Crafter	1	499,73	499,73	0,040%	94,199%	B
16649	Filtro Comb. Gol / Polo	26	19,20	499,20	0,040%	94,239%	B
25970	Medidor Masa Aire Amarok Jetta	2	249,14	498,28	0,040%	94,278%	B
16731	Amortiguador Post. Gol (1994-2014)	8	61,99	495,92	0,039%	94,318%	B
24505	Anillo Retractor Jetta	2	240,89	481,78	0,038%	94,356%	B
16750	Amort.Del.	4	119,78	479,12	0,038%	94,394%	B
23577	Pastillas Freno Del. Tiguan	5	95,00	475,00	0,038%	94,432%	B
27861	Kit Reparacion Banda Crafter	1	474,18	474,18	0,038%	94,470%	B
22030	Anillo Ventilador Tiguan	3	156,07	468,21	0,037%	94,507%	B
26445	Amortiguador Delant. Golf Alt	4	116,68	466,72	0,037%	94,544%	B
16706	Pastillas Freno Del. Golf 2008-2014 (Vw)	5	93,30	466,50	0,037%	94,581%	B

Anexo II.1. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos mecánicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
25813	Amortiguador Delantero Lh Toyota	1	466,14	466,14	0,037%	94,618%	B
16619	Filtro Aceite	16	29,00	464,00	0,037%	94,655%	B
24114	Cauchos De Bomba Amarok	2	231,00	462,00	0,037%	94,691%	B
26047	Rodamiento Bolas Doble Gol Fox	6	75,62	453,72	0,036%	94,727%	B
24491	Depurador Jetta	2	226,49	452,98	0,036%	94,763%	B
28321	Carter Aceite Amarok	1	450,00	450,00	0,036%	94,799%	B
27042	Filtro Combustible Tiguan	6	74,85	449,10	0,036%	94,835%	B
21034	Válvula De Admision (Alt)	17	25,84	439,28	0,035%	94,870%	B
28078	Turbo Timer Amarok	3	145,00	435,00	0,035%	94,904%	B
16746	Amortiguador Delant. Gol - Voyage	3	145,00	435,00	0,035%	94,939%	B
25215	Pinon 4ta. Jetta-Golf	1	433,65	433,65	0,034%	94,973%	B

Anexo II.2. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos electrónicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
24361	Sensor Amarok Abs Post. Rh	5	195,50	977,50	0,702%	80,147%	B
23824	Electroventilador Tiguan	1	973,00	973,00	0,698%	80,846%	B
21893	Cuadro Instrumentos Gol	2	477,48	954,96	0,685%	81,531%	B
23122	Potenciometro	7	135,31	947,17	0,680%	82,211%	B
23442	Cuadro Instrumental Gol	2	450,00	900,00	0,646%	82,857%	B
22412	Conmutador Elevavidrios Principal Lh Amarok	8	109,31	874,48	0,628%	83,484%	B
25589	Unidad Abs Con Unidad De Control Gol	1	816,44	816,44	0,586%	84,070%	B
26616	Pedal Acelerador Electronico Varios	3	267,49	802,47	0,576%	84,646%	B
20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.	65	11,73	762,45	0,547%	85,194%	B
24045	Conmutador Pedal Freno Gol (2003-2010) / Golf - Polo (2007-2011)	19	38,39	729,41	0,524%	85,717%	B
22328	Conmutador Pedal Freno Golf / Jetta / Transporter	26	27,54	716,04	0,514%	86,231%	B
24494	Airbagpiloto Jetta	2	356,88	713,76	0,512%	86,743%	B

Anexo II.2. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos electrónicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
23774	Sensor Hall Saveiro (Alt)	4	175,00	700,00	0,502%	87,246%	B
28936	Emisor De Impulsos Ckp New Polo 15>>>	6	115,00	690,00	0,495%	87,741%	B
27988	Unidad Bujías Pre calentamiento	2	342,11	684,22	0,491%	88,232%	B
21216	Sensor De Presion De Combustible Amarok / Crafter / Transporter	7	96,19	673,33	0,483%	88,715%	B
23018	Conmutador Pedal Freno Crafter	13	50,72	659,36	0,473%	89,189%	B
28358	Control Mando Touareg Llave Electronica	1	628,62	628,62	0,451%	89,640%	B
24656	Unidad De Control Crossfox	1	571,25	571,25	0,410%	90,050%	B
28814	Bobina Touareg 2007	6	94,08	564,48	0,405%	90,455%	B
25342	Sonda Lamb.Del. Polo-Jetta-Beetle	4	139,84	559,36	0,401%	90,856%	B
20989	Cuadro Instrum Amarok	1	527,26	527,26	0,378%	91,235%	B
24041	Unidad Advertencia Gol	2	250,00	500,00	0,359%	91,594%	B
23762	Electroventilador Fox	2	238,00	476,00	0,342%	91,935%	B
24495	Electroventilador Jetta	3	153,55	460,65	0,331%	92,266%	B

Anexo II.2. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos electrónicos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21976	Sensor Revol. Amarok	2	226,24	452,48	0,325%	92,591%	B
25611	Sensor Amk	2	226,03	452,06	0,324%	92,915%	B
25374	Unidad De Control (Bcm) Tiguan-Jetta	1	446,67	446,67	0,321%	93,236%	B
21826	Unidad Alim. Combustible Golf	1	386,00	386,00	0,277%	93,513%	B
24490	Sensor Choque Del. Airbag Jetta	2	170,30	340,60	0,244%	93,757%	B
23978	Computadora De Motor Jetta	1	336,59	336,59	0,242%	93,999%	B
27930	Conmutador Luces New Jetta	2	158,93	317,86	0,228%	94,456%	B
24146	Sonda Lamb. Del. Tiguan	1	315,46	315,46	0,226%	94,683%	B
25340	Electroventilador Polo Alt	2	148,50	297,00	0,213%	94,896%	B

Anexo II.3. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos eléctricos

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
27557	Bobina De Encendido	17	97,14	1 651,38	1,137%	80,302%	B
24366	Conduccion	71	20,64	1 465,44	1.009%	81,311%	B
26135	Bocina Tono Grave New Jetta	10	124,56	1 245,60	0,858%	82,168%	B
29915	Unidad De Control Bcm Amarok	1	1 195,46	1 195,46	0,823%	82,992%	B
20817	Caja Relés	12	95,33	1 143,96	0,788%	83,779%	B
16789	Bomba De Combustible Polo (Reemplazada 6qe919051d)	3	360,00	1 080,00	0,744%	84,523%	B
23198	Llave En Blanco	2	495,81	991,62	0,683%	85,206%	B
25554	Bateria Bosch Libre Mantenimiento S5 60d	5	189,00	945,00	0,651%	85,856%	B
16659	Alternador	2	452,20	904,40	0,623%	86,479%	B
17374	Bateria 65-850 95ah Borne Amarok (Alt)	6	149,66	897,96	0,618%	87,097%	B
22086	Llave Principal Amarok	2	423,04	846,08	0,583%	87,680%	B
25524	Llave Principal	3	278,96	836,88	0,576%	88,256%	B
16708	Bomba De Combustible Bora - Golf	2	396,52	793,04	0,546%	88,802%	B

Anexo II.3. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos eléctricos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
17345	Foco Halogeno H4 - 12v - 60/55w	105	6,70	703,50	0,484%	89,287%	B
27855	Bocina Grave Varios	7	99,46	696,22	0,479%	89,766%	B
27988	Unidad Bujías Pre calentamiento	2	342,95	685,90	0,472%	90,238%	B
29914	Transmisor De Retro Passat	4	168,34	673,36	0,464%	90,702%	B
21406	Levantavidrio Gol Lh	9	71,54	643,86	0,443%	91,145%	B
29029	Servomotor Pinza De Freno Tras Passat	1	593,90	593,90	0,409%	91,554%	B
28503	Cilindro Maestro Passat	1	590,00	590,00	0,406%	91,960%	B
20341	Llave Principal Labrada Con Telemando Amarok (2010-2012)	2	283,00	566,00	0,390%	92,350%	B
28602	Juego De Cables De Bujías Golf	9	60,19	541,71	0,373%	92,723%	B
17343	Foco Claro De 12v - 1 Contacto	304	1,58	480,32	0,331%	93,054%	B
25524	Llave Principal	3	278,96	836,88	0,576%	88,256%	B
22098	Sensor De Desgaste De Pastillas Freno Post. Touareg (2004-2010)	9	50,42	453,78	0,312%	93,366%	B
21820	Bomba De Combustible Bora	1	425,58	425,58	0,293%	93,659%	B

Anexo II.3. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos eléctricos (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	Participación acumulada	Clasificación
21437	Palanca Para Apertura De Capo Amarok	8	50,53	404,24	0,278%	93,938%	B
16662	Arranque	1	385,00	385,00	0,265%	94,203%	B
17342	Foco Claro De 12v - 2 Contacto	513	0,75	384,75	0,265%	94,468%	B
29913	Faro Posterior Rh Passat	1	350,85	350,85	0,242%	94,709%	B
28860	Foco Claro 2 Contactos	140	2,45	343,00	0,236%	94,945%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
24081	Puerta Delantera Lh Golf	1	1 370,00	1 370,00	0,256%	80,109%	B
29492	Carrocería Lateral Lh	2	684,00	1368,00	0,255%	80,364%	B
22600	Emisor Impulsos Ciguenal Ckp Gol	8	169,31	1354,48	0,253%	80,617%	B
27464	Guardafango Post Rh New Jetta	2	675,00	1350,00	0,252%	80,869%	B
20639	Jgo. De Plumas Limpiaparabrisas Del. Amarok / Transporter	28	47,68	1335,04	0,249%	81,118%	B
22560	Direccional Post. Lh Crafter	6	217,28	1303,68	0,243%	81,361%	B
17419	Cristal De Espejo Calefactable Elect. Rh Amarok	14	91,56	1281,84	0,239%	81,600%	B
30274	Guardachoque Post New Jetta	2	623,77	1247,54	0,233%	81,833%	B
16913	Direccional Post. Lh Exterior Jetta (2008 - 2011)	8	154,12	1232,96	0,230%	82,063%	B
17418	Vidrio Lh Amarok	10	122,99	1229,90	0,229%	82,292%	B
27034	Cinturon Lh Gol >=2009	4	302,49	1209,96	0,226%	82,518%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
16911	Spoiler de Guardachoque Delant. Jetta (2008-2011)	15	80,51	1 207,65	0,225%	82,743%	B
23532	Direccional Post. Rh Amarok (Desde 2013)	8	150,00	1 200,00	0,224%	82,967%	B
21507	Cristal Espejo Rh Gol	32	37,50	1 200,00	0,224%	83,191%	B
24129	Vidrio De Puerta Post. Lh Crafter	6	198,59	1 191,54	0,222%	83,413%	B
23470	Faro Delant. Rh (Fume) Fox - Crossfox (2004-2010)	4	289,79	1 159,16	0,216%	83,629%	B
19999	Espejo Electrico Amarok	3	377,00	1 131,00	0,211%	83,840%	B
27469	Mangueta Lh Amarok	5	225,20	1 126,00	0,210%	84,050%	B
21180	Puerta Del. Rh Amarok	1	1 124,66	1 124,66	0,210%	84,260%	B
25576	Recubrimiento Central Guadachoque Crafter	6	185,89	1 115,34	0,208%	84,468%	B
23882	Mascarilla Delant. Gol / Voy (Desde 2013)	18	60,17	1 083,06	0,202%	84,670%	B
29503	Faro Del New Lh Jetta 2.0 Usa	2	536,62	1 073,24	0,200%	84,870%	B
21506	Cristal Espejo Lh Gol - Voyage - Fox	23	46,59	1 071,57	0,200%	85,070%	B
27526	Compuerta	3	355,00	1 065,00	0,199%	85,269%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
29735	Compuerta Trasera Passat 11>>>15	1	1 064,53	1 064,53	0,199%	85,467%	B
16923	Guia Post Rh(Hb)	9	118,00	1 062,00	0,198%	85,666%	B
28945	Pastillas De Freno Del New Jetta	11	95,46	1 050,06	0,196%	85,861%	B
21364	Espejo Retrovisor Exterior Pzs Rh Gol	12	87,10	1 045,20	0,195%	86,056%	B
16932	Guardafango Rh	8	128,00	1 024,00	0,191%	86,247%	B
24268	Puerta New Jetta	2	502,74	1 005,48	0,188%	86,435%	B
20662	Guardafango Lh J5	4	251,00	1 004,00	0,187%	86,622%	B
21384	Caja De Espejo Ext. Lh Manual Gol / Voyage (Desde 2012)	11	90,00	990,00	0,185%	86,807%	B
22741	Lateral Gol	2	494,22	988,44	0,184%	86,991%	B
23341	Parachoque Post. J5	3	327,00	981,00	0,183%	87,174%	B
21428	Tapa Espejo Lh Amarok	28	35,00	980,00	0,183%	87,357%	B
16970	Mascarilla	2	485,59	971,18	0,181%	87,538%	B
27528	Lateral Lh Voyage 2013	1	968,00	968,00	0,181%	87,719%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
28111	Guardachoque Del Crafter C/Neblineros	1	963,92	963,92	0,180%	87,899%	B
16771	Jgo. De Plumas Limpiaparabrisas Del. Fox	16	59,24	947,84	0,177%	88,075%	B
24337	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (2009-2013)	49	19,26	943,74	0,176%	88,252%	B
25956	Guardafango Del Lh Crafter	4	235,49	941,96	0,176%	88,427%	B
23025	Capot Tiguan	1	931,24	931,24	0,174%	88,601%	B
23689	Guardafango Del. Rh Gol / Voy (Desde 2013)	6	155,00	930,00	0,173%	88,774%	B
20425	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (2009-2011)	32	28,00	896,00	0,167%	88,942%	B
24271	Faro Halogeno Lh New Jetta	8	110,48	883,84	0,165%	89,106%	B
27425	Mangueta Rh Gol	2	432,00	864,00	0,161%	89,268%	B
24308	Cinturon De Seguridad Completo Rh	2	413,78	827,56	0,154%	89,422%	B
28938	Faro Del Rh New Beetle	2	410,00	820,00	0,153%	89,575%	B
20564	Luz De Freno Combinada Luz Cajón Amarok	5	162,51	812,55	0,152%	89,726%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
22626	Direccional Post. Lh Con Luz Antiniebla Amarok (2010-2012)	5	160,00	800,00	0,149%	89,876%	B
21754	Refuerzo De Espuma Para Golpes Gol	14	52,45	734,30	0,137%	90,013%	B
24519	Cerradura Amarok-Tiguan 2013	4	183,24	732,96	0,137%	90,149%	B
24221	Halogeno Neblinero Vw Amarok	5	145,00	725,00	0,135%	90,285%	B
27807	Lateral Lh Jetta	2	358,50	717,00	0,134%	90,418%	B
23510	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (Desde 2013)	37	18,51	684,87	0,128%	90,546%	B
21115	Peldaño Sup. Guardachoque Post. Amarok	4	169,00	676,00	0,126%	90,672%	B
26080	Caperuza Jetta Rh	9	75,11	675,99	0,126%	90,798%	B
22607	Faro Rh Post Gol Hb Nuevo Gol	5	133,34	666,70	0,124%	90,923%	B
23865	Cauchos De Válvulas (Alt)	68	9,80	666,40	0,124%	91,047%	B
23851	Guardafango Del. Lh Golf-Gti (2012-2013)	2	330,16	660,32	0,123%	91,170%	B
21509	Tapa De Espejo Retrovisor Gol	14	45,96	643,44	0,120%	91,290%	B
26515	Caja Espejo Touareg Rh	1	642,60	642,60	0,120%	91,410%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
23597	Mascarilla Del. Gol / Voyage (Desde 2013)	8	80,00	640,00	0,119%	91,529%	B
25273	Gui Posterior Interna Jetta	3	213,23	639,69	0,119%	91,649%	B
22558	Recubrimiento Guardapolvo Lh Amarok	6	105,33	631,98	0,118%	91,767%	B
24388	Centrales Aluminio Amarok	11	56,00	616,00	0,115%	91,882%	B
28362	Evaporador Crafter	1	611,79	611,79	0,114%	91,996%	B
23337	Cristal Puerta Post Rh Crafter 30	3	203,58	610,74	0,114%	92,110%	B
16805	Direccional Post. Rh Amarok (2010-2012)	4	140,00	560,00	0,104%	92,214%	B
23222	Caja Espejo Rh Jetta	3	184,88	554,64	0,103%	92,318%	B
17336	Caja De Espejo Ext. Rh Manual Amarok (Reempl. 2h1857508dt9b9)	2	270,00	540,00	0,101%	92,418%	B
23297	Faro Lh Post. Gol Hb	4	133,34	533,36	0,099%	92,518%	B
24272	Faro Halogeno Rh New Jetta	4	132,85	531,40	0,099%	92,617%	B
16746	Amortiguador Delant. Gol - Voyage	4	132,70	530,80	0,099%	92,716%	B
21284	Caja De Espejo Ext. Lh Manual Gol / Voy (2009-2013)	6	88,09	528,54	0,099%	92,814%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
28390	Parabrisas Crafter	1	525,00	525,00	0,098%	92,912%	B
23617	Faro Post. Lh De Compuerta Touareg (2007-2010)	3	171,77	515,31	0,096%	93,009%	B
23844	Caja De Espejo Ext. Rh Manual Amarok	2	253,26	506,52	0,094%	93,103%	B
28941	Cubierta Del Parachoques Amarok	1	504,00	504,00	0,094%	93,197%	B
23992	Faro (Alt)	2	252,00	504,00	0,094%	93,291%	B
22168	Caja De Espejo Lh Jetta	2	248,83	497,66	0,093%	93,384%	B
20019	Luz Interior Central De Techo Amarok / Transporter / Gol / Voy	10	47,00	470,00	0,088%	93,472%	B
23887	Direccional Post. Ext. Rh Voyage (Desde 2013)	4	116,01	464,04	0,087%	93,558%	B
25994	Faro Fusion Led 45 Spot	2	230,45	460,90	0,086%	93,644%	B
22150	Faro Doble Gol Sedan	2	230,00	460,00	0,086%	93,730%	B
16967	Faro Lh	1	455,00	455,00	0,085%	93,815%	B
28946	Guardachoque Trasero New Beetle 15>	1	454,10	454,10	0,085%	93,899%	B
27824	Tablero Gol-Voyage	1	442,48	442,48	0,083%	93,982%	B

Anexo II.4. Clasificación B de las ventas desde el 2014 al 2016 de repuestos de colisión (continuación...)

Material	Descripción	Cantidad	P Lista	Valor vendido	% participación	participación acumulada	Clasificación
22843	Spoiler Del Tiguan	2	220,00	440,00	0,082%	94,064%	B
23985	Retrovisor 7" (Alt)	2	214,50	429,00	0,080%	94,144%	B
28105	Cinturon Seguridad Rh Gol	1	424,00	424,00	0,079%	94,223%	B
23380	Chapa Puerta Del. Rh Gol	4	103,33	413,32	0,077%	94,300%	B
28363	Válvula Expansión Crafter	1	411,25	411,25	0,077%	94,377%	B
24397	Rejilla Guardachoque Del. Lh Para Neblinero New Jetta	10	38,88	388,80	0,073%	94,449%	B
22581	Guardachoque Delt Nuevo Gol	1	385,89	385,89	0,072%	94,521%	B
28033	Guia Rh Ventanilla Del New Jetta	1	380,00	380,00	0,071%	94,592%	B
16806	Direccional Post. Lh Amarok (2010-2012)	4	95,00	380,00	0,071%	94,663%	B
24405	Rejilla Central Inf. De Guardachoque Del. New Jetta	6	61,66	369,96	0,069%	94,732%	B
27474	Bisagra Del Sup Amarok	5	73,94	369,70	0,069%	94,801%	B
28552	Juego Interruptores Multiples Volante Gol	1	368,44	368,44	0,069%	94,870%	B
24713	Motor Eleva	5	71,23	356,15	0,066%	94,936%	B

ANEXO III

ÍTEMS PERTENECIENTES A LA CLASIFICACIÓN B QUE PRESENTAN MAYOR NUMERO DE VENTAS EN UN PERIODO DE 36 MESES

Anexo III.1. Ítems mecánicos pertenecientes a la clasificación B que presentan mayor número de ventas en un periodo de 36 meses

Material	Descripcion	no ventas	mes inactivo	ventas
22941	Banda Accesorios Con A/C Crafter - Touareg	15	0	21
22366	Filtro Aire Hca2697	16	0	20
22102	Juego Rep. Banda Corta Gol	11	0	25
16607	Bujías Gol / Parati / Saveiro 2004 Al 2010	9	0	27
16668	Empaque De Cabezote Gol / Voy / Polo	12	0	24
16657	Rodillo Tensor De Distribucion Gol (2006-2014)	15	0	21
22430	Filtro Aire Transporter T5	14	0	22
16643	Filtro Comb. Gol 94 - 2008	3	0	33
16677	Banda Dist.	11	0	25
16603	Filtro Aire Gol 94 Al 2010	8	0	28
16621	Filtro Aceite Tiguan Diesel	13	0	23

Anexo III.2. Ítems electrónicos pertenecientes a la clasificación B que presentan mayor número de ventas en un periodo de 36 meses

Material¹	Descripcion	no ventas	mes inactivo	ventas
20825	Conmutador Elevavidrios Doble Del. Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.	20	0	16
24045	Conmutador Pedal Freno Gol (2003-2010) / Golf - Polo (2007-2011)	16	5	15
22328	Conmutador Pedal Freno Golf / Jetta / Transporter	19	0	17

Anexo III.3. Ítems eléctricos pertenecientes a la clasificación B que presentan mayor número de ventas en un periodo de 36 meses

Material	Descripcion	no ventas	mes inactivo	ventas
17345	Foco Halogeno H4 - 12v - 60/55w	5	0	31
17343	Foco Claro De 12v - 1 Contacto	3	0	33
17342	Foco Claro De 12v - 2 Contacto	5	0	31

Anexo III.4. Ítems de colisión pertenecientes a la clasificación B que presentan mayor número de ventas en un periodo de 36 meses

Material	Descripcion	no ventas	mes inactivo	ventas
21507	Cristal Espejo Rh Gol	16	0	20
24337	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (2009-2013)	8	7	21
23510	Emblema Vw Del. Gol - Voyage (Desde 2013)	13	1	22

¹ Para el caso de los repuestos electrónicos se escogió a los únicos 3 ítems que representaban mayor número de ventas, aunque no estaban dentro del rango establecido para el estudio.

ANEXO IV

**CÁLCULOS DEL PRONÓSTICO UTILIZANDO EL MÉTODO DE
SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON $\alpha=0,3$ Y $\alpha=0,5$**

Anexo IV.1. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para filtro aire Hca2697

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	9	9		9	
feb-16	5	9	-4	9	-4
mar-16	2	7	-5	7,8	-5,8
abr-16	1	4,5	-3,5	6,06	-5,06
may-16	1	2,75	-1,75	4,542	-3,542
jun-16	1	1,875	-0,875	3,4794	-2,4794
jul-16	0	1,4375	-1,4375	2,73558	-2,73558
ago-16	1	0,71875	0,28125	1,914906	-0,914906
sep-16	4	0,859375	3,140625	1,6404342	2,3595658
oct-16	1	2,4296875	-1,4296875	2,34830394	-1,3483039
nov-16	5	1,71484375	3,28515625	1,94381276	3,05618724
dic-16	1	3,357421875	-2,35742188	2,86066893	-1,8606689
ene-17		2,178710938		2,30246825	
desv. Estand			2,656329416		2,77731977

Anexo IV.2. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para juego rep. banda corta Gol

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	4	4		4	
feb-16	3	4	-1	4	-1
mar-16	4	3,7	0,3	3,5	0,5
abr-16	9	3,79	5,21	3,75	5,25
may-16	6	5,353	0,647	6,375	-0,375
jun-16	0	5,5471	-5,5471	6,1875	-6,1875
jul-16	2	3,88297	-1,88297	3,09375	-1.09375
ago-16	5	3,318079	1,681921	2,546875	2,453125
sep-16	8	3,8226553	4,1773447	3,7734375	4,2265625
oct-16	2	5,07585871	-3,07585871	5,88671875	-3,88671875
nov-16	3	4,153101097	-1,153101097	3,943359375	-0,943359375
dic-16	6	3,807170768	2,192829232	3,471679688	2,528320313
ene-17		4,465019538		4,735839844	
desv. Estand			3,140514161		3,383906643

Anexo IV.3. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para bujías Gol / Parati / Saveiro 2004 al 2010

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	4	4		4	
feb-16	0	4	-4	4	-4
mar-16	10	2,8	7,2	2	8
abr-16	8	4,96	3,04	6	2
may-16	17	5,872	11,128	7	10
jun-16	1	9,2104	-8,2104	12	-11
jul-16	6	6,74728	-0,74728	6,5	-0,5
ago-16	2	6,523096	-4,523096	6,25	-4,25
sep-16	8	5,1661672	2,8338328	4,125	3,875
oct-16	9	6,01631704	2,98368296	6,0625	2,9375
nov-16	15	6,911421928	8,088578072	7,53125	7,46875
dic-16	0	9,33799535	-9,33799535	11,265625	-11,265625
ene-17		6,536596745		5,6328125	
desv. Estand			6,726056686		7,271066511

Anexo IV.4. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para empaque de cabezote Gol / Voy / Polo

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	1	1		1	
feb-16	7	1	6	1	6
mar-16	3	2,8	0,2	4	-1
abr-16	5	2,86	2,14	3,5	1,5
may-16	2	3,502	-1,502	4,25	-2,25
jun-16	0	3,0514	-3,0514	3,125	-3,125
jul-16	3	2,13598	0,86402	1,5625	1,4375
ago-16	5	2,395186	2,604814	2,28125	2,71875
sep-16	2	3,1766302	-1,1766302	3,640625	-1,640625
oct-16	5	2,82364114	2,17635886	2,8203125	2,1796875
nov-16	3	3,4765488	-0,4765488	3,91015625	-0,91015625
dic-16	4	3,33358416	0,66641584	3,45507813	0,54492188
ene-17		3,53350891		3,72753906	
desv. Estand			2,4500395		2,63436678

Anexo IV.5. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para rodillo tensor de distribución Gol (2006-2014)

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	4	4		4	
feb-16	2	4	-2	4	-2
mar-16	4	3,4	0,6	3	1
abr-16	2	3,58	-1,58	3,5	-1,5
may-16	1	3,106	-2,106	2,75	-1,75
jun-16	1	2,4742	-1,4742	1,875	-0,875
jul-16	5	2.03194	2,96806	1,4375	3,5625
ago-16	0	2,922358	-2,922358	3,21875	-3,21875
sep-16	6	2.0456506	3,9543494	1,609375	4,390625
oct-16	4	3,23195542	0,76804458	3,8046875	0,1953125
nov-16	2	3,46236879	-1,46236879	3,90234375	-1,90234375
dic-16	0	3,02365816	-3,02365816	2,95117188	-2,95117188
ene-17		2,11656071		1,47558594	
desv. Estand			2,33963855		2,51905958

Anexo IV.6. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para filtro aire Transporter T5

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	5	5		5	
feb-16	0	5	-5	5	-5
mar-16	1	3,5	-2,5	2,5	-1,5
abr-16	0	2,75	-2,75	1,75	-1,75
may-16	5	1,925	3,075	0,875	4,125
jun-16	0	2,8475	-2,8475	2,9375	-2,9375
jul-16	2	1,99325	0,00675	1,46875	0,53125
ago-16	3	1,995275	1.004725	1,734375	1,265625
sep-16	2	2,2966925	-0,2966925	2,3671875	-0,3671875
oct-16	2	2,20768475	-0,20768475	2,18359375	-0,18359375
nov-16	6	2,14537933	3,85462068	2.09179688	3,90820313
dic-16	1	3,30176553	-2,30176553	4,04589844	-3,04589844
ene-17		2,61123587		2,52294922	
desv. Estand			2,68159377		2,83425394

Anexo IV.7. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para filtro comb. Gol 94 – 2008

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	3	3		3	
feb-16	8	3	5	3	5
mar-16	5	4,5	0,5	5,5	-0,5
abr-16	3	4,65	-1,65	5,25	-2,25
may-16	8	4,155	3,845	4,125	3,875
jun-16	6	5,3085	0,6915	6,0625	-0,0625
jul-16	0	5,51595	-5,51595	6,03125	-6,03125
ago-16	1	3,861165	-2,861165	3,015625	-2,015625
sep-16	1	3,0028155	-2,0028155	2,0078125	-1,0078125
oct-16	5	2,40197085	2,59802915	1,50390625	3,49609375
nov-16	9	3,1813796	5,81862041	3,25195313	5,74804688
dic-16	3	4,92696572	-1,92696572	6,12597656	-3,12597656
ene-17		4,348876		4,56298828	
desv. Estand			3,58244871		3,75409833

Anexo IV.8. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para banda de distribución

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	4	4		4	
feb-16	2	4	-2	4	-1
mar-16	4	3,4	0,6	3,5	-2,5
abr-16	2	3,58	-1,58	2,25	-0,25
may-16	1	3,106	-2,106	2,125	2,875
jun-16	1	2,4742	-1,4742	3,5625	-3,5625
jul-16	5	2.03194	2,96806	1,78125	1,21875
ago-16	0	2,922358	-2,922358	2,390625	2,609375
sep-16	6	2.0456506	3,9543494	3,6953125	-0,6953125
oct-16	4	3,23195542	0,76804458	3,34765625	2,65234375
nov-16	2	3,46236879	-1,46236879	4,67382813	-2,67382813
dic-16	0	3,02365816	-3,02365816	3,33691406	5,66308594
ene-17		2,11656071		6,16845703	
desv. Estand			2,33963855		2,85643333

Anexo IV.9. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para filtro aire Gol 94 al 2010

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	2	2		2	
feb-16	5	2	3	2	3
mar-16	1	2,9	-1,9	3,5	-2,5
abr-16	1	2,33	-1,33	2,25	-1,25
may-16	0	1,931	-1,931	1,625	-1,625
jun-16	0	1,3517	-1,3517	0,8125	-0,8125
jul-16	1	0,94619	0,05381	0,40625	0,59375
ago-16	2	0,962333	1.037667	0,703125	1,296875
sep-16	3	1,2736331	1,7263669	1,3515625	1,6484375
oct-16	5	1,79154317	3,20845683	2,17578125	2,82421875
nov-16	3	2,75408022	0,24591978	3,58789063	-0,58789063
dic-16	1	2,82785615	-1,82785615	3,29394531	-2,29394531
ene-17		2,27949931		2,14697266	
desv. Estand			1,93937015		1,96064297

Anexo IV.10. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para filtro aceite Tiguan diesel

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	0	0		0	
feb-16	1	0	1	0	1
mar-16	1	0,3	0,7	0,5	0,5
abr-16	2	0,51	1,49	0,75	1,25
may-16	4	0,957	3,043	1,375	2,625
jun-16	2	1,8699	0,1301	2,6875	-0,6875
jul-16	1	1,90893	-0,90893	2,34375	-1,34375
ago-16	6	1,636251	4,363749	1,671875	4,328125
sep-16	5	2,9453757	2,0546243	3,8359375	1,1640625
oct-16	1	3,56176299	-2,56176299	4,41796875	-3,41796875
nov-16	3	2,79323409	0,20676591	2,70898438	0,29101563
dic-16	1	2,85526387	-1,85526387	2,85449219	-1,85449219
ene-17		2,29868471		1,92724609	
desv. Estand			2,04418385		2,14300836

Anexo IV.11. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para conmutador elevavidrios doble delantero Lh Gol / Voy. / Polo / Sav.

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	3	3		3	
feb-16	1	3	-2	3	-2
mar-16	9	2,4	6,6	2	7
abr-16	1	4,38	-3,38	5,5	-4,5
may-16	2	3,366	-1,366	3,25	-1,25
jun-16	0	2,9562	-2,9562	2,625	-2,625
jul-16	3	2.06934	0,93066	1,3125	1,6875
ago-16	8	2,348538	5,651462	2,15625	5,84375
sep-16	9	4,0439766	4,9560234	5,078125	3,921875
oct-16	0	5,53078362	-5,53078362	7,0390625	-7,0390625
nov-16	3	3,87154853	-0,87154853	3,51953125	-0,51953125
dic-16	5	3,61008397	1,38991603	3,25976563	1,74023438
ene-17		4,02705878		4,12988281	
desv. Estand			3,98964058		4,3181454

Anexo IV.12. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para conmutador de pedal de freno Gol (2003-2010) / Golf - Polo (2007-2011)

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	1	1		1	
feb-16	2	1	1	1	1
mar-16	3	1,3	1,7	1,5	1,5
abr-16	1	1,81	-0,81	2,25	-1,25
may-16	0	1,567	-1,567	1,625	-1,625
jun-16	2	1,0969	0,9031	0,8125	1,1875
jul-16	1	1,36783	-0,36783	1,40625	-0,40625
ago-16	1	1,257481	-0,257481	1,203125	-0,203125
sep-16	2	1,1802367	0,8197633	1,1015625	0,8984375
oct-16	1	1,42616569	-0,42616569	1,55078125	-0,55078125
nov-16	2	1,29831598	0,70168402	1,27539063	0,72460938
dic-16	0	1,50882119	-1,50882119	1,63769531	-1,63769531
ene-17		1,05617483		0,81884766	
desv. Estand			1,07880107		1,15651639

Anexo IV.13. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para conmutador de pedal de freno Golf / Jetta / Transporter

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	0	0		0	
feb-16	1	0	1	0	1
mar-16	1	0,3	0,7	0,5	0,5
abr-16	2	0,51	1,49	0,75	1,25
may-16	5	0,957	4,043	1,375	3,625
jun-16	3	2,1699	0,8301	3,1875	-0,1875
jul-16	2	2,41893	-0,41893	3,09375	-1,09375
ago-16	5	2,293251	2,706749	2,546875	2,453125
sep-16	0	3,1052757	-3,1052757	3,7734375	-3,7734375
oct-16	2	2,17369299	-0,17369299	1,88671875	0,11328125
nov-16	4	2,12158509	1,87841491	1,94335938	2,05664063
dic-16	2	2,68510957	-0,68510957	2,97167969	-0,97167969
ene-17		2,4795767		2,48583984	
desv. Estand			1,88963825		2,00950077

Anexo IV.14. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para foco halógeno H4 - 12v - 60/55w

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	9	9		9	
feb-16	6	9	-3	9	-3
mar-16	2	8,1	-6,1	7,5	-5,5
abr-16	6	6,27	-0,27	4,75	1,25
may-16	0	6,189	-6,189	5,375	-5,375
jun-16	1	4,3323	-3,3323	2,6875	-1,6875
jul-16	3	3,33261	-0,33261	1,84375	1,15625
ago-16	10	3,232827	6,767173	2,421875	7,578125
sep-16	2	5,2629789	-3,2629789	6,2109375	-4,2109375
oct-16	3	4,28408523	-1,28408523	4,10546875	-1,1054688
nov-16	0	3,898859661	-3,89885966	3,55273438	-3,5527344
dic-16	2	2,729201763	-0,72920176	1,77636719	0,22363281
ene-17		2,510441234		1,88818359	
desv. Estand			3,564899458		3,80196906

Anexo IV.15. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para foco claro de 12v - 1 contacto

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	23	23		23	
feb-16	17	23	-6	23	-6
mar-16	6	21,2	-15,2	20	-14
abr-16	5	16,64	-11,64	13	-8
may-16	11	13,148	-2,148	9	2
jun-16	9	12,5036	-3,5036	10	-1
jul-16	15	11,45252	3,54748	9,5	5,5
ago-16	5	12,516764	-7,516764	12,25	-7,25
sep-16	7	10,2617348	-3,2617348	8,625	-1,625
oct-16	0	9,28321436	-9,28321436	7,8125	-7,8125
nov-16	1	6,498250052	-5,498250052	3,90625	-2,90625
dic-16	0	4,848775036	-4,848775036	2,453125	-2,453125
ene-17		3,394142525		1,2265625	
desv. Estand			5,007904323		5,38106613

Anexo IV.16. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para foco claro de 12v - 2 contactos

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	12	12		12	
feb-16	15	12	3	12	3
mar-16	18	12,9	5,1	13,5	4,5
abr-16	17	14,43	2,57	15,75	1,25
may-16	6	15,201	-9,201	16,375	-10,375
jun-16	6	12,4407	-6,4407	11,1875	-5,1875
jul-16	1	10,50849	-9,50849	8,59375	-7,59375
ago-16	0	7,655943	-7,655943	4,796875	-4,796875
sep-16	10	5,3591601	4,6408399	2,3984375	7,6015625
oct-16	2	6,75141207	-4,75141207	6,19921875	-4,19921875
nov-16	0	5,32598845	-5,32598845	4,09960938	-4,09960938
dic-16	1	3,72819191	-2,72819191	2,04980469	-1,04980469
ene-17		2,90973434		1,52490234	
desv. Estand			5,59674595		5,47232525

Anexo IV.17. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para cristal espejo Rh Gol

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	1	1		1	
feb-16	4	1	3	1	3
mar-16	5	1,9	3,1	2,5	2,5
abr-16	2	2,83	-0,83	3,75	-1,75
may-16	0	2,581	-2,581	2,875	-2,875
jun-16	1	1,8067	-0,8067	1,4375	-0,4375
jul-16	5	1,56469	3,43531	1,21875	3,78125
ago-16	1	2,595283	-1,595283	3,109375	-2,109375
sep-16	1	2,1166981	-1,1166981	2,0546875	-1,0546875
oct-16	5	1,78168867	3,21831133	1,52734375	3,47265625
nov-16	1	2,747182069	-1,74718207	3,26367188	-2,2636719
dic-16	4	2,223027448	1,776972552	2,13183594	1,86816406
ene-17		2,756119214		3,06591797	
desv. Estand			2,359178287		2,56419176

Anexo IV.18. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para emblema vw delatero Gol - Voyage (2009-2013)

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	4	4		4	
feb-16	2	4	-2	4	-2
mar-16	5	3,4	1,6	3	2
abr-16	5	3,88	1,12	4	1
may-16	6	4,216	1,784	4,5	1,5
jun-16	8	4,7512	3,2488	5,25	2,75
jul-16	8	5,72584	2,27416	6,625	1,375
ago-16	6	6,408088	-0,408088	7,3125	-1,3125
sep-16	2	6,2856616	-4,2856616	6,65625	-4,65625
oct-16	9	4,99996312	4,00003688	4,328125	4,671875
nov-16	2	6,199974184	-4,199974184	6,6640625	-4,6640625
dic-16	7	4,939981929	2,060018071	4,33203125	2,66796875
ene-17		5,55798735		5,666015625	
desv. Estand			2,8405792		3,062598334

Anexo IV.18. Cálculos para el pronóstico utilizando el método de suavización exponencial con coeficiente de 0,3 y 0,5 para emblema vw delantero Gol - Voyage (desde 2013)

	Demanda	$\alpha=0,3$		$\alpha=0,5$	
		SES	error	SES	error
ene-16	1	1		1	
feb-16	6	1	5	1	5
mar-16	2	2,5	-0,5	3,5	-1,5
abr-16	7	2,35	4,65	2,75	4,25
may-16	2	3,745	-1,745	4,875	-2,875
jun-16	1	3,2215	-2,2215	3,4375	-2,4375
jul-16	5	2,55505	2,44495	2,21875	2,78125
ago-16	6	3,288535	2,711465	3,609375	2,390625
sep-16	3	4,1019745	-1,1019745	4,8046875	-1,8046875
oct-16	5	3,77138215	1,22861785	3,90234375	1,09765625
nov-16	3	4,13996751	-1,13996751	4,45117188	-1,45117188
dic-16	1	3,79797725	-2,79797725	3,72558594	-2,72558594
ene-17		2,95858408		2,36279297	
desv. Estand			2,75970402		2,93753448

ANEXO V

VALORES DE LAS VARIABLES $P_u(k_i)$ Y $G_u(k_i)$ PARA EL CALCULO DEL CONTROL CONJUNTO DE ITEMS

k	$f_u(k)$	$p_u(k)$	$G_u(k)$	k
0,50	0,352065	0,308538	0,197797	0,50
0,51	0,350292	0,305026	0,194729	0,51
0,52	0,348493	0,301532	0,191696	0,52
0,53	0,346668	0,298056	0,188698	0,53
0,54	0,344818	0,294598	0,185735	0,54
0,55	0,342944	0,291160	0,182806	0,55
0,56	0,341046	0,287740	0,179912	0,56
0,57	0,339124	0,284339	0,177051	0,57
0,58	0,337180	0,280957	0,174225	0,58
0,59	0,335213	0,277595	0,171432	0,59
0,60	0,333225	0,274253	0,168673	0,60
0,61	0,331215	0,270931	0,165947	0,61
0,62	0,329184	0,267629	0,163254	0,62
0,63	0,327133	0,264347	0,160594	0,63
0,64	0,325062	0,261086	0,157967	0,64
0,65	0,322972	0,257846	0,155372	0,65
0,66	0,320864	0,254627	0,152810	0,66
0,67	0,318737	0,251429	0,150280	0,67
0,68	0,316593	0,248252	0,147781	0,68
0,69	0,314432	0,245097	0,145315	0,69
0,70	0,312254	0,241964	0,142879	0,70
0,71	0,310060	0,238852	0,140475	0,71
0,72	0,307851	0,235762	0,138102	0,72
0,73	0,305627	0,232695	0,135760	0,73
0,74	0,303389	0,229650	0,133448	0,74
0,75	0,301137	0,226627	0,131167	0,75
0,76	0,298872	0,223627	0,128916	0,76
0,77	0,296595	0,220650	0,126694	0,77
0,78	0,294305	0,217695	0,124503	0,78
0,79	0,292004	0,214764	0,122340	0,79

(Vidal, 2002, p. 242)

k	$f_u(k)$	$p_u(k)$	$G_u(k)$	k
0,80	0,289692	0,211855	0,120207	0,80
0,81	0,287369	0,208970	0,118103	0,81
0,82	0,285036	0,206108	0,116028	0,82
0,83	0,282694	0,203269	0,113981	0,83
0,84	0,280344	0,200454	0,111962	0,84
0,85	0,277985	0,197662	0,109972	0,85
0,86	0,275618	0,194894	0,108009	0,86
0,87	0,273244	0,192150	0,106074	0,87
0,88	0,270864	0,189430	0,104166	0,88
0,89	0,268477	0,186733	0,102285	0,89
0,90	0,266085	0,184060	0,100431	0,90
0,91	0,263688	0,181411	0,098604	0,91
0,92	0,261286	0,178786	0,096803	0,92
0,93	0,258881	0,176186	0,095028	0,93
0,94	0,256471	0,173609	0,093279	0,94
0,95	0,254059	0,171056	0,091556	0,95
0,96	0,251644	0,168528	0,089858	0,96
0,97	0,249228	0,166023	0,088185	0,97
0,98	0,246809	0,163543	0,086537	0,98
0,99	0,244390	0,161087	0,084914	0,99

(Vidal, 2002, p. 242)

k	$f_u(k)$	$p_u(k)$	$G_u(k)$	k
1,50	0,129518	0,066807	0,029307	1,50
1,51	0,127583	0,065522	0,028645	1,51
1,52	0,125665	0,064256	0,027996	1,52
1,53	0,123763	0,063008	0,027360	1,53
1,54	0,121878	0,061780	0,026736	1,54
1,55	0,120009	0,060571	0,026124	1,55
1,56	0,118157	0,059380	0,025525	1,56
1,57	0,116323	0,058208	0,024937	1,57
1,58	0,114505	0,057053	0,024360	1,58
1,59	0,112704	0,055917	0,023796	1,59
1,60	0,110921	0,054799	0,023242	1,60
1,61	0,109155	0,053699	0,022700	1,61
1,62	0,107406	0,052616	0,022168	1,62
1,63	0,105675	0,051551	0,021647	1,63
1,64	0,103961	0,050503	0,021137	1,64
1,65	0,102265	0,049471	0,020637	1,65
1,66	0,100586	0,048457	0,020147	1,66
1,67	0,098925	0,047460	0,019668	1,67
1,68	0,097282	0,046479	0,019198	1,68
1,69	0,095657	0,045514	0,018738	1,69
1,70	0,094049	0,044565	0,018288	1,70
1,71	0,092459	0,043633	0,017847	1,71
1,72	0,090887	0,042716	0,017415	1,72
1,73	0,089333	0,041815	0,016993	1,73
1,74	0,087796	0,040929	0,016579	1,74
1,75	0,086277	0,040059	0,016174	1,75
1,76	0,084776	0,039204	0,015778	1,76
1,77	0,083293	0,038364	0,015390	1,77
1,78	0,081828	0,037538	0,015010	1,78
1,79	0,080380	0,036727	0,014639	1,79

(Vidal, 2002, p. 244)

ANEXO VI

CÁLCULOS PARA OBTENER EL COSTO TOTAL RELEVANTE (TCR) EN EL MANEJO CONJUNTO DE ÍTEMS

Anexo VI.1 Cálculos para obtener el costo total relevante para el manejo conjunto de repuestos

ítem	costo de ordenamiento \$ / orden	Intervalo de revisión común		costo de ordenamiento \$/orden	$(A + \sum ai)/R$	Di*vi	ki*σR+Li*vi	$\left[\frac{R \sum_{i=1}^n D_i v_i}{2} + \sum_{i=1}^n k_i \sigma_{R+L_i} v_i \right]$	$\sum_{i=1}^n B_i v_i \sigma_{R+L_i} G_i(k_i)$	$\frac{1}{R} \sum_{i=1}^n B_i v_i \sigma_{R+L_i} G_i(k_i)$	TCR
		años	R								
i	ai	R	A								
22941	5	0,236	20	508,474576	5,85	19,93	567,90	0,10	4,90	1081,27	
22366	5				1,79	24,89		0,13			
22102	5				4,87	10,58		0,05			
16607	5				1,71	6,68		0,03			
16608	5				4,29	15,26		0,08			
16657	5				3,99	14,59		0,08			
22430	5				3,08	19,88		0,10			
16643	5				1,44	4,56		0,02			
16677	5				2,30	6,69		0,03			
16603	5				1,07	4,92		0,03			
16621	5				2,02	14,94		0,08			
20825	5				1,79	6,44		0,03			

Anexo VI.1 Cálculos para obtener el costo total relevante para el manejo conjunto de repuestos (continuación...)

ítem	costo de ordenamiento \$/ orden	Intervalo de revisión común		costo de ordenamiento \$/orden	$(A+\sum ai)/R$	Di*vi	ki*σR+Li*vi	$\left[\frac{R \sum_{i=1}^n D_i v_i}{r} + \sum_{i=1}^n k_i \sigma_{R+L_i} v_i \right]$	$\sum_{i=1}^n B_i v_i \sigma_{R+L_i} G_n(k_i)$	$\frac{1}{R} \sum_{i=1}^n B_i v_i \sigma_{R+L_i} G_n(k_i)$	TCR
		años	R								
24045	5	0,236	R	A	508,474576	2,15	5,27	567,90	0,03	4,90	1081,27
22328	5					2,59	17,38		0,09		
17345	5					1,03	8,83		0,05		
17343	5					0,09	5,85		0,03		
17342	5					0,07	1,80		0,01		
21507	5					3,90	13,38		0,07		
24337	5					4,28	11,10		0,06		
23510	5					2,70	11,18		0,06		