

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería - Politécnico

**Mejores Bodegas y un Mejor Servicio: Propuesta de Mejora del
Manejo de Inventarios en las Bodegas de Producto Terminado de
una Empresa de Plásticos en el Valle de los Chillos**

Alexandra Fabiola Toscano Acosta

Diego Guilcapi, M.Sc, Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniera Industrial

Quito, septiembre de 2014

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingenierías - Politécnico**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Mejores Bodegas y un Mejor Servicio: Propuesta de Mejora del
Manejo de Inventarios en las Bodegas de Producto Terminado de
una Empresa de Plásticos en el Valle de los Chillos**

Alexandra Fabiola Toscano Acosta

Diego Guilcapi, M.Sc.
Director de Tesis

.....

Cristina Camacho, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Pablo Dávila, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Danny Navarrete, M.Sc.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana del Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

.....

Quito, septiembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Alexandra Fabiola Toscano Acosta

C. I.: 171974008-4

Fecha: Quito, septiembre de 2014

DEDICATORIA

Para empezar quiero dedicar este trabajo a Dios, ese ser supremo que me ha puesto siempre en el camino correcto y me ha colmado de bendiciones, especialmente este último año.

A mis padres, quienes han sido el mejor ejemplo de constancia para llegar a cumplir las metas. A mi padre, el Ing. Wilson Toscano, por ser el hombre que sabe sacar mi mayor potencial con sus exigencias pero siempre con su profundo cariño. A mi madre, Mireya Acosta, mi eterna amiga, que con dulzura y todo su amor me ha apoyado en cada uno de los pasos que he dado y ha tenido los sabios consejos para ayudarme a tomar las decisiones adecuadas. La mujer y la profesional que soy es debido a ustedes porque me han guiado de la mejor manera. A mi hermano, Felipe, por ser un gran compañero que cambió mi vida desde el momento de su llegada en adelante.

Finalmente, quiero dedicar este trabajo a mi nueva familia. A mi amado esposo y amigo incondicional, Renato, porque hace poco emprendimos un nuevo camino en el que buscaremos cosechar los más grandes logros. Esto es uno de los primeros y a tu lado sé que habrán muchos más. A mi tierna hija, Isabella, que me acompañó en el desarrollo de este trabajo con su silenciosa presencia y fue mi mayor inspiración para dar lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que me han ayudado a hacer este logro realidad. A Dios por llenarme de bendiciones y ponerme en el lugar correcto siempre. A mi director, M. Sc Diego Guilcapi, por ser una gran guía para el desarrollo de este trabajo pero sobre todo por ser un buen amigo.

Agradezco a mis padres por saber inculcar en mí la ambición de buscar metas grandes y por darme las alas para llegar a ellas. Sepan que son el mejor ejemplo que tengo y estoy muy agradecida por todo el amor y consejos que me dieron a lo largo de mi vida. De forma especial quiero agradecer a mi querido hermano, Felipe, que aun siendo más joven, me ha dado lecciones de vida. Hermano, eres siempre una ayuda incondicional y me has dado un ejemplo de paciencia y nobleza.

Quiero agradecer a mi nueva familia por ser una nueva pero muy importante parte de mi vida. Mi esposo Renato, con quien uní mi camino para hacer uno nuevo y quien hace parte de sí este triunfo. Mi hija Isabella, por ser mi inspiración a ser mejor cada día y porque desde hace varios meses estas a mi lado dándome la más linda experiencia de ser madre.

Finalmente, agradezco a las personas que son parte de mi corazón, mis amigos. Los seres que una vez conocí y con quienes he compartido momentos emotivos.

RESUMEN

El siguiente trabajo es una propuesta de mejora de las políticas de inventarios y disposición del almacén de productos terminados. Enfocado principalmente en los bienes finales de mayor interés en las bodegas de una empresa de envases plásticos, Empaqplast S.A.

Inicialmente, se determinan los productos que son importantes para la empresa en cuanto al aspecto de consumo, los mismos que se analizarán para el estudio. Para esta selección se utiliza la clasificación ABC y los diagramas de Pareto según diferentes criterios. Después de conocer los productos de mayor interés, el estudio prosigue con el análisis de la demanda de cada producto generada a lo largo de los tres últimos años (2011-2013) y los primeros meses del presente año para encontrar patrones de comportamiento. Una vez analizados los patrones se propone un modelo de pronóstico adecuado para aproximarse a la demanda futura. Estimada la demanda futura se determina un modelo de inventario que mejor se adapte a cada caso de los productos y que pueda establecer la cantidad óptima de almacenamiento a fin de minimizar los costos relacionados con el manejo de bodegas.

Finalmente, se propone un rediseño de las tres bodegas de las que dispone la empresa que permita tener los productos de mayor rotación cerca de los puertos de salida y entrada. Todo este análisis permite concluir sobre los costos en los que ha incurrido la empresa hasta el momento, los ahorros que se pueden obtener a través de la propuesta y otras oportunidades de mejora.

ABSTRACT

The following study is an improvement proposal of the inventory control policies and layout for the final products warehouse. Mainly focused on the final goods of the major interest in the warehouse of plastic containers enterprise, Empaqplast S.A. Initially, the important products for the company are identified according to consumption rate, the same that will be analyzed for the study. For this selection, the ABC analysis and Pareto Diagrams are used based on different criteria. After meeting the major interest products, the study continues with an analysis of the demand of each product generated along the last three years (2011-2013) and the first months of the current year to find out performance patterns. Once patterns are analyzed, the appropriate forecast models are proposed to approach to the future demand. When the future demand is estimated, an inventory model is determined to fit the best for each case of product, and which can establish the optimal storage quantity to minimize costs related with warehouse management.

Finally, a new design of the three warehouses owned by the company, are proposed to place the products with high demand near to the entrance and exit ports. All this analysis allows to conclude about the costs that the enterprise has spent until this moment, savings that could be obtained due to the proposal and others opportunities for improvement.

Tabla de contenido

1	CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	14
1.1	Descripción de la empresa.....	14
1.2	Justificación e importancia del proyecto.....	15
1.3	Objetivos del proyecto.....	17
1.3.1	Objetivo final del proyecto.....	17
1.3.2	Objetivos específicos del proyecto.....	17
1.4	Metodología propuesta.....	18
2	CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	21
2.1	Revisión Literaria.....	21
2.2	Marco teórico.....	24
2.2.1	Pronósticos de la demanda.....	24
2.2.2	Métodos cualitativos.....	25
2.2.2.1	Método Delphi.....	25
2.2.3	Métodos cuantitativos.....	26
2.2.3.1	Modelos causales.....	26
2.2.4	Control de pronósticos.....	29
2.2.5	Errores de pronósticos.....	29
2.2.5.1	Desviación absoluta media (DAM).....	30
2.2.5.2	Error cuadrático medio (ECM).....	30
2.2.5.3	Error porcentual absoluto medio (EPAM).....	30
2.2.6	Sistema de manejo de inventarios.....	31
2.2.6.1	Inventario.....	31
2.2.6.2	Carga unitaria.....	31
2.2.6.3	Rol de los inventarios.....	31
2.2.6.4	Costos de inventario.....	31
2.2.7	Modelos de manejo de inventarios.....	32
2.2.7.1	Control de inventarios sujetos al conocimiento de la demanda... 32	
2.2.7.2	Control de inventarios sujetos a demanda incierta.....	34
2.2.7.3	Sistema de conteo de inventario.....	36
2.2.8	Manejo de bodegas.....	36
2.2.8.1	Bodega.....	36
2.2.8.2	Componentes de una bodega.....	37
2.2.9	Análisis económico.....	37
2.2.9.1	Flujo de efectivo.....	37
2.2.9.2	Diagrama de flujo de efectivo.....	37

2.2.9.3	Análisis de valor futuro	38
3	CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA.....	39
3.1	Situación actual de las bodegas de la empresa.....	39
3.2	Procesos involucrados en el área de logística y planificación.....	40
3.2.1	Proceso de planificación.....	40
3.2.2	Proceso de recepción de producto terminado	42
3.2.3	Proceso de almacenamiento de producto	44
3.2.4	Proceso de despacho de producto terminado	46
3.3	Selección de los productos de mayor interés.....	48
3.4	Análisis de la demanda de los productos de interés	53
3.4.1	Demanda del envase pead 20 lt. rectangular	54
3.4.2	Demanda envase pet 500 cc. cristal.....	55
3.4.3	Demanda preforma pet 90 gr. cristal	56
3.4.4	Demanda envase pet 900 cc. cristal.....	57
3.4.5	Demanda preforma pet 56 gr. cristal	58
3.4.6	Demanda envase pet 1 lt. cristal	60
3.4.7	Demanda envase pet 500 cc. sport	61
3.4.8	Demanda preforma pet 16.5 gr. cristal.....	62
3.4.9	Demanda preforma pet 47 gr. cristal	63
3.4.10	Demanda preforma pet 17 gr. cristal	65
3.4.11	Demanda envase pc 20 lt. cristal	66
3.4.12	Demanda preforma pet 19 gr. cristal	67
3.4.13	Demanda preforma pet 28 gr. aceite.....	68
4	CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA	70
4.1	Pronósticos de la demanda de los productos de interés.....	70
4.1.1	Envase pead 20 lt. amarillo rectangular.....	71
4.1.2	Envase pet 500 cc. cristal.....	72
4.1.3	Preforma pet 90 gr. cristal	73
4.1.4	Envase pet 900 cc. cristal.....	74
4.1.5	Preforma pet 56 gr. cristal	75
4.1.6	Envase pet 1 lt. cristal	76
4.1.7	Preforma pet 47 gr. cristal	77
4.2	Modelos de control de inventario para producto terminado	78
4.2.1	Definición de las variables.....	78
4.2.1.1	Costo fijo de pedido	78
4.2.1.2	Costo de mantener inventario	80

4.2.1.3	Tiempo de reabastecimiento	84
4.2.1.4	Tasa de demanda.....	85
4.2.1.5	Demanda promedio en los periodos de reabastecimiento	85
4.2.2	Propuesta de los modelos de inventario.....	85
4.2.2.1	Envase pead 20 lt. amarillo rectangular	85
4.2.2.2	Envase pet 500 cc. cristal	87
4.2.2.3	Preforma pet 90 gr. cristal.....	87
4.2.2.4	Envase pet 900 cc. cristal	88
4.2.2.5	Preforma pet 56 gr. cristal.....	89
4.2.2.6	Envase pet 1 lt. cristal.....	90
4.2.2.7	Preforma pet 47 gr. cristal.....	90
4.3	Propuesta de rediseño de las bodegas	92
4.3.1	Planificación del espacio de almacenamiento	92
4.3.1.1	Determinación de espacio de productos en las bodegas.....	92
5	CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1	Conclusiones	96
5.2	Recomendaciones	100
	Bibliografía	102
6	ANEXOS	104
	Anexo 1	104
	Anexo 2	106
	Anexo 3	111
	Anexo 4	114
	Anexo 5	121
	Anexo 6	125
	Anexo 7	127
	Anexo 8	130
	Anexo 9	133
	Anexo 10	136
	Anexo 11	140
	Anexo 12	144
	Anexo 13	146

Lista de figuras

Figura 1. Ciclo de Vida de un Proyecto.....	18
Figura 2. Costos del modelo EOQ.....	34
Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación de Producción.....	41
Figura 4. Diagrama de Flujo del Proceso de Recepción del Producto Terminado en Bodega	43
Figura 5. Diagrama de Flujo del Proceso de Almacenamiento de Producto Terminado en Bodega	45
Figura 6. Diagrama de Flujo del Proceso de Despacho de Producto Terminado.	47
Figura 7. Diagrama de Pareto de Volumen por Clientes 2011-2013.....	49
Figura 8. Diagrama de Pareto de Frecuencia de Ventas 2011- Feb. 2014.....	51
Figura 9. Diagrama de Pareto de rentabilidad de Productos.....	52
Figura 10. Envase Pead 20 lt. Rectangular.....	54
Figura 11. Envase Pet 500 cc. Cristal.....	55
Figura 12. Preforma Pet 90 gr. Cristal.....	56
Figura 13. Envase Pet 900 cc. Cristal.....	57
Figura 14. Preforma Pet 56 gr. Cristal.....	58
Figura 15. Diagrama de Dispersión de Demanda de Preforma Pet 56 gr. Cristal	59
Figura 16. Envase Pet 1 lt. Cristal.....	60
Figura 17. Envase Pet 500 cc. Sport.....	61
Figura 18. Preforma Pet 16.5 gr. Cristal.....	62
Figura 19. Preforma Pet 47 gr. Cristal.....	63
Figura 20. Diagrama de Dispersión de Demanda de Preforma Pet 47 gr. Cristal	64
Figura 21. Preforma Pet 17 gr. Cristal.....	65
Figura 22. Envase PC 20 lt. Cristal.....	66
Figura 23. Preforma Pet 19 gr. Cristal.....	67
Figura 24. Preforma Pet 28 gr. aceite.....	68

Lista de Tablas

Tabla 1. Consolidación en Familias de Productos.....	50
Tabla 2. Productos de Mayor Interés.....	53
Tabla 3. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pead 20 lt. Rectangular	72
Tabla 4. Método Winters del Envase Pet 500 cc. Cristal.....	73
Tabla 5. Suavizamiento Exponencial Simple de la Preforma Pet 90 gr. Cristal...	74
Tabla 6. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pet 900 cc. Cristal.....	75
Tabla 7. Doble Suavizamiento Exponencial de Preforma Pet 56 gr. Cristal.....	76
Tabla 8. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pet 1 lt Cristal.....	77
Tabla 9. Doble Suavizamiento exponencial de Preforma Pet 47 gr. Cristal.....	78
Tabla 10. Costo por Espacio de Cada Producto.....	83
Tabla 11. Costo de Oportunidad.....	84
Tabla 12. Costo Total de Mantener Inventario.....	84
Tabla 13. Modelo Q,R Envase Pead 20 lt. Rectangular.....	86
Tabla 14. Modelo Q,R Envase Pet 500 cc. Cristal.....	87
Tabla 15. Variables del Modelo EOQ Preforma Pet 90 gr. Cristal.....	88
Tabla 16. Modelo EOQ Preforma Pet 90 gr. Cristal.....	88
Tabla 17. Modelo Q,R Envase Pet 900 cc. Cristal.....	89
Tabla 18. Variables del Modelo EOQ Preforma Pet 56 gr. Cristal.....	89
Tabla 19. Modelo EOQ Preforma Pet 56 gr. Cristal.....	89
Tabla 20. Modelo Q,R Envase Pet 1 lt. Cristal.....	90
Tabla 21. Modelo Q,R Preforma Pet 47 gr. Cristal.....	91
Tabla 22. Categorización ABC por Familias de Productos.....	93
Tabla 23. Categorización ABC a Bodega de Preformas.....	94

1 CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Descripción de la empresa

Empaqplast S.A es una empresa dedicada a la producción de envases plásticos para productos de consumo masivo. Según Balto Cevallos (Jefe de logística), la empresa cuenta con la mayor diversidad de productos en la región y la tecnología necesaria para soplar, inyectar, extruir coextruir, termoformar e imprimir envases. Sus 22 años de experiencia en el mercado les ha permitido ir evolucionando en cuanto se refiere a controles de calidad y tiempos de entrega para proporcionar a sus clientes una buena alternativa de compra. La empresa tuvo sus inicios en la ciudad de Quito para atender las necesidades de los fabricantes, principalmente de aceites comestibles y productos de limpieza, en su mayoría ubicados en la zona sierra del país.

Inicialmente, la producción se basaba en unas pocas máquinas; sin embargo, tras una década en el mercado, esta empresa se convirtió en una de las más grandes a nivel nacional en la industria de envases plásticos en cuanto a infraestructura y tecnología. Actualmente, sus instalaciones se encuentran ubicadas en el cantón Rumiñahui Km 2 ½ vía Sangolquí-Amaguaña. Sus productos están certificados y son aptos para envasar toda clase de alimentos, bebidas y demás para el consumo humano. Para poder generar una variedad de envases cuentan con diferentes materiales entre los cuales se encuentran: Tereftalato de Polietileno (PET), Cloruro de Polivinilo (PVC), Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Polietileno de Baja Densidad (PEBD), Policarbonato (PC), Polipropileno (PP) y Estireno Butadieno Acrilonitrilo (ABS) (Cevallos, 2013).

Las instalaciones de Empaqplast S.A están divididas en el área administrativa, el área de producción y el área de almacenamiento. Esta última área, antes mencionada, se divide en 4 bodegas: materia prima, preformas, producto final genérico y producto final especializado (Cevallos, 2013). Por otro lado, el área productiva se divide en cuatro naves de producción: extrusión, termoformado, inyección y soplado. En total, son alrededor de 200 empleados los que trabajan dentro de la empresa y generalmente se recluta nuevo personal debido al crecimiento en el mercado y el posicionamiento de la empresa.

1.2 Justificación e importancia del proyecto

La industria del plástico en Ecuador está creciendo apoyándose en la creación de nuevos productos con inversiones en tecnologías y soporte en las materias primas (Universo, 2011). Esto ha provocado que en el año 2010 esta industria facture alrededor de 1500 millones de USD, con un crecimiento del 16% con respecto al año anterior (Universo, 2011). La Presidenta de la Asociación Ecuatoriana de Plásticos, Caterina Acosta, mencionó en la VI Exposición Internacional de la Industrial Plástica en Guayaquil que en el año 2011 se hizo la inversión de 340 millones de USD mientras que en el 2012 se invirtió más de 600 millones de USD en esta industria (Industria del plástico incrementa producción., 2013), lo que da la suficiente importancia para analizar el sistema de gestión que manejan estas empresas pertenecientes a esta gran industria dentro del país. Según Vega, A.M. Benítez, J.G., & Yévenes, A.S. (2005), la principal estrategia de la industria a nivel regional se encuentra en dar valor a cada uno de los eslabones de la cadena de suministro enfocándose directamente en el manejo e innovación de los productos que demanda la región. Por lo que un sistema de control de

inventarios eficiente apoya a las operaciones de soporte de manejo y distribución orientada directamente hacia el cliente final (Gutiérrez, 2009).

La empresa Empaqplast S.A, de envases plásticos, dispone de cuatro bodegas especializadas en cierto tipo de producto cada una. Las mismas que están dedicadas actualmente para materia prima, preformas, producto final genérico y producto final específico de alta rotación. Según Balto Cevallos (2013), jefe de abastecimiento y logística, existen alrededor de 150 productos finales que son rotativos y alrededor de 50-60 productos esporádicos que se manejan en las dos bodegas de producto final. El tema de tesis se enfocará en las bodegas de producto final tanto genérico como específico. De acuerdo a Cevallos (2013) los productos específicos representan el 60% de las ventas de la empresa y son aquellos que dependen de la demanda del cliente; mientras que los productos genéricos representan la mayor cantidad de inventario estático dentro de las instalaciones y son aquellos que pueden ser adquiridos por cualquier cliente. Debido a los reclamos por parte de los clientes por el mal estado de los productos, el jefe de logística determinó que uno de sus mayores problemas era el manejo de inventarios. Dentro de las bodegas existe una falta de control sobre los productos en stock y este desorden en el almacenamiento de las 4 bodegas ha llevado a que existan productos obsoletos ocupando espacio y que no agregan valor a las operaciones de las instalaciones. Adicionalmente, a este problema se suma la falta de indicadores que permitan visualizar y entender a los empleados la situación en la que se encuentran las bodegas actualmente.

Por otra parte, este problema de manejo de inventarios también se da a causa de la falta de comunicación entre varias de las áreas de la empresa. Cevallos (2013) comentó que el proceso adecuado de los pedidos debe llegar del

departamento de ventas al departamento de logística y este a su vez enviar la planificación a producción. Sin embargo, el procedimiento no se cumple todo el tiempo, es decir que, se han dado ocasiones en los que Ventas manda el pedido a Producción directamente y esto altera tanto la planificación como la gestión en bodegas. Complementariamente al problema de comunicación entre áreas, se ha visto que Producción tiene un objetivo diferente al de Logística y esto desemboca en el exceso de productos dentro de bodegas. Es por esta razón que los productos de baja rotación pasan largos periodos dentro de las instalaciones y el aspecto físico de los paquetes se deteriora lo que crea una disconformidad por parte de los clientes.

1.3 Objetivos del proyecto

1.3.1 Objetivo final del proyecto

Proponer una nueva política de inventarios que optimice las operaciones dentro de las bodegas de producto final y rediseñar la disposición de los productos dentro de las mismas.

1.3.2 Objetivos específicos del proyecto

- Analizar el manejo actual de los productos dentro de las bodegas de la empresa.
- Determinar los productos de mayor interés de la empresa para generar una política de inventarios específica y adecuada.
- Determinar la disposición óptima de los productos basada en la política de inventarios propuesta.
- Estimar los beneficios económicos que la propuesta de implementación pueda llegar a tener para conocer la viabilidad del proyecto.

1.4 Metodología propuesta

El presente trabajo puede ser visto como un proyecto de mejoramiento de las bodegas de una empresa. (Project Management Institute, 2008) señala que una característica de los proyectos es que los mismo tienen un principio y un final. Por ello, el mejoramiento de la política de inventarios es un proyecto que se lo llevará a cabo a través de la metodología propuesta en el libro A Guide to the Project Management Body of Knowledge (2008). Esta metodología proporciona llevar una estructura organizada sobre cómo ir desarrollando el proyecto a fin de llegar a la culminación deseada. El ciclo de vida de un proyecto, independientemente de su tamaño, tiene las siguientes etapas:

- Inicio del proyecto
- Planificación
- Ejecución
- Cierre del proyecto

En la gráfica que se muestra a continuación se detalla el ciclo de vida de los proyectos propuesto por el (Project Management Institute, 2008).

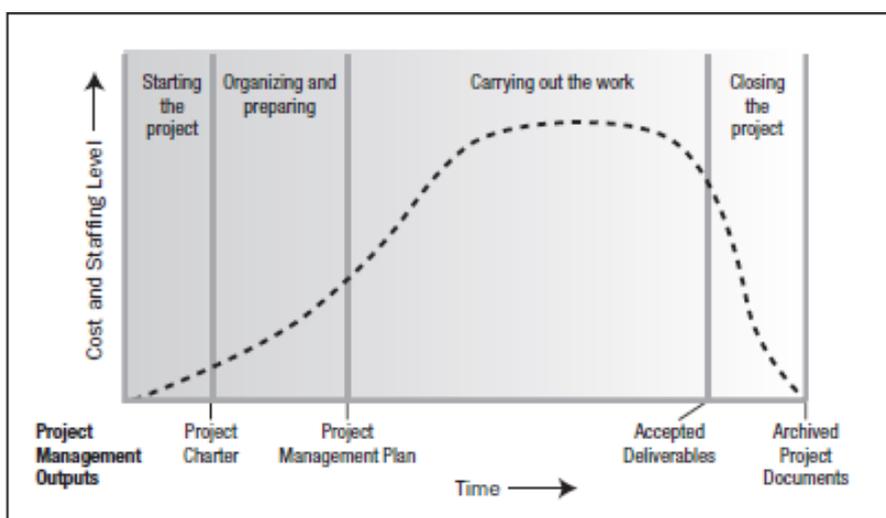


Figura 1. Ciclo de Vida de un Proyecto
Fuente: Project Management Institute 16. Fig. 2-1

Es así como a través de esta secuencia lógica se obtienen resultados robustos y claros. Las etapas de esta metodología se las describe ampliamente a continuación.

1. Inicio del Proyecto:

Este primer paso consiste en la formulación del problema o de una idea concreta. Sin embargo, adicionalmente se tiene que evaluar la posibilidad de realización del proyecto, es decir, que sea tangible, medible y alcanzable

2. Planificación:

Es la etapa más crítica ya que influye en las siguientes fases. Contempla todos los pasos que se irán a seguir para buscar el objetivo deseado y las estimaciones de los recursos que serán utilizados. Dentro de la planificación se requiere:

- Establecer el alcance del objetivo, es decir que, se debe definir cuál será el final del proyecto. Los aspectos que se incluyen y aquellos que no se contarán dentro del proyecto (Project Management Institute, 2008).
- Definir claramente los objetivos. En esta etapa se contempla la definición de los objetivos secundarios, aquellos que harán posible el cumplimiento de la meta principal (Project Management Institute, 2008).
- Definir el curso de acción que será requerido para alcanzar los objetivos que se propusieron cumplir (Project Management Institute, 2008).

En la etapa de planificación se van a explorar los aspectos de alcance, tiempo, costo, calidad, comunicación, riesgo y compras que son de gran utilidad para la etapa siguiente de ejecución (Project Management Institute, 2008).

3. Ejecución:

Dentro de esta etapa se empiezan a realizar todos los pasos establecidos anteriormente y bajo el tiempo que se ha establecido para realizarlo. Es la etapa más larga dentro del ciclo del proyecto y en donde se corrigen pocos aspectos de la planificación

4. Cierre del proyecto:

Esta etapa consiste en se tiene que concluir con los objetivos del proyecto y llegar a la meta propuesta en el alcance del mismo. Es una etapa relativamente corta puesto que sirve para corregir algún aspecto de la etapa anterior, presentar las observaciones que se encontraron a lo largo del desarrollo del trabajo para que sirvan de experiencia en proyectos similares u otros

2 CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Revisión Literaria

El control de un sistema de inventario no se debe tratar de la misma manera a todos los productos de una empresa ya que todos se comportan de diferentes maneras en el mercado, por lo que se deben aplicar métodos para cada uno de estos analizando la importancia en el mercado a través de varios criterios como el método ABC y de igual manera basándose en el índice de rotación de los productos (Gutiérrez, 2009). De esta manera, se puede lograr una optimización de la contribución económica dentro de la empresa como mencionan en su artículo Rojas, F. Leiva, V. Quijada, J. & Fuentes, M. (2013) quienes lograron minimizar los costos totales de almacenamiento y orden de inventarios en un 27 y 49 por ciento respectivamente, a través de un análisis de la demanda y el estudio de los movimientos de inventario. Establecer una política y manejo efectivo del sistema de inventarios da lineamientos para generar un mejor modelo de sistemas de producción y así generar mayor rentabilidad a la empresa e incrementar el nivel de servicio al cliente (Santamaría & Alejandro, 2012). Para apoyar este sustento, según Bassin, W (1990), es posible generar nuevas técnicas para aplicar modelos de orden cuantitativo económico que se enfoca principalmente al inventario en términos económicos de inversión dentro de la empresa; para esto se considera la integración de la estrategia de la empresa y las ventas para así reducir el inventario sin afectar el desempeño de estas.

El manejo de bodegas es un tema que ha ido adquiriendo mayor relevancia a través del tiempo debido a la alta competitividad de las empresas. Grandes casos de éxito como Wal-Mart, Zara, UPS entre otros entendieron en su momento que la

administración de bodegas es un factor crítico que requiere una mejora continua en lo que se refiere al control de inventarios y del espacio, además de la productividad del personal logístico y del equipo de transporte (Baeza , 2009). Un buen manejo de bodegas ayudar a detectar faltantes y reducir significativamente los mismos, conocer cifras exactas de ventas perdidas, el momento preciso de reabastecimiento y un mejor aprovechamiento del espacio disponible que se traduce en la disminución de costos logísticos y mejores niveles de servicio a los clientes (Baeza , 2009). El sistema de manejo de bodega es un aspecto que representa un costo significativo para una empresa. (Rianthong & Dumrongsiri, 2013) Señalan que para reducir costos de mantener inventario dentro de una bodega se puede tratar de hacer envíos directos. Por el término anteriormente mencionado, los autores se refieren a que se puede tratar de minimizar el tiempo en el que el producto final pasa dentro de una bodega y, así, los costos totales relacionados a la planeación de distribución, inventario y producción se reducen de forma significativa. Complementariamente, (Ene & Ozturk, 2011) argumentan que entre los más importantes elementos de la cadena de suministro se encuentra la bodega y que la misma representa costos dentro del tema de logística de cada empresa, siendo la operación de recolección una de las actividades más costosas debido a que es una tarea intensa y altamente repetitiva. Esto indica que a fin de minimizar costos dentro del manejo de bodega es importante desarrollar métodos que reduzcan el tiempo de viaje para obtener un ítem y hasta cambiar los procesos operacionales (Ene & Ozturk, 2011). Respecto a la importancia de las bodegas dentro del contexto de la cadena de suministro, (Correa, Gómez, & Cano, 2010) afirman que la gestión de bodegas es un proceso crítico debido a que se encarga de la administración de los inventarios y gestiona las necesidades de los clientes, en el caso de la mayoría de

las empresas. El proceso de manejo de bodegas tiene el objetivo de balancear el flujo entre la oferta y la demanda y satisfacer los requerimientos del proceso de producción; sin embargo, también debe enfocarse en la optimización de todos estos costos de distribución tanto interna como externa (Correa, Gómez, & Cano, 2010).

El tema de “recolección” dentro del manejo de bodegas tiene gran importancia debido a que representa un proceso dentro de la logística y su buen desempeño se refleja en la minimización de costos. En el artículo publicado por (Reif, Gunthner, Schwerdtfeger, & Klinker, 2010) se señala que el proceso de preparar un conjunto de ítems destinados para cierto cliente adquiere su relevancia puesto que al ser una actividad generalmente realizada de forma manual es susceptible a errores. Dichos errores tienen influencia en la calidad de entrega o servicio y por ende la relación tanto con clientes como con abastecedores (Reif, Gunthner, Schwerdtfeger, & Klinker, 2010). Como (Ene & Ozturk, 2011) lo expresan en su artículo, la operación de recolección representa un costo dentro del manejo de bodega, uno de los más altos, ya que estadísticas muestran que el 60% de los costos son asignados a esta actividad. Adicionalmente, (Manzini, Gamberi, Persona, & Regattieri, 2007) afirman que cuando se trata de ordenes más pequeñas, los costos de recolección crecen. Para la operación de recolección de los productos dentro de bodega (Nikaido, Kobayashi, Ito, Higashi, Tamura, & Ota, 2009) comentan que para obtener mayor eficiencia de movimiento es preciso determinar el volumen de productos a ser movilizados y que los mismos son divididos en dos grupos: los de alta demanda y los de baja demanda. Esta división de los ítems es usada para asignar el número de espacios a los diferentes productos y también para estimar los costos de construcción de una bodega. Por otro lado, (Roodbergen, Sharp, & Vis, 2008) argumentan que la eficiencia de las

operaciones de recolección están altamente influenciadas por el diseño del área y las políticas de operación establecidas dentro de cada empresa. Para optimizar las operaciones antes mencionadas se han desarrollado todo tipo de algoritmos cuyo objetivo principal es minimizar las distancias mediante una adecuada estructura de diseño, (Roodbergen, Sharp, & Vis, 2008) por su parte proponen bloques paralelos como estructura para el algoritmo.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Pronósticos de la demanda

Para fijar un método de pronóstico, se debe conocer que un pronóstico es una predicción de valores futuros para realizar la planificación (Sierra Guerrero, 2013). Así, conocer los valores futuros de una variable incierta permite organizar y manejar los recursos de manera óptima (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). El pronóstico juega un papel central en la función de operaciones de la empresa debido a que la planeación de negocios está basada en el mismo (Nahmias , 2007). Los pronósticos se pueden clasificar según el horizonte de tiempo en:

A corto plazo: son cruciales para la planeación diaria y normalmente se miden en días o semanas.

A mediano plazo: se miden en semanas y meses y son utilizados los problemas en la administración de las operaciones.

A largo plazo: son utilizados para decisiones relacionadas a la estrategia global de la empresa y son medidos en meses y años.

Los pronósticos se caracterizan porque normalmente están equivocados, son más que un simple número, cuando son agregados adquieren mayor precisión,

si el horizonte del pronóstico es muy lejano la predicción será menos exacta y no deben usarse para excluir información conocida (Nahmias , 2007).

Existen varios métodos que deben ajustarse a las variables de interés incierta (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). Estos métodos dependerán de cada situación además de estar influidos por factores como costo, precisión requerida, disponibilidad de información, recursos disponibles y el horizonte de tiempo para el cual se quiere planificar (Stevenson, 2011).

2.2.2 Métodos cualitativos

Estos métodos se basan en información recolectada de experiencias que asume que el comportamiento del pasado se replicará en el futuro (Nahmias , 2007). Se basan en juicios y opiniones que asocian factores causales a la variable de interés (Sierra Guerrero, 2013). Es utilizado cuando no existen registro de los valores históricos y cuando el horizonte de tiempo es corto (Nahmias , 2007). Las herramientas utilizadas son subjetivas como por ejemplo: método Delphi, encuestas, investigación de mercado, entre otras (Nahmias , 2007).

2.2.2.1 Método Delphi

El método Delphi está basado en buscar y receptar opiniones de los expertos. Es llamado así por el oráculo de Delfos que en la antigua Grecia podía predecir el futuro. Este método trata de eliminar aquellos sesgos de las consultas grupales, donde algunos integrantes se expresan más que otros. Las consultas se hacen de forma individual, se recopilan y se devuelven los resultados a los expertos con especial interés en aquellas opiniones que variaron de forma significativa del

promedio. Se consulta a los expertos si desean cambiar de respuesta y el proceso se repite hasta llegar a un consenso en la mayoría de los casos (Nahmias , 2007).

La ventaja del método Delphi es que se reducen los sesgos ocasionados por el liderazgo de algún participante. Por otro lado, la desventaja es que el método es altamente sensible a la forma en la que se formulan las preguntas, se dan casos en los que no se pueden resolver aspectos ambiguos (Nahmias , 2007).

2.2.3 Métodos cuantitativos

Este método requiere el uso de registros históricos de la demanda para ser analizada mediante técnicas matemáticas como: métodos caudales, serie de tiempos, entre otras (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005).

2.2.3.1 Modelos causales

Un modelo causal es aquel en el que el pronóstico para una variable Y es cierta función de otras variables como se muestran en la siguiente fórmula (Nahmias , 2007).

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \dots + \alpha_n X_n \quad (\text{ec. 1})$$

Donde

Y variable dependiente, pronóstico.

X variables independientes

α_0 Constante.

2.2.3.1.1 Métodos de series de tiempo

Estos métodos requieren de valores observados en puntos discretos de tiempo. El objetivo es que la información del patrón generado con datos pasados puede ser usada para inferir y generar valores futuros.

2.2.3.1.2 Métodos para series estacionarias

2.2.3.1.2.1 Promedios móviles

Un promedio móvil de orden N es la media de las observaciones N más recientes, utilizado como pronóstico para el próximo periodo (Nahmias , 2007). El valor del pronóstico se lo obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$F_t = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=t-N}^{t-1} D_i \quad (\text{ec. 2})$$

Donde

N Orden del promedio móvil

D_i Demanda en el periodo i

F_t Pronóstico hecho en el periodo F_{t-1} para el periodo t.

2.2.3.1.2.2 Suavizamiento exponencial simple

El pronóstico actual es el promedio ponderado del último pronóstico y el valor de la demanda actual. Este método aplica un conjunto de ponderaciones decrecientes a los datos pasados (Nahmias , 2007). El valor del pronóstico para un periodo t se lo obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1} \quad (\text{ec. 3})$$

Donde

D_{t-1} Demanda actual

F_t Pronóstico para el periodo t

α Constante de suavizamiento.

2.2.3.1.3 Métodos basados en la tendencia

2.2.3.1.3.1 Suavizamiento exponencial doble (Método Holt)

El método Holt está diseñado para dar seguimiento a un conjunto de datos con tendencia lineal. Este método requiere de la especificación de dos constantes: α (para el valor de la serie, la intercepción) y β (para la tendencia, la pendiente) (Nahmias , 2007). Las ecuaciones para obtener el valor del pronóstico son

$$S_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (\text{ec. 4})$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (\text{ec. 5})$$

Donde

S_t Valor de la intercepción en el tiempo t

G_t Valor de la pendiente en el tiempo t

D Demanda

α Constante de intercepción

β Constante de tendencia

Estas dos ecuaciones anteriores son usadas para obtener el pronóstico de τ pasos delante de la siguiente manera

$$F_{t,t+\tau} = S_t + \tau G_t \quad (\text{ec. 6})$$

2.2.3.1.4 Método para series estacionales

2.2.3.1.4.1 Método de Winters

Es un suavizamiento exponencial triple usado en datos que tengan tendencia lineal y un efecto de estacionalidad (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004). Cuenta con tres constantes α (para el cálculo de la serie), β (para el cálculo de la tendencia) y γ (para el cálculo de la estacionalidad) (Nahmias , 2007). Las fórmulas son

$$S_t = \alpha \left(\frac{D_t}{c_{t-N}} \right) + (1-\alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (\text{ec. 7})$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (\text{ec. 8})$$

$$c_t = \gamma \left(\frac{D_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)c_{t-N} \quad (\text{ec. 9})$$

Donde

- α Constante de serie
- β Constante de tendencia
- γ Constante de estacionalidad
- S_t Nivel actual de la serie
- G_t Nivel de la tendencia actualizado
- c_t Factor de estacionalidad actual

El pronóstico en el periodo t para un periodo futuro en t+ τ se obtiene mediante la siguiente fórmula

$$F_{t,t+\tau} = (S_t + \tau G_t)c_{t+\tau-N} \quad (\text{ec. 10})$$

2.2.4 Control de pronósticos

Gráfica de control. Compara la variación de los pronósticos respecto con los valores reales. Se establecen límites superior e inferior para controlar los resultados. Estas graficas de control permiten evaluar el modelo de pronóstico que se está utilizando para así mejorar en el siguiente pronóstico (Stevenson, 2011).

2.2.5 Errores de pronósticos

El error analiza la precisión de los pronósticos realizados a través de la medición de la diferencia entre la demanda real y los valores predichos de esta variable de interés (Nahmias , 2007).

2.2.5.1 Desviación absoluta media (DAM)

Es el promedio de las desviaciones absolutas de los errores del pronóstico (Nahmias , 2007).

$$DAM = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (\text{ec. 11})$$

2.2.5.2 Error cuadrático medio (ECM)

Esta medida se basa en obtener el promedio de los errores cuadráticos (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004).

$$ECM = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (\text{ec. 12})$$

2.2.5.3 Error porcentual absoluto medio (EPAM)

Es una medida independiente de la magnitud de los valores de demanda y se obtiene a través del porcentaje del error estimado (Nahmias , 2007).

$$EPAM = \left[\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{D_i} \right| \right] \times 100 \quad (\text{ec. 13})$$

El EPAM puede ser utilizado para evaluar la calidad del método de pronóstico, mediante el siguiente criterio (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004)

EPAM	Calidad del Pronóstico
≤10%	Muy Bueno
>10%, ≤20%	Bueno
>20%, ≤30%	Moderado
>30%	Pobre

2.2.6 Sistema de manejo de inventarios

2.2.6.1 Inventario

El inventario está conformado por un grupo de bienes almacenados a la espera de ser manufacturados, transportados o vendidos (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004).

2.2.6.2 Carga unitaria

Una cantidad de artículos, o material a granel, ordenados y sujetos de modo que la masa pueda levantarse o moverse como objeto único de forma manual (Tompkins, White, Bozer , & Tanchoco , 2009).

2.2.6.3 Rol de los inventarios

En la literatura se afirma que los inventarios es un mal necesario, sin embargo suaviza los requerimientos aleatorios de la demanda, además de cubrir todas las ineficiencias a lo largo de la cadena de suministro (Stevenson, 2011). Es importante también, porque permite anticiparse a la demanda y poder generar un mejor nivel de servicio a menores costos (Stevenson, 2011).

2.2.6.4 Costos de inventario

Los costos generados por mantener un inventario pueden llegar a ser un problema difícil de determinar. Por lo que es de suma importancia obtener cada costo inmerso en el manejo de inventario para cuantificar el beneficio que aporta hacia la empresa. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). Los costos de inventario inician desde la colocación de la orden hasta el transporte interno y externo de los mismos; en los cuales influyen varios factores dinámicos que deben ser tomados en cuenta como el

espacio, el personal, entre otros (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005).

2.2.7 Modelos de manejo de inventarios

En el libro de Operations Management (2011), se afirma que el inventario sirve para ajustar los estudios realizados versus la demanda real por lo que es necesario e indispensable un buen manejo de los mismos en el cual se establezca la cantidad de unidades que se debe mantener en inventario así como cuando se debe ordenar determinado producto. Para esto existen modelos, los cuales se basan específicamente en el comportamiento de la demanda (Nahmias , 2007).

2.2.7.1 Control de inventarios sujetos al conocimiento de la demanda

Nahmias (2007) propone algunos métodos para controlar el inventario de artículos individuales cuando se considera que la demanda seguirá un patrón conocido. Es decir que, el error de pronósticos de la demanda es igual a cero.

2.2.7.1.1 Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)

Es un modelo fundamental y el más sencillo en el control de inventarios ya que toma en cuenta la demanda determinística de un producto. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). En esta fórmula se incluyen el costo de mantener inventario, de ordenar y la demanda para determinar una cantidad óptima que minimice los costos de inventario. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). El EOQ permite encontrar el punto de equilibrio entre los costos de ordenar y mantener inventario. (Stevenson, 2011). Este modelo es la base para el análisis de sistemas más complicados (Nahmias , 2007).

Las suposiciones a considerar para el modelo básico son (Nahmias , 2007):

- La tasa de demanda es conocida y es una constante de cierto valor de unidades por unidad de tiempo.
- No se permiten faltantes.
- No hay tiempo de demora de pedido.
- Hay un costo de preparación relacionado a la producción que es independiente del tamaño de producción o estado de la planta.
- Los productos pueden ser analizados de forma independiente y no debe existir interacción entre los mismos.

En general se trabaja con unidades de tiempo anuales pero el modelo puede aplicarse a otras unidades de tiempo (Stevenson, 2011).

La fórmula para obtener la cantidad mínima de pedido se expresa en la siguiente ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2K\lambda}{h}} \quad (\text{ec. 14})$$

Donde:

- K Costo de preparación por pedido colocado
- λ Tasa de demanda
- h Costo de mantener el inventario
- Q^* Cantidad económica de pedido

La siguiente gráfica da una explicación visual sobre el modelo EOQ, donde se encuentran las curvas correspondientes al componente fijo del costo de pedido, $K\lambda/Q$, y el componente de costo de mantener inventario, $hQ/2$. Estas dos curvas intersecan exactamente en el valor en el que Q llega su valor óptimo, que para el modelo se lo identifica como Q^* .

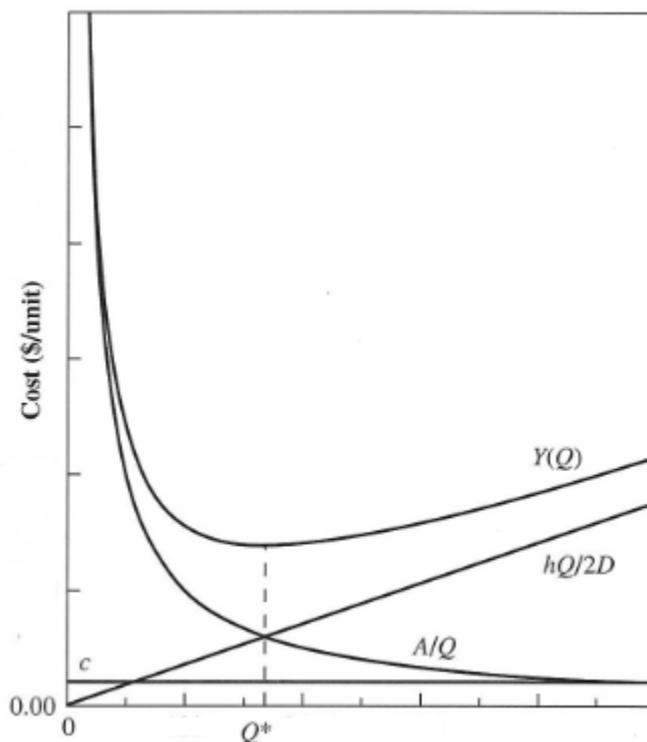


Figura 2. Costos del modelo EOQ

Fuente: Hopp 52. Fig 2.2

2.2.7.2 Control de inventarios sujetos a demanda incierta

Para este tipo de modelos se debe aprender a manejar la incertidumbre de la demanda al momento de calcular los tiempos de reabastecimiento para un artículo existente (Nahmias , 2007).

2.2.7.2.1 Modelo (Q, R)

Este modelo se enfoca en determinar cuánto inventario se debe mantener en la bodega y también la cantidad que hay que ordenar cada vez que se realiza un pedido. Las suposiciones que se asumen para este modelo son (Hopp, 2008):

- Productos separables sin interacción entre los mismos.
- La demanda no ocurre en lotes
- La demanda que no se satisface se cumple en el periodo siguiente. No existen ventas perdidas.

- Los tiempos de entrega son fijos y conocidos.
- La demanda se puede aproximar con una distribución continua.

Adicionalmente, hay que cumplir con alguna de las siguientes afirmaciones:

- Hay un costo fijo asociado con una orden de reabastecimiento.
- Existe restricción en el número de órdenes de reabastecimiento realizables, por unidad de tiempo.

(Nahmias , 2007) propone este modelo (Q, R) para aplicar a dos tipos de nivel de servicio en sistemas de revisión continua. Donde Q es la cantidad de pedido de reabastecimiento y R es el punto de reorden. Uctos individuales

Servicio Tipo 1: Para este caso se especifica la probabilidad de no tener faltantes durante el tiempo de demora. Para representar dicha probabilidad se usa el símbolo α , la proporción de ciclos en los que no existen faltantes, el mismo que determina por completo el valor de R. Para este caso, el cálculo de los valores de (Q, R) son bastante directos (Nahmias , 2007):

1. Determinar la R que satisface la ecuación $F(R)=\alpha$. Donde $F(R)$ es una función de distribución acumulada de la demanda. Obtener el valor de z y reemplazarlo en la siguiente ecuación:

$$R = \sigma z + \mu \quad (\text{ec. 15})$$

2. Igualar $Q=EOQ$

Servicio Tipo 2: El servicio mide la proporción de demandas que se surten con las existencias, es decir, la tasa de cumplimiento. Tal proporción es simbolizada por β . Para este tipo de servicio, obtener los valores de (Q, R) requiere de más procedimientos como se describe a continuación (Nahmias , 2007):

1. Igualar $Q_0 = EOQ$
2. Resolver la ecuación $n(R) = EOQ(1 - \beta)$.

Encontrar $L(z) = EOQ(1 - \beta)/\sigma$

Encontrar el valor de z en las tablas

Obtener $1 - F(R)$ en las tablas.

Calcular $R_o = \sigma z + \mu$

3. Usar el R obtenido anteriormente para obtener el nuevo valor de Q mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{n(R)}{1-F(R)} + \sqrt{\frac{2K\lambda}{h} + \left(\frac{n(R)}{1-F(R)}\right)^2} \quad (\text{ec. 16})$$

4. Detener el proceso cuando dos valores sucesivos de Q y R están suficientemente cercanos. En la mayoría de casos basta que la diferencia sea menor de una unidad.

2.2.7.3 Sistema de conteo de inventario

Sistema Periódico. Se realiza un conteo físico del inventario en periodos regulares. Es importante determinar la frecuencia con la es realizado el conteo y dependerá que como se comporte la demanda (Stevenson, 2011).

Sistema Continuo. El monitoreo del inventario es permanente y continuo.

Sistema doble comportamiento. Se da la orden de compra de un determinado producto cuando llega hasta un cierto punto de reorden o se ha terminado (Stevenson, 2011).

2.2.8 Manejo de bodegas

2.2.8.1 Bodega

Es una instalación que cumple con una función esencial para apoyar el éxito de la cadena de suministro de una compañía. Una bodega se encarga de despachar productos de manera eficaz en cualquier forma hacia el siguiente paso

de la cadena de suministro sin dañar o alterar la forma básica del producto (Tompkins, White, Bozer , & Tanchoco , 2009).

2.2.8.2 Componentes de una bodega

Una bodega tiene típicamente tres zonas en las que se subdivide el espacio: la zona de recepción, la zona de almacenamiento y la zona de embarque. La zona de recepción es el lugar donde ingresan los bienes y son descargados y revisados. La zona de almacenamiento es el lugar donde los productos son guardados. Finalmente, la zona de embarque es el lugar donde las ordenes de los clientes son ensambladas y donde se cargan los carros para el envío del pedido (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004).

2.2.9 Análisis económico

2.2.9.1 Flujo de efectivo

Son las entradas y salidas de dinero. Estos flujos pueden ser estimaciones o valores observados (Blank & Tarquin , 2006).

2.2.9.2 Diagrama de flujo de efectivo

Constituye una herramienta de muy importante en un análisis económico, en particular cuando la serie del flujo de efectivo es compleja. Se trata de una representación gráfica de los flujos de efectivo trazados sobre una escala de tiempo. Incluye datos conocidos, estimados e información necesaria (Blank & Tarquin , 2006).

2.2.9.3 Análisis de valor futuro

El valor futuro (VF) de una alternativa puede determinarse directamente del flujo de efectivo mediante el establecimiento del valor futuro, o multiplicando el valor presente por el factor F/P, a partir de un TMAR (tasa mínima atractiva de rendimiento). El análisis de una alternativa, o la comparación de varias alternativas a través del valor futuro es especialmente aplicable para decisiones con grandes capitales de inversión cuando el objetivo principal es maximizar la prosperidad de los accionistas de una empresa (Blank & Tarquin , 2006).

3 CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA EMPRESA

3.1 Situación actual de las bodegas de la empresa

Empaqplast S.A es una empresa ecuatoriana que se dedica a la generación de productos plásticos de diferentes clases (Cevallos, 2013). Parte de sus clientes principales son empresas nacionales de la industria alimenticia; sin embargo, cuenta con clientes de otros mercados fuera del país. La empresa tiene la disponibilidad de generar cualquier tipo de producto aun siendo diferentes de los modelos que ya tienen, puesto que cuentan con un área de diseño de nuevos productos apta para cumplir con todo tipo de requerimientos que solicite el cliente. La producción actual es de 47526976 unidades mensuales provenientes de diferentes tipos de procesos, como lo son el termoformado, soplado, extrusión, coextrusión, impresión, inyección, entre otros que complementan el servicio proporcionado.

Las instalaciones actuales de esta organización se encuentran separadas según la relación de las diferentes áreas. Por un lado, el área más grande de la empresa se encuentra asignada a producción, control de calidad, auditoría y procesos. Otra área está designada para las áreas de mantenimiento mecánico, eléctrico, reprocesamiento y una bodega de 2178 m² asignada para productos de los clientes principales. Una tercera área está completamente dirigida al almacenamiento, con tres bodegas de 1296 m² cada una. Finalmente, hay un área administrativa donde se encuentran los departamentos de gerencia, contabilidad, compras, ventas, sistemas, diseño de nuevos productos y proyectos (Cevallos, 2013).

3.2 Procesos involucrados en el área de logística y planificación

El área de logística y planificación se encuentra a cargo de las bodegas tanto de materia prima como de producto terminado de uso interno y externo. Dentro de esta área, se desarrollan los procesos de planificación, de abastecimiento, de recepción y despacho del producto y almacenamiento del mismo. Para el manejo de las instalaciones se cuenta con un ERP que contiene información de productos que ingresan, salen y proporciona informes de los movimientos realizados en toda la bodega.

Según Balto Cevallos (2014) los problemas dentro de bodegas han ido surgiendo a través de los años debido al crecimiento de la empresa y han tenido que ser solucionados con iniciativa del mismo departamento. La búsqueda por seguir mejorando el servicio que se proporciona es ahora un tema de interés que se lo trata con la alta gerencia.

3.2.1 Proceso de planificación

El proceso de planificación de la empresa se encuentra conectado con las áreas de ventas y producción. Planificación se encuentra encargada de recibir el orden proveniente de ventas sobre un pedido de un cliente y se revisa si la cantidad solicitada se encuentra disponible en bodega por medio del ERP que tiene la información de existencias en las instalaciones. De no existir stock o la cantidad necesaria, se procede a realizar el Plan Maestro de Producción (MRP) a través de un programa del que se dispone. Con la información obtenida de los materiales requeridos para cumplir con el pedido se procede a buscar opciones de tiempo disponible en la producción de las máquinas. Una vez que haya disponibilidad de máquinas y de materia prima se envía el plan de producción al gerente de esta área

para ejecutar el pedido. A continuación, se muestra un diagrama de flujo del proceso de planificación.

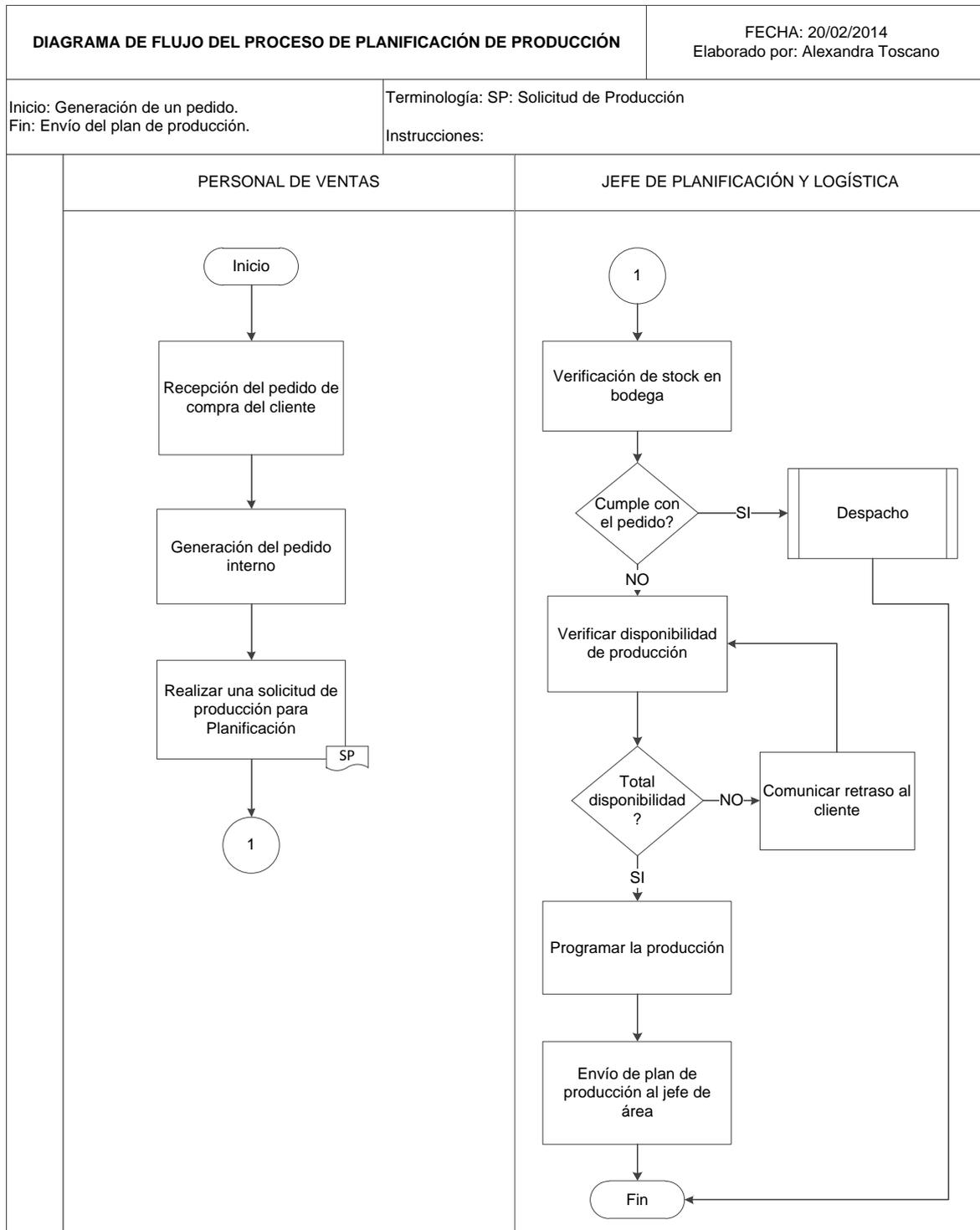


Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso de Planificación de Producción
Realizado por: Alexandra Toscano
Fuente: Entrevistas en la empresa, Balto Cevallos

El proceso descrito anteriormente sucede en la mayoría de las veces; sin embargo, en ocasiones el proceso tiene ciertas alteraciones. Cuando no hay disponibilidad de materia prima, se espera a la llegada de un nuevo lote de la misma o se busca opciones de compra para seguir con el pedido. Para ambos casos, se comunica al cliente que existirá un retraso de la entrega del producto y si este acepta tal retraso, se prosigue con la producción. Según Cevallos (2014), en bodega existe stock de reserva para alrededor de tres meses; sin embargo, se dan casos en que la materia prima no es suficiente. Por otro lado, hay inconformidad entre las áreas ya que el proceso no se cumple en orden, es decir, cuando un pedido es urgente se pasa la solicitud de ventas a producción directamente y el área de planificación y logística pierde esta información. Este problema no es común pero existe y necesita ser mejorado.

3.2.2 Proceso de recepción de producto terminado

La recepción del producto terminado desde el área de producción a bodega consiste en el transporte de una instalación a otra. Actualmente, para realizar el proceso se inicia con un documento que certifica que la cantidad enviada de la planta de producción es la misma que se traslada a la bodega. Dentro de las instalaciones se registra el ingreso del producto con toda la información al sistema ERP y se asigna un espacio para el almacenamiento.

Aunque el proceso es simple, se han presentado varios inconvenientes con respecto a las cantidades enviadas y almacenadas. El documento de “Entrega – Recepción del producto” intenta reducir las inconformidades de cantidades enviadas de producto; sin embargo, aún existen problemas en este tema.

El diagrama de flujo de este proceso se encuentra en la siguiente figura.

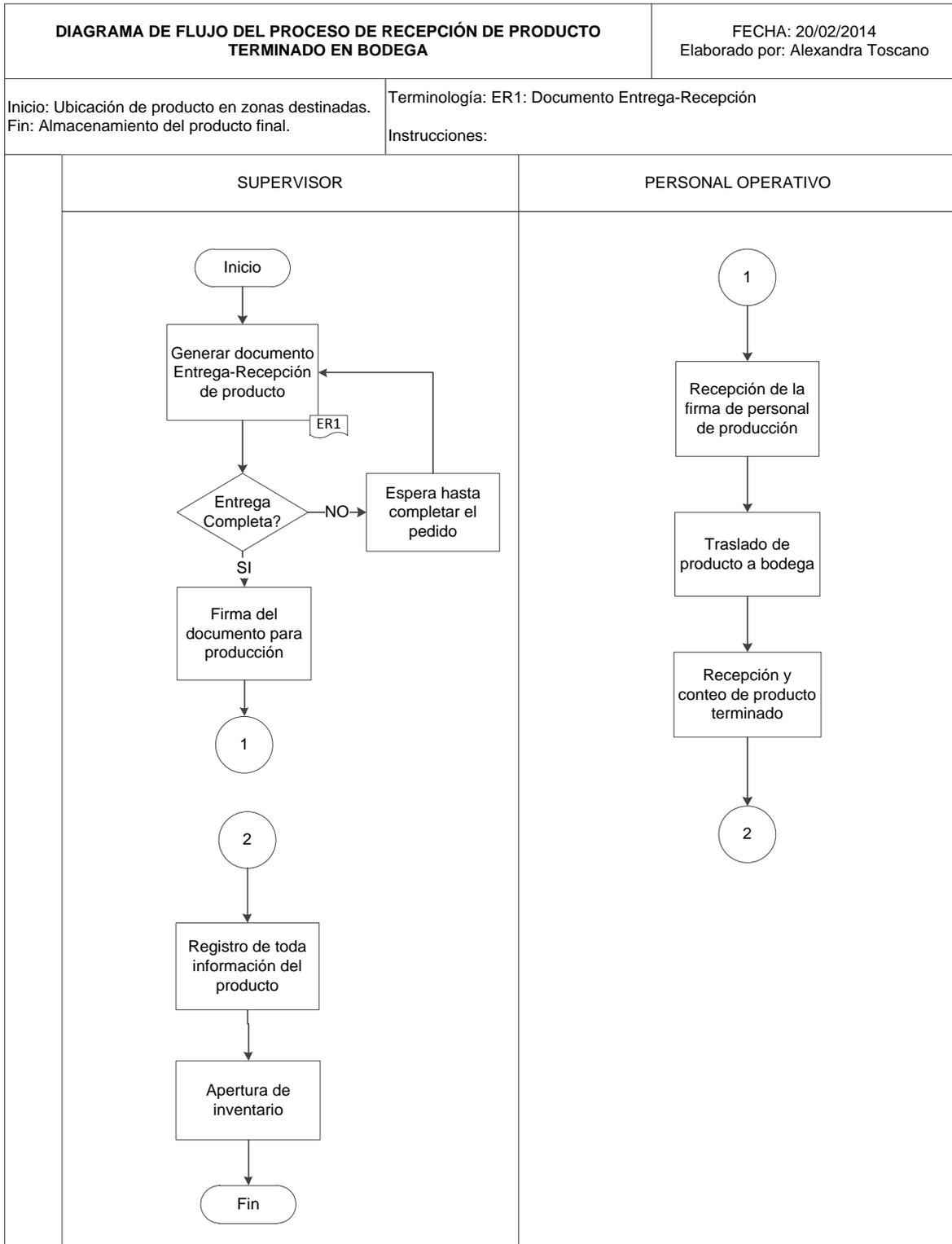


Figura 4. Diagrama de Flujo del Proceso de Recepción del Producto Terminado en Bodega

Realizado por: Alexandra Toscano

Fuente: Entrevistas en la empresa, Balto Cevallos

3.2.3 Proceso de almacenamiento de producto

El proceso de almacenamiento se ejecuta después de que el producto llega del área de producción. Cuando al producto se le asigna un espacio determinado, un operador lleva al montacargas con el producto y acomoda el material entrante con el inventario existente. Una vez que se ha guardado todo el producto, se confirma al jefe de bodegas que el proceso está completo y se controla que todo se encuentre bien documentado en el ERP.

Se dan ocasiones en las que los espacios asignados para el almacenamiento no son suficientes para la cantidad que ingresa. Ante esta situación, los operarios se ven obligados a guardar el producto restante en el espacio que esté disponible. Sin embargo, este cambio del espacio determinado causa confusiones al momento de cierre de inventario debido a las cantidades registradas en el ERP no coinciden con las que se contabiliza físicamente en la auditoría.

La diagramación de este proceso se lo muestra a continuación.

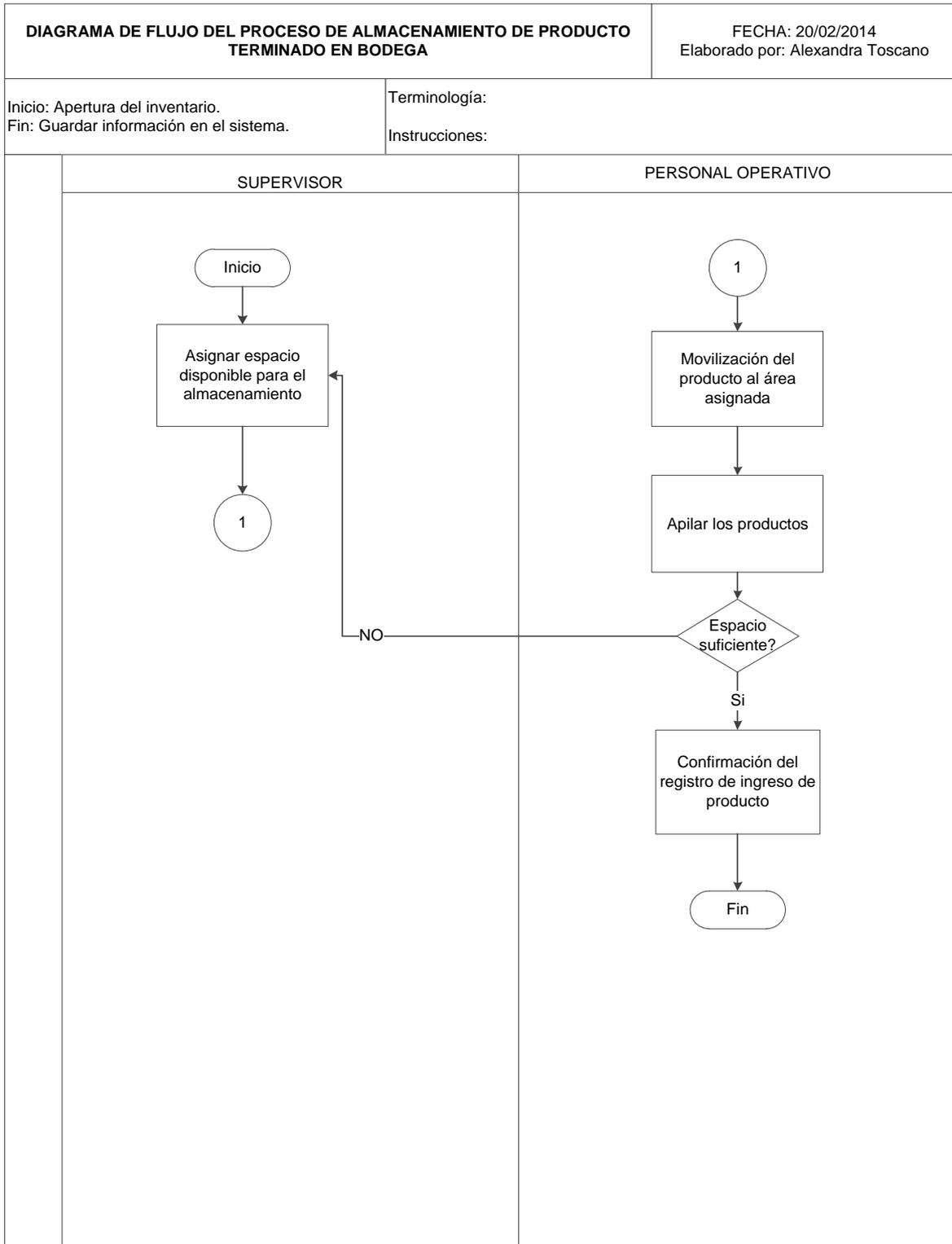


Figura 5. Diagrama de Flujo del Proceso de Almacenamiento de Producto Terminado en Bodega

Realizado por: Alexandra Toscano

Fuente: Entrevistas en la empresa, Balto Cevallos

3.2.4 Proceso de despacho de producto terminado

El traspaso del producto de la empresa a su cliente es diferente dependiendo del tipo sea el mismo. Es decir, aquellos clientes que tienen baja frecuencia de compra y pequeños volúmenes, compran los productos de forma personal y lo llevan en sus propios medios. Para aquellos que tienen alta frecuencia de compra y grandes volúmenes, la empresa se encarga de entregar los productos en las puertas de las instalaciones de su cliente. Esto si el cliente hace una compra lo suficientemente grande como para llenar un camión, para tal caso el envío es gratuito; sin embargo, aquellos que no llenan el camión con su pedido pueden enviar un camión para retirar el producto o pueden pagar por este servicio a la empresa. Los camiones que llevan los productos a los clientes tienen que cumplir con una serie de pasos para poder salir de las instalaciones.

Inicialmente, todo proceso de despacho necesita de un documento llamado “Pedido Cliente” que es enviado a bodega para que se programe el día del despacho y demás información. El día del despacho se emite una guía de remisión y una factura que se entrega a los conductores o al cliente, como sea el caso. Para aquellos clientes que solicitan un certificado de calidad, se solicita a producción uno y ya con todos los documentos listos se procede a cargar el camión con el pedido. Una vez listo el camión, el conductor lleva los documentos al Jefe de Logística y Planificación para que este autorice la salida del vehículo. En la salida, el servicio de guardianía recepta los papales para verificación y registro de salida del producto. Finalmente, el camión llega a las instalaciones del cliente, entrega los documentos y el producto, y recepta la firma de conformidad de entrega.

La diagramación del proceso descrito anteriormente se muestra en la siguiente figura.

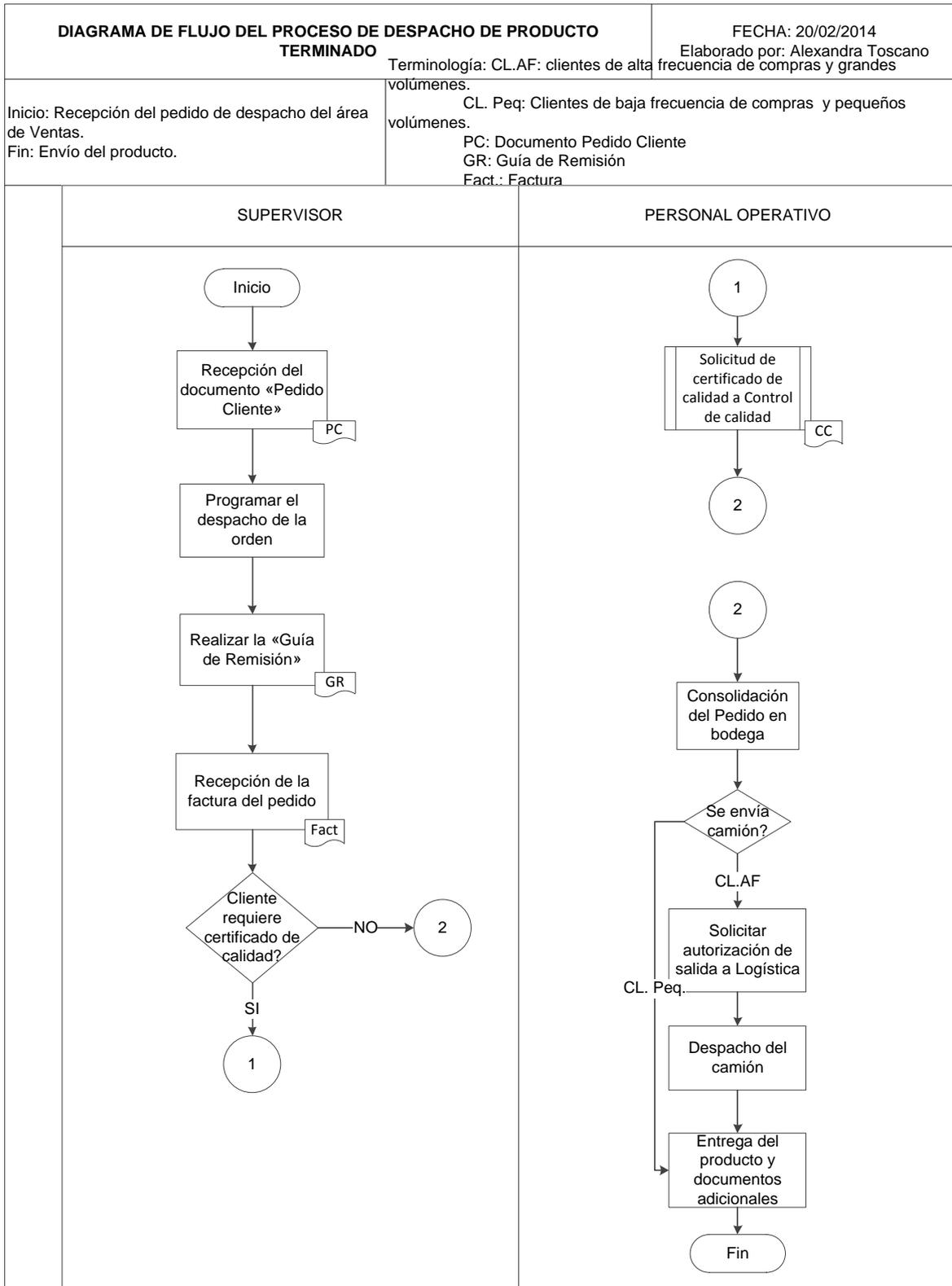


Figura 6. Diagrama de Flujo del Proceso de Despacho de Producto Terminado
Realizado por: Alexandra Toscano
Fuente: Entrevistas en la empresa, Balto Cevallos

3.3 Selección de los productos de mayor interés

Para la selección de los productos estrella de la empresa, se inició buscando las ventas por cliente y así encontrar aquellos consumidores que representan el mayor porcentaje de ventas. Los datos obtenidos equivalen a la información de los años 2011, 2012 y 2013 que se consolidaron en un mismo grupo por cada uno de los clientes. En el Anexo 1 se muestran los diagramas de Pareto de los tres últimos años de forma individual, que deja notar que la mayor frecuencia de ventas proviene de las mismas empresas durante este periodo. En la figura que se presenta a continuación se observa que las empresas de mayor consumo de productos plásticos son Industrial Danec S.A, Logisplast S.A, Quala Ecuador, Cervecería Nacional S.A, The Tesalia Springs Company S.A y Lácteos La Polaca Gustalac S.A.

Todas las industrias nombradas anteriormente acumulan el 80% de las ventas y son a aquellos clientes a quienes se quiere dar un servicio de calidad en cuanto al despacho. Sin embargo, cabe recalcar que la primera empresa acumula el 42% de ventas, lo que señala que éste es el cliente más representativo para la empresa. Adicionalmente, se encontró que existe una correlación entre las quejas obtenidas por mal estado del producto y los clientes de mayor consumo de la empresa. Estos seis clientes reciben los pedidos en sus localidades a través de un camión enviado por la empresa. Debido a que los pedidos de los clientes son grandes volúmenes, estos controlan el estado del producto una vez que el mismo se descarga en las instalaciones. Es así que la mayor parte de las quejas recibidas en bodegas proviene de los principales clientes de la empresa.

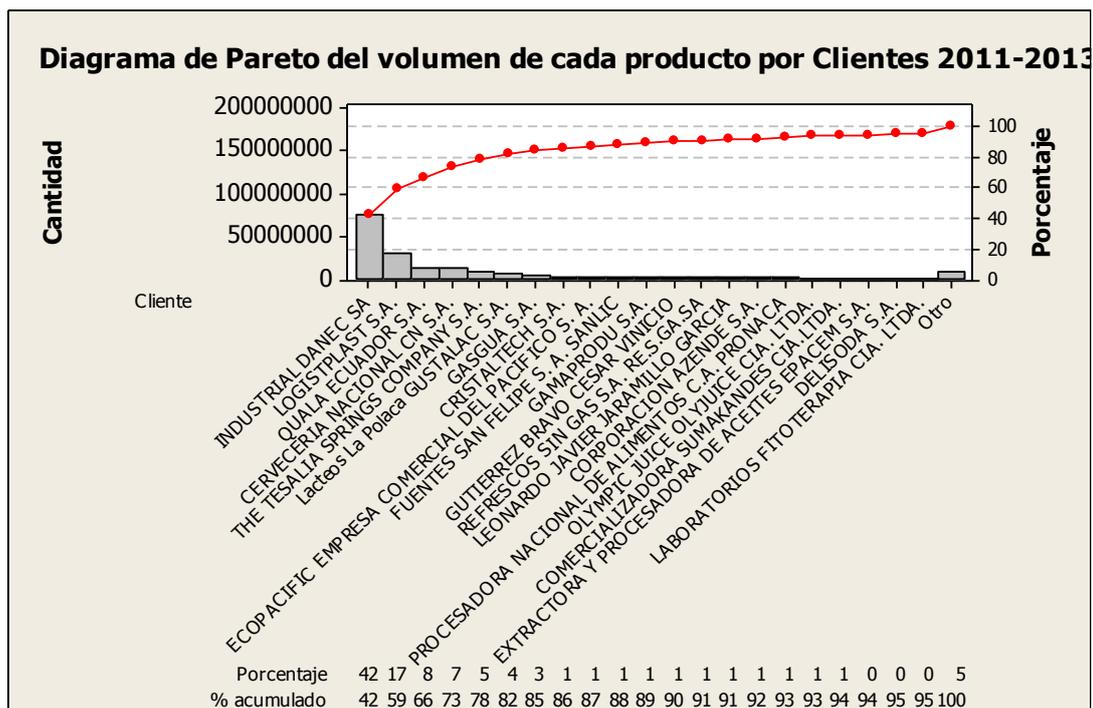


Figura 7. Diagrama de Pareto de las Ventas por Clientes 2011-2013
Realizado por: Alexandra Toscano

Una vez que se sabe los clientes a quienes va dirigido el mejoramiento de los productos en el almacenamiento, se busca acotar el enfoque con respecto a los productos que mayor consumo han tenido desde el año 2011 hasta febrero del 2014. Dado que los productos de la empresa son variados y existen alrededor de 200 diferentes que rotan por las bodegas de la empresa, para poder encontrar el grupo de productos que representan la mayor cantidad de ventas se optó por agrupar los mismos a fin de crear familias de productos. Para tal agrupamiento se reunieron productos con características similares en cuanto a materia prima y se obtuvieron nueve familias, que se presentan en la tabla a continuación.

No. Familia	Producto
1	Productos Complementarios PEAD
2	Productos Complementarios PEBD
3	Bandeja de Batería
4	Envases PC
5	Envases PEAD
6	Envases PET
7	Envases PP
8	Envases PVC
9	Preformas PET

Tabla 1. Consolidación en Familias de Productos
Realizado por: Alexandra Toscano

Estas familias de productos permiten identificar a aquellos que más se manejan a través de las bodegas. De acuerdo al diagrama de Pareto que se presenta a continuación de la frecuencia de ventas de los años 2011 – 2012 – 2013 y los dos primeros meses del año 2014, las familias de mayor rotación dentro de bodegas son: los productos complementarios PEAD, las preformas PET y los envases PET, los mismos que representan alrededor del 90% de ventas.

Para una mayor comprensión de los productos que conforman cada familia, el Anexo 2 contiene una tabla detallada de los diferentes productos que fueron consolidados en una misma familia. En la tabla mencionada, se puede observar que cada familia no comprende el mismo número de productos que las demás y esto permite notar que se generan más productos de cierta materia prima que de otra. Para el caso específico de la empresa, los productos de polietileno (PET) son más producidos que aquellos de materia prima diferente como polipropileno (PP), polietilenos de alta densidad (PEAD), entre otros. Lo que permite observar que hay una mayor demanda de los productos PET ya sea como preformas o como envases terminados.

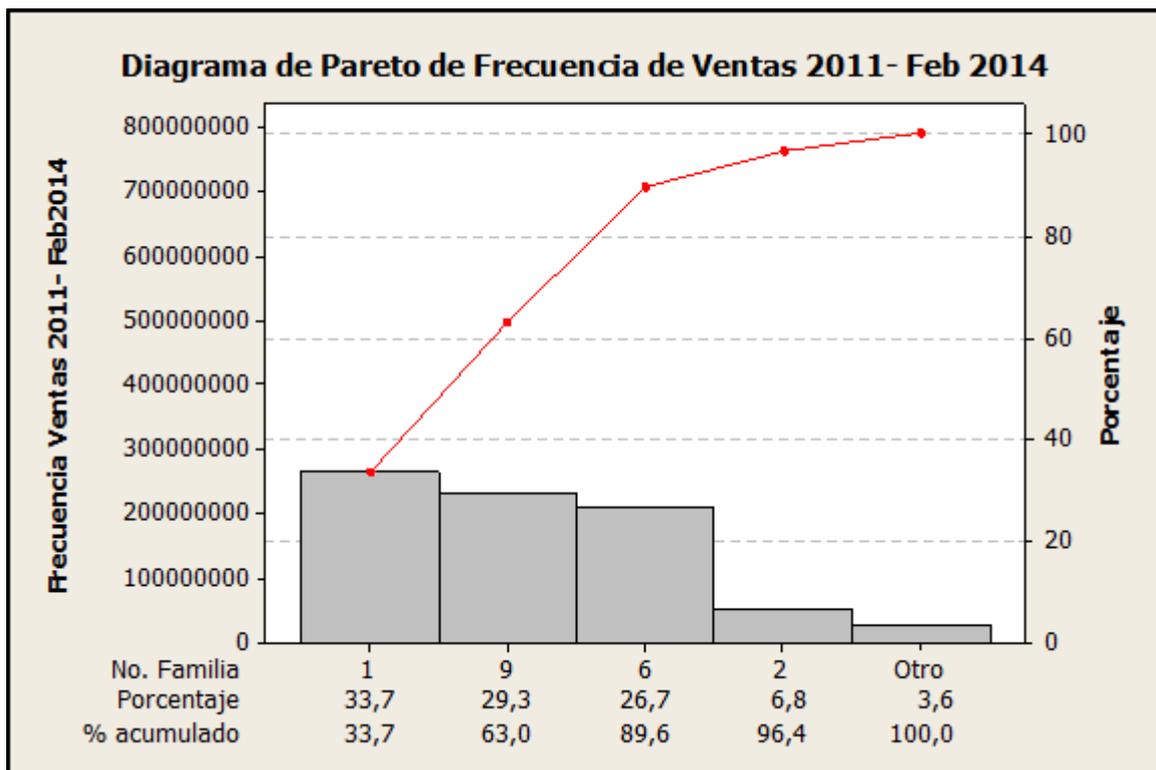


Figura 8. Diagrama de Pareto de Frecuencia de Ventas 2011- Feb. 2014
Realizado por: Alexandra Toscano

Una vez establecidas las familias más representativas para la empresa y debido a que las mismas contienen una gran cantidad de productos, es necesario acotar más la selección y enfocar los estudios a aquellos productos que generan la mayor cantidad de ingresos. Es por ello que se tomó como criterio para la selección la rentabilidad que se ha obtenido por cada producto durante los años mencionados anteriormente (2011- febrero 2014). La información de rentabilidad de cada producto fue proporcionada por la empresa y con la misma se procedió a obtener el producto del total de unidades vendidas durante los tres años y los datos obtenidos. Así, se obtuvo la información monetaria de ganancia de la empresa para poder buscar los productos de mayor interés en el aspecto económico. El criterio de rentabilidad adicionalmente, permitirá encontrar otros productos que no forman parte de las familias del diagrama de Pareto anterior pero que son muy importantes

para la empresa. A continuación se encontrará el Diagrama de Pareto bajo el criterio de rentabilidad de todos los productos de la empresa.

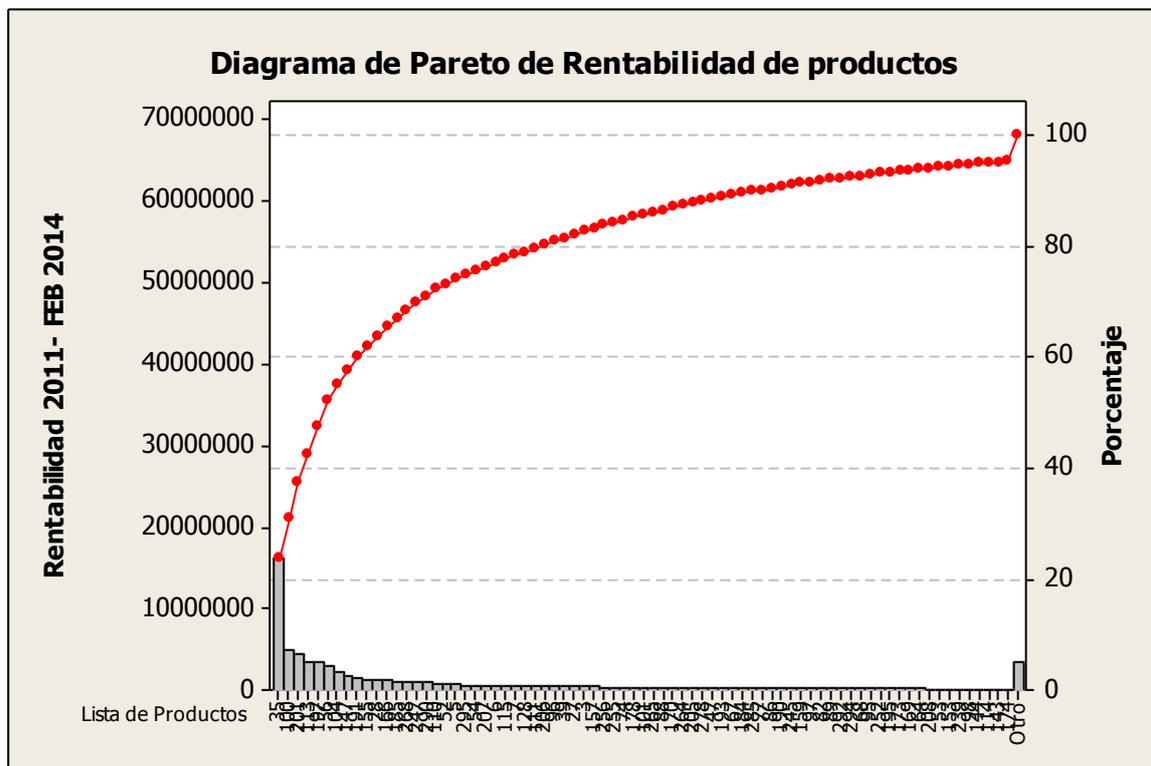


Figura 9. Diagrama de Pareto de rentabilidad de Productos
Realizado por: Alexandra Toscano

Debido a la gran cantidad de productos que existen dentro de la empresa, una explicación más amplia del Diagrama de Pareto anterior se presenta en el Anexo 3. Los resultados de este Diagrama muestran que 13 productos representan alrededor del 70% de los ingresos en cuanto a la rentabilidad. Como se puede notar, todos estos productos forman parte de las familias PET tanto en envases como preformas. Sin embargo, dentro de esta lista hay un producto que no es de ninguna de las dos familias pero cuya aportación a los ingresos es significativa. Este producto es el envase PEAD de 20 litros que de acuerdo a (Cevallos, 2013) es de rotación constante dentro de las bodegas.

Los productos más sobresalientes de la empresa en cuanto a movimientos en bodega y rentabilidad, y a los que se enfocará el estudio de inventarios se muestran en la siguiente tabla.

Lista de Productos
Envase PEAD 20 Litros Amarillo Rectangular
Envase Pet 500 cc Cristal
Preforma PET 90 gr. Cristal
Envase PET 900 cc Cristal
Preforma Pet 56 gr. Cristal
Envase Pet 1 Litro Cristal
Envase Pet 500 cc Sport
Preforma Pet 16.5 Gr Cristal
Preforma Pet 47 gr. Cristal
Preforma Pet 17 gr. Cristal
Envase PC Cristal 20000
Preforma Pet 19 gr. Cristal
Preforma PET 28 gr. Aceite

Tabla 2. Productos de Mayor Interés
Realizado por: Alexandra Toscano

3.4 Análisis de la demanda de los productos de interés

Los productos escogidos en la sección anterior tienen un comportamiento de demanda que deben ser analizados para poder encontrar un modelo de pronóstico posteriormente. Inicialmente se grafican los datos de demanda de mes a mes para encontrar datos atípicos. Para aquellos puntos que cambian el comportamiento normal de la demanda se van a buscar causas asignables de dicho desempeño. De encontrarse causas asignables, tales puntos serán retirados de la gráfica de dispersión y si no se encuentra ninguna causa la gráfica se mantendrá ya que se debe a un comportamiento normal del mercado.

De acuerdo a (Cevallos, 2013), las demandas de la mayoría de productos se rigen a un comportamiento bajo entre los meses de enero a junio y elevado

desde julio a diciembre. Esto se debe a que en el último semestre del año existen diferentes eventos que cambian la demanda de los consumidores de la empresa. Situaciones como la temporada de verano, navidad y otros festejos hacen que incremente el consumo de alimentos y por ende la necesidad de envases para los mismos.

Todas las gráficas de dispersión de las demandas de los diferentes productos se encuentran resumidas en el Anexo 4.

3.4.1 Demanda del envase pead 20 lt. rectangular



Figura 10. Envase Pead 20 lt. Rectangular

La demanda de este tipo de envase es un tanto variable, como se puede ver en la gráfica en referencia, hay meses donde la demanda es alta y en otros es baja. Esto se debe a comportamientos normales del mercado y en su mayoría se debe a la demanda generada por Industrial Danec S.A ya que es un consumidor

casi exclusivo de los envases de 20 litros. En la gráfica se encontraron ciertos puntos fuera del comportamiento normal de la demanda de este producto; sin embargo, al no encontrarse una causa asignable que indique que dichos puntos son atípicos, los mismos son considerados para el estudio. Debido al comportamiento de la demanda de este producto se pueden aplicar un modelo de suavizamiento exponencial doble para los pronósticos.

3.4.2 Demanda envase pet 500 cc. cristal



Figura 11. Envase Pet 500 cc. Cristal

Los datos del envase de 500 cc reflejan que los mismos son altamente demandados por varias empresas y por ende existen una gran variedad de diseños en esta presentación. Algunos diseños son exclusivos para ciertas empresas mientras que otros son genéricos. Gran parte de esta demanda se debe al envase de su mayor cliente.

La grafica de la demanda de los envases Pet de 500 cc. muestra una tendencia creciente y además una estacionalidad con periodos semestrales. Para este tipo de comportamientos se puede generar pronósticos a través del método Winters.

3.4.3 Demanda preforma pet 90 gr. cristal



Figura 12. Preforma Pet 90 gr. Cristal

Este tipo de preforma fue de muy alta demanda por un cliente en especial en los años 2011 y 2012; sin embargo, a partir del año 2013 el consumo de este tipo de producto tuvo una baja considerable debido a que el cliente detuvo la compra. Desde enero del 2013, las ventas de la preforma son solo para pocos clientes. Dado a que los datos de la demanda de este producto tuvieron una caída considerable a partir del año 2013, se decidió utilizar un modelo de pronósticos que priorice los datos recientes para así generar la demanda futura. Para ello se utilizó un suavizamiento exponencial simple.

3.4.4 Demanda envase pet 900 cc. cristal



Figura 13. Envase Pet 900 cc. Cristal

La demanda de este tipo de producto en su mayoría es generada por las ventas del mayor cliente. Por lo tanto, el envase de aceite en este tamaño es el de mayor rotación dentro de las bodegas. El diagrama de dispersión de este producto muestra que la demanda del mismo tiene un comportamiento normal y no se encuentran puntos atípicos. Es por ello que los datos del envase Pet 900 cc. Cristal se mantendrán y debido a su tendencia lineal creciente, se pueden generar pronósticos basados en el suavizamiento exponencial doble o Método Holt.

3.4.5 Demanda preforma pet 56 gr. cristal



Figura 14. Preforma Pet 56 gr. Cristal

Este tipo de preforma muestra un comportamiento estable aunque de ventas relativamente bajas desde el 2011 hasta finales del 2012; sin embargo, hay una mejora considerable en el consumo de este tipo de producto desde principios del 2013. Este incremento de las ventas se debe a la aparición de un cliente nuevo. En el diagrama de dispersión se puede notar que los datos tienen una tendencia ascendente que va creciendo con mayor inclinación a partir de los primeros meses del 2013. Es por ello que se decidió tomar los datos desde diciembre del 2012 para generar el pronóstico. Para este tipo de datos se pueden generar pronósticos a través del método Holt.

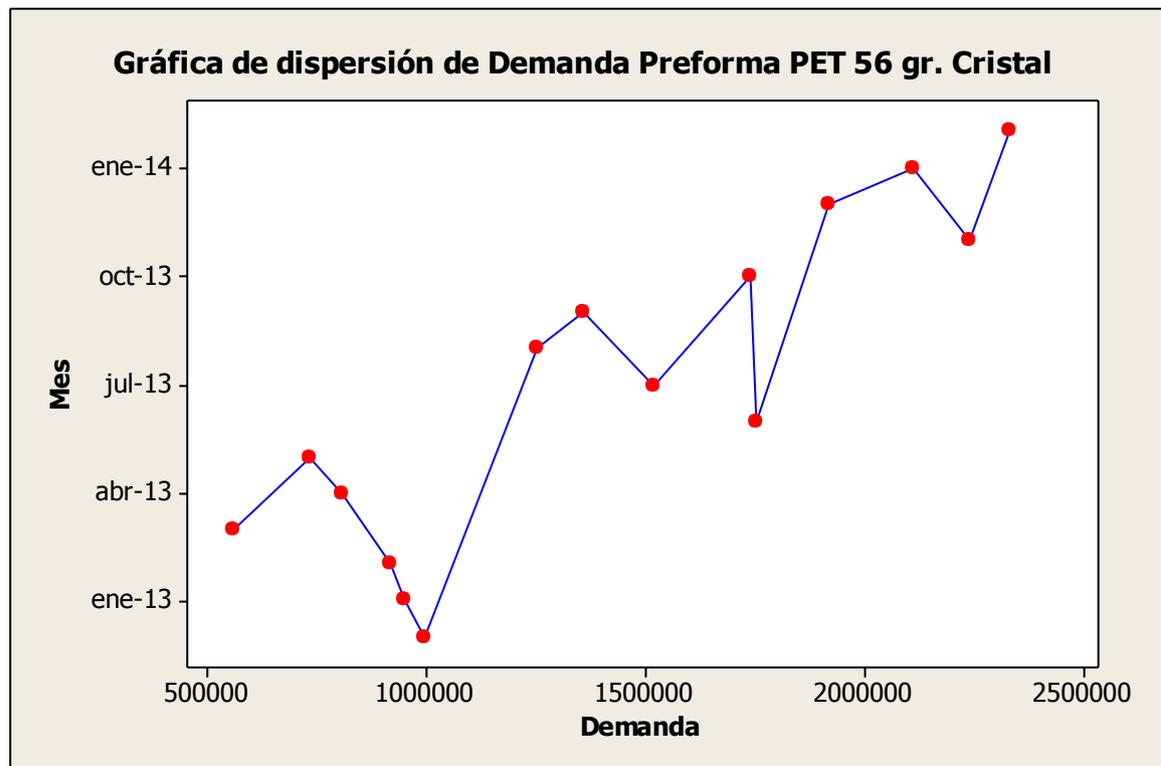


Figura 15. Diagrama de Dispersión de Demanda de Preforma Pet 56 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

3.4.6 Demanda envase pet 1 lt. cristal



Figura 16. Envase Pet 1 lt. Cristal

El envase de un litro es de alta rotación dentro de las bodegas de la empresa. Dentro de los diferentes tipos de presentaciones, el de mayor consumo se da por los envases de aceite, los mismos que representan un alto porcentaje en el aporte a la demanda de este producto. De acuerdo a la gráfica de ventas del envase de un litro se encontraron dos puntos atípicos, de los cuales no se pudo obtener una causa que justifique la ocurrencia de tal fenómeno. La gráfica de dispersión no muestra una tendencia clara de crecimiento; sin embargo, a partir del año 2012 se puede observar el aumento de la demanda conforme pasa el tiempo.

Para este tipo de comportamiento se puede generar un pronóstico por medio del método Holt.

3.4.7 Demanda envase pet 500 cc. sport



Figura 17. Envase Pet 500 cc. Sport

Los envases Sport durante años pasados tenían una alta demanda en el mercado; sin embargo, a partir de finales del año 2012 las ventas tuvieron un descenso significativo según (Cevallos, 2013) y como se puede observar en el diagrama de dispersión. Esta baja en la demanda se debe a la pérdida de clientes y la competencia con otras empresas. Es por ello que se determinó omitir el estudio para este tipo de producto.

3.4.8 Demanda preforma pet 16.5 gr. cristal



Figura 18. Preforma Pet 16.5 gr. Cristal

El inicio de producción y venta de esta preforma se dio a partir de julio del 2012 y es por ello que no se cuenta con una amplia información. Al principio, el producto tenía una alta demanda debido a un cliente grande que se lo perdió un par de meses después. Por lo tanto, debido a la poca información existente y la disminución de la demanda, se decidió omitir el estudio de la preforma de 16.5 gr Cristal, puesto que el impacto generado no aportaría a una mejora en la bodega.

3.4.9 Demanda preforma pet 47 gr. cristal



Figura 19. Preforma Pet 47 gr. Cristal

La demanda de este tipo de producto ha tenido un comportamiento normal, generalmente a lo largo del tiempo. En la gráfica de dispersión se puede notar que existen algunos puntos que sobresalen de la demanda normal y los mismos se deben a la aparición de nuevos clientes. Estos nuevos clientes son esporádicos ya que después de adquirir cierta cantidad del producto, no vuelven a hacerlo. Estos

datos poco comunes se eliminaron del diagrama para poder tener un comportamiento estable. Se determinó eliminar cuatro datos, los mismos que corresponden a los meses desde marzo hasta junio del 2011. A continuación, se muestra el último diagrama de dispersión con los cambios efectuados.

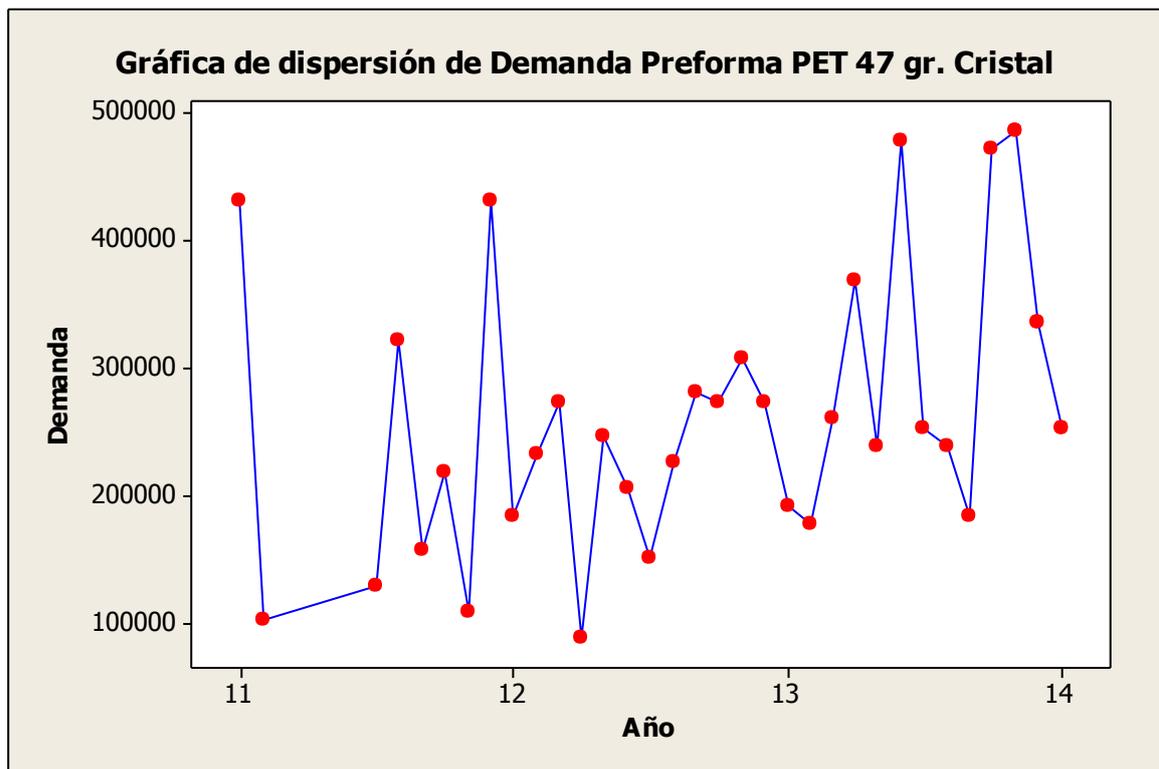


Figura 20. Diagrama de Dispersión de Demanda de Preforma Pet 47 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

La figura anterior permite observar una tendencia creciente en cuanto a la demanda de este tipo de producto. Para un comportamiento de tendencia creciente se puede obtener un pronóstico a través de un suavizamiento exponencial doble o Método Holt.

3.4.10 Demanda preforma pet 17 gr. cristal



Figura 21. Preforma Pet 17 gr. Cristal

La demanda de este tipo de preforma se efectuaba a la par con la preforma de 16.5 gr. Cristal, expuesto anteriormente, y de igual manera tuvo una disminución considerable en las ventas a partir de los últimos meses del año 2012. El decremento en la demanda se debió a la pérdida del cliente, como se puede observar en el diagrama de dispersión, y debido a ello se omitió la continuación del estudio para esta preforma. `

3.4.11 Demanda envase pc 20 lt. cristal



Figura 22. Envase PC 20 lt. Cristal

El diagrama de dispersión del botellón muestra un comportamiento inestable de los datos de demanda. Según (Cevallos, 2013) los picos de demanda esporádicos que se observan resultan ser normales puesto que en general el mayor consumo se da por un cliente. El mismo realiza compras en grandes cantidades un par de meses al año y en los meses restantes las compras bajan dramáticamente. En la gráfica de dispersión se nota que la demanda de este tipo de producto ha ido decreciendo desde finales del año 2012 y es por ello que se decidió omitir un estudio del botellón puesto que tienen ventas de poca estabilidad.

3.4.12 Demanda preforma pet 19 gr. cristal



Figura 23. Preforma Pet 19 gr. Cristal

La preforma de 19 gr. durante los años 2011 y 2012 tenía por clientes a dos empresas que representaban un gran porcentaje de sus ventas. Sin embargo, estos clientes fueron disminuyendo su demanda por este producto hasta a llegar al punto en que a ambos cliente se los perdió por completo. La consecuencia evidentemente se reflejó en el decremento de las ventas. El comportamiento de la demanda de esta preforma se estabiliza a partir de inicios del 2013 aunque existen meses donde no se generó ninguna salida de producto de bodega. Debido a la falta de datos para generar pronósticos confiables, se decidió culminar con el estudio.

3.4.13 Demanda preforma pet 28 gr. aceite



Figura 24. Preforma Pet 28 gr. aceite

La preforma de 28 gr. era usada para la producción de dos tipos de envases, de 1000 cc. y de 900cc., y por lo tanto su demanda era alta. A finales del 2012, el cliente solicitó que se bajen los granos de la preforma para la producción de los mismos envases. La empresa cumplió con los requerimientos de los clientes y la demanda de este tipo de preforma cambio completamente. Actualmente, existe solo un producto que usa la preforma de 28 gr. y es esporádica. El diagrama de dispersión de la preforma muestra que a partir de octubre del 2012, la demanda en

todos los meses es cero. Dado que los datos de la demanda de esta preforma son inexistentes, se detuvo el estudio del producto.

Para concluir con esta sección, mediante el estudio de los productos se puede notar que el mercado de los plásticos es cambiante y altamente competitivo. (Cevallos, 2013) comentó que la empresa experimentó varias transformaciones en el año 2013 ya que fue una etapa de cambios en los pesos, diseños y otros aspectos de los productos. En general, los productos plásticos van sufriendo alteraciones en sus presentaciones y la empresa se ve en la obligación de adaptarse a estos requerimientos de los clientes. Estos cambios han hecho que ciertos productos desaparezcan pero que haya acumulación de los existentes dentro de bodegas.

4 CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez conocidos los productos que finalmente requieren de un estudio, se sigue con la generación de pronósticos a fin de generar una estimación de la demanda futura. Ya que una de las características de los pronósticos es que los mismos disminuyen su exactitud mientras mayor sea el horizonte de predicción, se optó por obtener datos futuros de la demanda de un año. Para realizar los pronósticos se hizo uso del software estadístico Minitab 16, del mismo que se pueden obtener los datos para el plazo de tiempo determinado y los valores de los errores obtenidos.

Adicionalmente, se propondrá un modelo de inventarios que se adapte al comportamiento de cada producto. A fin de conocer las cantidades adecuadas que se deben mantener dentro de las bodegas de la empresa. Los niveles máximos y mínimos de stock que minimizarán los costos de mantenimiento de inventario dentro de las instalaciones.

Finalmente, dentro de este capítulo se encontrará una propuesta de una nueva disposición de las bodegas, a fin de utilizar de mejor manera los recursos disponibles de acuerdo con el nivel de rotación que tienen los productos. Así, se pretende obtener una organización de las instalaciones que esté orientada a la recolección rápida de los productos al momento del despacho. De tal manera que, los productos que se encuentren cerca de las puertas de las bodegas sean aquellos que mayor rotación tienen en un cierto lapso de tiempo.

4.1 Pronósticos de la demanda de los productos de interés

Dado que la demanda de cada producto tiene un comportamiento diferente, como se pudo notar en el capítulo anterior, se debe aplicar un modelo de pronóstico

diferente dependiendo de la conducta que se obtengan. Los datos pueden mostrar una tendencia de crecimiento lineal o estacionalidad y dependiendo de los mismos, se aplica un modelo u otro. Es importante conocer que un modelo se puede adaptar mejor a los datos que otro y por lo tanto los errores obtenidos son menores. Los resultados de los pronósticos expuestos para cada caso son aquellos de los que se obtuvo el menor error.

4.1.1 Envase pead 20 lt. amarillo rectangular

La demanda del envase de 20 litros tenía una tendencia lineal creciente que en su mayoría se debía al mejor cliente que tiene la empresa y es por ello que se hizo uso del suavizamiento exponencial doble o método Holt para generar un pronóstico. A través de Minitab 16 se obtuvieron los datos futuros desde marzo 2014 hasta febrero del 2015. Las constantes de suavizamiento alfa y beta que se utilizaron fueron 0.37 y 0.10, respectivamente. Los mismos que fueron asignados por el software para obtener datos óptimos. En la siguiente tabla se resumen los datos pronosticados y demás información relacionada a los resultados descritos anteriormente.

Tipo de Pronóstico: Doble Suavizamiento Exponencial			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	89148,1	Alfa	0,37
abr-14	89604,3	Beta	0,10
may-14	90060,4		
jun-14	90516,6	Medidas de Error	
jul-14	90972,7	MAPE	20%
ago-14	91428,9	MAD	13437
sep-14	91885	MSD	280346439
oct-14	92341,2		
nov-14	92797,3		
dic-14	93253,5		
ene-15	93709,6		
feb-15	94165,8		

Tabla 3. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pead 20 lt. Rectangular
Realizado por: Alexandra Toscano

Según criterios expuesto en el libro (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005), la calidad de un pronóstico puede evaluarse de acuerdo al valor del error porcentual absoluto medio, EPAM (MAPE, por sus siglas en inglés). El valor del error de este pronóstico es del 20%, y debido a que se encuentra entre el rango de 10% al 20%, se lo puede calificar como un buen pronóstico. La gráfica del pronóstico realizado en el programa estadístico se muestra en el Anexo 5.

4.1.2 Envase pet 500 cc. cristal

Como se señaló en el capítulo anterior, la demanda que se registra para los envases de medio litro tiene dos características, por un lado tiene una tendencia creciente y además tiene cierta estacionalidad. Para estas dos cualidades, el suavizamiento exponencial triple o Método Wintres resulta ser un modelo adecuado para generar pronósticos confiables. Para este método se necesita establecer la longitud estacional, la misma que se determinó que era de seis meses, es decir,

que cada 6 meses el ciclo se vuelve a repetir. Adicionalmente, las constantes de suavizamiento deben ser establecidas, por lo que se asignaron los valores de 0.2 para las tres constantes alfa, beta y gamma. A continuación se presenta una tabla que resume la información obtenida.

Tipo de Pronóstico: Método Winters			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	1657938	Alfa 0,2	
abr-14	1685654	Beta 0,2	
may-14	1733520	Gamma 0,2	
jun-14	1782253		
jul-14	1822585	Medidas de Error	
ago-14	1848998	MAPE	15%
sep-14	1897529	MAD	174429
oct-14	1946977	MSD	4.92E+10
nov-14	1987232		
dic-14	2012342		
ene-15	2061539		
feb-15	2111700		

Tabla 4. Método Winters del Envase Pet 500 cc. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

El porcentaje de error de este tipo de predicción obtuvo un valor del 15%, por lo que se lo puede calificar como un pronóstico bueno puesto que se encuentra en un rango entre 10% y 20%. Para mayor información sobre la gráfica del pronóstico de los datos, dirigirse al Anexo 5.

4.1.3 Preforma pet 90 gr. cristal

La disminución en la demanda de este tipo de producto, requería de un modelo de pronóstico que priorice los datos más recientes sobre los históricos para generar una demanda futura. Es por ello que se determinó basarse en la información existente para hacer una estimación de la demanda futura del siguiente año. Es así como se utilizó un suavizamiento exponencial simple con un alfa de

0.44, ya que mientras mayor sea el valor de alfa, más rápido responde el pronóstico a un cambio en la demanda. La tabla mostrada a continuación, contiene la información de las ventas para el próximo año y en el Anexo 5 se muestra la gráfica del pronóstico generado.

Tipo de Pronóstico: Suavizamiento Exponencial Simple		
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento
mar-14	249021	Alfa 0,44
abr-14	249021	
may-14	249021	
jun-14	249021	
jul-14	249021	Medidas de Error
ago-14	249021	MAPE 30%
sep-14	249021	MAD 102307
oct-14	249021	MSD 1.87E+10
nov-14	249021	
dic-14	249021	
ene-15	249021	
feb-15	249021	

Tabla 5. Promedio Móvil de la Preforma Pet 90 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

El error obtenido para este tipo de producto fue del 30%, que según el criterio propuesto por (Ghiani , Laporte , & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2004) es considerado como moderado.

4.1.4 Envase pet 900 cc. cristal

El diagrama de dispersión del envase de 900 cc. muestra una tendencia creciente de la demanda, por lo que se optó por realizar un pronóstico a través del doble suavizamiento exponencial o método Holt. Las constantes de suavizamiento utilizadas fueron las impuestas por el software estadístico a fin de optimizar los resultados de la predicción. Así, los valores de alfa y beta asignados fueron de 0.32 y 0.10, respectivamente.

Respecto a los resultados obtenidos, el porcentaje de error de este pronóstico es del 24%. Ya que este valor está entre 20% y 30%, se considera como un pronóstico moderado según (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). En el Anexo 5 se muestra la gráfica del suavizamiento exponencial doble de los datos. La siguiente tabla contiene los resultados y demás información sobre el pronóstico realizado para este tipo de producto.

Tipo de Pronóstico: Doble Suavizamiento Exponencial			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	1228932	Alfa 0,32	
abr-14	1249802	Beta 0,10	
may-14	1270672		
jun-14	1291542		
jul-14	1312412	Medidas de Error	
ago-14	1333282	MAPE	24%
sep-14	1354152	MAD	183253
oct-14	1375021	MSD	4.78E+10
nov-14	1395891		
dic-14	1416761		
ene-15	1437631		
feb-15	1458501		

Tabla 6. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pet 900 cc. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.1.5 Preforma pet 56 gr. cristal

El diagrama de dispersión de la preforma de 56 gr. muestra un crecimiento en la demanda en un momento dado, y, ya que esta tendencia se hace evidente en los datos más recientes se procedió a realizar un pronóstico basado en el doble suavizamiento exponencial. A las constantes de suavizamiento se les asigno los valores de 0.45, para alfa, y 0.19, para beta. Estos valores fueron asignados entre diferentes intentos ya que se buscaba tener un pronóstico un tanto conservador

donde la demanda futura no se aleje dramáticamente de la demanda actual. A continuación se expone la tabla resumida con la información del pronóstico.

Tipo de Pronóstico: Doble Suavizamiento Exponencial			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	2415864	Alfa 0,45	
abr-14	2546470	Beta 0,19	
may-14	2677076		
jun-14	2807682		
jul-14	2938288	Medidas de Error	
ago-14	3068894	MAPE	20%
sep-14	3199500	MAD	251165
oct-14	3330105	MSD	1.21E+11
nov-14	3460711		
dic-14	3591317		
ene-15	3721923		
feb-15	3852529		

Tabla 7. Doble Suavizamiento Exponencial de Preforma Pet 56 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

El error obtenido en este pronóstico es del 20%, valor que permite calificarlo como un pronóstico bueno según el criterio de (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). En el Anexo 5 se encuentra la gráfica del doble suavizamiento exponencial aplicado sobre los datos del producto.

4.1.6 Envase pet 1 lt. cristal

La demanda para este tipo de envase no muestra una clara tendencia de crecimiento; sin embargo, los datos más recientes dejan ver un crecimiento de la curva. Es por ello que se generó un pronóstico en base al método Holt. Las constantes de suavizamiento tomadas fueron 0.15, valor de alfa, y 0.15, valor de beta. A continuación, una tabla resumirá los resultados obtenidos.

Tipo de Pronóstico: Doble Suavizamiento Exponencial			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	714818	Alfa 0,15	
abr-14	723781	Beta 0,15	
may-14	732744		
jun-14	741707		
jul-14	750670	Medidas de Error	
ago-14	759633	MAPE	23%
sep-14	768596	MAD	154409
oct-14	777559	MSD	3.64E+10
nov-14	786522		
dic-14	795485		
ene-15	804448		
feb-15	813411		

Tabla 8. Doble Suavizamiento Exponencial del Envase Pet 1 lt Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

El pronóstico es moderado debido a que el valor del error está en el rango de 20% y 30%. El 23% acumulado muestra que el pronóstico mantiene una predicción conservadora de la demanda futura, que como se ve en la gráfica del Anexo 5 tiene un crecimiento leve.

4.1.7 Preforma pet 47 gr. cristal

La preforma de 47 gr muestra una tendencia creciente, por lo que se usaron los datos para hacer un pronóstico en base al método Holt. Los valores escogidos para alfa o beta, fueron asignados por el software estadístico y son 0.21 y 0.01, respectivamente. Respecto a los resultados obtenidos, el pronóstico tiene un error del 40%, por lo cual se lo puede calificar como pobre de acuerdo al criterio expresado por (Ghiani, Laporte, & Musmanno, Introduction to Logistics Systems Planning and Control, 2005). En el Anexo 5 se presenta la gráfica del suavizamiento exponencial doble aplicados sobre los datos de esta preforma. La siguiente tabla, muestra los resultados obtenidos en forma resumida.

Tipo de Pronóstico: Doble Suavizamiento Exponencial			
Mes	Demanda Futura	Constantes de suavizamiento	
mar-14	342775	Alfa 0,21	
abr-14	346965	Beta 0,01	
may-14	351155		
jun-14	355345		
jul-14	359535	Medidas de Error	
ago-14	363726	MAPE	40%
sep-14	367916	MAD	86853
oct-14	372106	MSD	1.17E+10
nov-14	376296		
dic-14	380486		
ene-15	384676		
feb-15	388867		

Tabla 9. Doble Suavizamiento exponencial de Preforma Pet 47 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2 Modelos de control de inventario para producto terminado

4.2.1 Definición de las variables

En esta sección, se buscará un modelo de inventarios para los productos de interés descritos anteriormente, que mejor se adapten a su comportamiento. Inicialmente, es necesario establecer los costos relacionados al control de inventarios para después escoger la mejor política de inventarios y el modelo de control de los mismos para establecer una propuesta de mejora de la situación actual. A continuación se detallan los costos que se tomaron en cuenta para la aplicación de los diferentes modelos de inventarios, como se realiza en el documento de Zapata (2010).

4.2.1.1 Costo fijo de pedido

Para la realización de pedidos se involucran dos personas: por un lado la persona encargada de ventas y el jefe de planificación y logística de la empresa.

De forma concreta, éste último se encarga del control de los inventarios y la planificación de la producción. Mientras que por el otro lado, la persona de ventas se encarga de transmitir los pedidos para la producción al área de planificación. Estos dos cargos reciben una remuneración mensual de \$980, para el jefe de planificación y logística, y \$750, para la persona encargada de las ventas (los costos incurridos por sueldos se encuentran en el Anexo 6). Para el caso del personal administrativo, la empresa tiene un horario establecido de 20 días laborales por jornadas de 8 horas diarias.

El jefe de planificación señala que el 80% de su tiempo está enfocado a actividades relacionadas con el manejo y control de inventarios. Y por otro lado, la persona de ventas estima que un 10% de su tiempo se encarga de preparar y enviar al jefe de planificación los pedidos de producción. La empresa en promedio tiene 150 pedidos de producción al mes, entre pedidos grandes y pequeños. Toda esta información relatada anteriormente se usó para estimar el costo fijo de pedidos para cada producto, sin diferenciar entre los productos de interés del presente estudio y los demás. A continuación se muestra la forma en que se realizaron los cálculos.

Costo fijo de pedido

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\left(\frac{\text{horas laboradas Jefe de planificación y logística}}{\text{mes}}\right) (\% \text{ tiempo dedicado}) \left(\frac{\text{salario}}{\text{horas}}\right)}{\left(\frac{\# \text{ pedidos}}{\text{mes}}\right)} \\
 &+ \frac{\left(\frac{\text{horas laboradas persona de ventas}}{\text{mes}}\right) (\% \text{ tiempo dedicado}) \left(\frac{\text{salario}}{\text{horas}}\right)}{\left(\frac{\# \text{ pedidos}}{\text{mes}}\right)} \\
 &= \frac{\left(\frac{160 \text{ hrs}}{\text{mes}}\right) (0.8) \left(\frac{\$8.47}{\text{hr}}\right) + \left(\frac{160 \text{ hrs}}{\text{mes}}\right) (0.1) \left(\frac{\$6.53}{\text{hr}}\right)}{\left(\frac{150 \text{ pedidos}}{\text{mes}}\right)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Costo fijo de pedido} = \$ 7.92 / \text{pedido}$$

4.2.1.2 Costo de mantener inventario

La empresa en la actualidad no lleva estimación alguna sobre el manejo de bodegas y los costos implicados en esta actividad. Es por esta razón se realizó una estimación tomando en cuenta los gastos en los que se incurre al tener 3 bodegas asignadas a producto terminado. Dentro de los gastos que se encontraron directamente vinculados al mantenimiento de inventario están el personal que trabaja en las bodegas, los servicios básicos (luz, internet, teléfono), costos de la maquinaria utilizada, costos de mantenimiento y costo de oportunidad.

El área de almacenamiento de producto terminado se encuentra dividida en tres bodegas. Dos en la parte delantera de la empresa que miden 1296 m² cada una y otra, la más grande de todas, en la parte posterior que tiene una dimensión de 2178 m². En total, las bodegas suman un espacio de 6066 m², lo que representa un 78.6% del área total encargada al área de almacenamiento. Es decir, que de los costos totales que se obtengan de mantener inventario, tan solo el 78.6% se debe al espacio ocupado por el producto terminado.

Personal de bodegas: existen 13 personas que trabajan en las bodegas de Empaqplast S.A, cubriendo los tres turnos. Este personal tiene en promedio un salario de \$350 cada uno. El jefe de bodegas por su lado, percibe en promedio un salario de \$600 al mes. Todas estas personas se distribuyen entre las cuatro instalaciones de almacenamiento. Los costos totales en los que se incurren por el pago de sueldo se explican en el Anexo 6.

A continuación se muestran los cálculos usados para obtener los diferentes costos.

$$\begin{aligned} \text{Personal de bodegas} &= \frac{(13 \text{ personas})(\$502.33) + \$840.90}{4 \text{ bodegas}} \\ &= \$1842.80/\text{bodega} \end{aligned}$$

Servicios Básicos: las bodegas cuentan con servicio de internet para poder manejar el ERP con el que se cuenta y así tener un control de ingresos y salidas del producto. Además de este servicio, las instalaciones consumen luz y teléfono para poder descargar y recibir los pedidos de los bienes. Para el caso particular, el internet tiene un costo de \$50, la luz un consumo de \$15 y el teléfono \$10, como lo señala Balto Cevallos (2014).

$$\begin{aligned} \text{Servicios básicos} &= \frac{(\$50 + \$15 + \$10)}{4 \text{ bodegas}} \\ &= \$18.75/\text{bodega} \end{aligned}$$

Maquinaria: Para la manipulación de grandes volúmenes de producto se cuenta con dos montacargas y un tractor, ambos a diésel, que se comparten para todas las bodegas. Los costos por este rubro contemplan el uso de combustible en un mes, \$600 del consumo de los dos montacargas y \$20 del consumo del tractor.

$$\begin{aligned} \text{Maquinaria} &= \frac{\$600 + \$20}{4 \text{ bodegas}} \\ &= \$155/\text{bodega} \end{aligned}$$

Mantenimiento: Los tres vehículos con los que se cuenta son llevados a mantenimiento de forma mensual. Los costos del mantenimiento preventivo son \$800 entre los dos montacargas y \$400 en el tractor.

$$\begin{aligned} \text{Mantenimiento} &= \frac{(\$800 + \$400)}{4 \text{ bodegas}} \\ &= \$300/\text{bodega} \end{aligned}$$

Adicionalmente a estos valores, se debe establecer los valores de mantenimiento de inventario relacionados directamente con el espacio que ocupan los productos de interés del estudio. De acuerdo con Balto Cevallos (Cevallos, 2013), los productos del estudio ocupan alrededor de un 30% del espacio designado al producto final. Los costos calculados anteriormente, representan una proporción por bodega del 25%; sin embargo, no todas las bodegas tienen la misma proporción debido a la diferencia de dimensiones. Es por ello que es preciso obtener el costo acorde al tamaño ocupado para el producto terminado. Por lo tanto, los costos del uso del espacio en bodega tiene un valor de:

$$\begin{aligned} \text{Costo espacio} &= \left(\frac{(\$1842.80 + \$18.75 + \$300 + \$155)(0.79)}{0.25} \right) * 0.3 \\ &= \$2196.09 \end{aligned}$$

El costo obtenido anteriormente representa al 30% en conjunto que ocupan los siete productos de interés; sin embargo, es preciso diferenciar el costo que tiene cada producto dentro de las bodegas. Se hizo una estimación del espacio ocupado por cada producto y se obtenía el costo correspondiente. De forma adicional, se dividió este costo para el promedio de producto que hay en inventario mensualmente y así se obtuvo el costo por espacio por unidad de producto. A continuación se presenta una tabla resumida de los valores obtenidos y en el Anexo 6 se amplía la información.

Costo por espacio de cada producto		
Productos	% espacio utilizado	Costo por unidad de Producto
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular	10	0,02738888
Envase Pet 500 cc. Cristal	6	0,00098522
Preforma Pet 90 gr. Cristal	4	0,00048865
Envase Pet 900 cc. Cristal	2,5	0,00049357
Preforma Pet 56 gr. Cristal	2	0,00051519
Envase Pet 1 lt. Cristal	2,5	0,00085191
Preforma Pet 47 gr. Cristal	3	0,00044606

Tabla 10. Costo por Espacio de Cada Producto
Realizado por: Alexandra Toscano

El costo de oportunidad por tener una bodega para los productos de interés se lo calculo haciendo estimaciones del número de unidades de cada tipo que pasan por las bodegas de la empresa al mes. Estas cantidades se las transformó a valores monetarios a través del precio de venta al público y así se obtuvo la inversión en la que se incurre con todo el producto. Se calculó una ganancia potencial en el caso de que se invirtiera estas cantidades en otra actividad, como por ejemplo el alquiler del espacio de bodega, así se podría tener una ganancia del 10% anual. Este criterio fue estimado por Christian Castillo, contador de la empresa, según el conocimiento del costo por metro cuadrado para alquiler. Finalmente, a costo de oportunidad se lo paso a unidades de producto. La siguiente tabla resume los resultados calculados y en el Anexo 6 se encuentra una descripción más amplia.

Costo De Oportunidad		
Productos	Precio x cantidad	Costo de oportunidad x producto
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular	467747,28	0,0455
Envase Pet 500 cc. Cristal	185058,108	0,000675
Preforma Pet 90 gr. Cristal	146649,6	0,002
Envase Pet 900 cc. Cristal	178028,723	0,00097008
Preforma Pet 56 gr. Cristal	185535,168	0,00112233
Envase Pet 1 lt. Cristal	70727,1073	0,00097008
Preforma Pet 47 gr. Cristal	237378,982	0,001001

**Tabla 11. Costo de Oportunidad
Realizado por: Alexandra Toscano**

Una vez obtenidos todos estos valores, se sumaron los mismos para tener el costo final de mantener inventario por producto. La tabla expuesta a continuación tiene los costos resultantes de cada producto.

Costo Total de Mantener Inventario	
Productos	Total
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular	0,0728889
Envase Pet 500 cc. Cristal	0,0016602
Preforma Pet 90 gr. Cristal	0,0024887
Envase Pet 900 cc. Cristal	0,0014637
Preforma Pet 56 gr. Cristal	0,0016375
Envase Pet 1 lt. Cristal	0,0018220
Preforma Pet 47 gr. Cristal	0,0014471

**Tabla 12. Costo Total de Mantener Inventario
Realizado por: Alexandra Toscano**

4.2.1.3 Tiempo de reabastecimiento

El tiempo de reabastecimiento se vincula directamente con el área de producción y varía dependiendo del tamaño del pedido que se haga. Para aquellos pedidos pequeños, el tiempo de reabastecimiento consiste alrededor de 8 horas, mientras que para los grandes pedidos, el tiempo de reabastecimiento se estima que es de 15 días. Respecto a este tema, los productos de que se están analizando son parte de los grandes pedidos ya que en su mayoría estos productos pertenecen a los

mejores clientes de Empaqplast. Es por esto que se establecerá como tiempo de reabastecimiento los 15 días que en promedio dura cumplir con una orden.

4.2.1.4 Tasa de demanda

La tasa de demanda que será utilizada para los modelos de inventarios es aquella que se obtuvo de los pronósticos realizados en la sección 4.1 para cada producto. Como se puede observar en la sección mencionada, todos los datos se encuentran en la unidad de tiempo de un mes.

4.2.1.5 Demanda promedio en los periodos de reabastecimiento

Para ciertos modelos es preciso tener un valor sobre la demanda promedio durante el periodo de reabastecimiento.

4.2.2 Propuesta de los modelos de inventario

Ya establecidos los costos más relevantes para los modelos de inventarios de los diferentes productos dentro de la bodega, se inicia escogiendo el mejor modelo que se ajuste a las características de cada producto. El objetivo de esta sección es obtener los datos que servirán a la empresa sobre cuánto producto se debe almacenar en las instalaciones a fin de tener un inventario balanceado, es decir, que las botellas o preformas no hayan en exceso pero tampoco en escases. De esta forma minimizar conflictos debido a un mal servicio con los clientes de mayor relevancia para la empresa.

4.2.2.1 Envase pead 20 lt. amarillo rectangular

Este tipo de envase es el más rentable para la empresa y es por ello que dentro del área de producción existen dos máquinas encargadas de producir exclusivamente este producto. Debido a las dimensiones de este envase, el mismo

ocupa un gran espacio en la bodega más grande y siempre existe inventario. Sin embargo, no se lleva un control de las cantidades óptimas de debe haber dentro de las instalaciones. De esta manera, de los modelos de inventarios existentes, se decidió aplicar el modelo (Q,r) debido a las características del producto que se mencionan a continuación:

- Hay la posibilidad de acarrear inventario de periodo a periodo.
- Hay la posibilidad de tener órdenes pendientes.
- Es posible suponer tiempos de entrega fijos
- Los datos de demanda son estocásticos, siguen una distribución normal (Anexo 7).
- Existe un costo fijo relacionado a la realización de un pedido de reabastecimiento.

La empresa ha establecido que se debe tener un nivel de servicio del 92%, en otras palabras, la tasa de cumplimiento debe ser del 92%. Por este motivo se debe realizar el proceso iterativo del modelo (Q, r) para el servicio tipo 2. Este proceso se lo realiza hasta llegar al punto en el que se cumpla con dos condiciones de $|Q_t - Q_{t-1}| \leq 1$ y $|R_t - R_{t-1}| \leq 1$. En la siguiente tabla se resumen datos de relevancia del modelo y en el Anexo 7 se encuentran todos los cálculos realizados.

Modelo (Q, R) para el Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular		
Tamaño de pedido	18648	unidades
Nivel de Reorden	95542	unidades
Inventario de Seguridad	14230	unidades

Tabla 13. Modelo Q,R Envase Pead 20 lt. Rectangular
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.2 Envase pet 500 cc. cristal

Para este tipo de producto, se decidió aplicar el modelo (Q,R) de igual manera ya que al igual que el producto anterior tiene características similares:

- Hay la posibilidad de acarrear inventario de periodo a periodo.
- Hay la posibilidad de tener órdenes pendientes.
- Es posible suponer tiempos de entrega fijos
- Los datos de demanda son estocásticos, siguen una distribución normal (Anexo 8).
- Existe un costo fijo relacionado a la realización de un pedido de reabastecimiento.

La empresa estableció que en general para todos los productos se va a tener una tasa de cumplimiento del 92%. Gracias a que el modelo tendrá un nivel de servicio tipo 2, el proceso es iterativo se realizará hasta cumplir con la condición $|Q_t - Q_{t-1}| \leq 1$ y $|R_t - R_{t-1}| \leq 1$. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos y en el Anexo 8 se muestra todo el procedimiento realizado.

Modelo (Q, R) para el Envase PET 500cc. Cristal		
Tamaño de pedido	435493	unidades
Nivel de Reorden	1725560	unidades
Inventario de Seguridad	300156	unidades

Tabla 14. Modelo Q,R Envase Pet 500 cc. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.3 Preforma pet 90 gr. cristal

Para este tipo de producto, los datos disponibles son escasos debido a las alteraciones que se han dado en la demanda. De esta manera se decidió aplicar un

modelo EOQ para tener un inicio sobre el manejo de inventarios. A continuación se muestra un tabal con los resultados de este modelo.

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
λ	231615	u/mes
h	0,00248865	\$/mes

Tabla 15. Variables del Modelo EOQ Preforma Pet 90 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

Modelo EOQ para la Preforma Pet 90 gr. Cristal		
Cantidad óptima de pedido	38395	Unidades
Tiempo de reabastecimiento	5	días

Tabla 16. Modelo EOQ Preforma Pet 90 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.4 Envase pet 900 cc. cristal

El envase Pet de 900 cc, debido a sus características se adapta a un modelo de inventarios (Q, R) puesto que tiene las siguientes cualidades:

- Hay la posibilidad de acarrear inventario de periodo a periodo.
- Hay la posibilidad de tener órdenes pendientes.
- Es posible suponer tiempos de entrega fijos
- Los datos de demanda son estocásticos, siguen una distribución normal (Anexo 9).
- Existe un costo fijo relacionado a la realización de un pedido de reabastecimiento.

A continuación se muestra en la tabla los datos de relevancia del modelo obtenido y los resultados ampliamente explicados se encuentran en el Anexo 9.

Modelo (Q, R) para el Envase PET 900 cc Cristal		
Tamaño de pedido	396399	unidades
Nivel de Reorden	1259936	unidades
Inventario de Seguridad	281919	unidades

Tabla 17. Modelo Q,R Envase Pet 900 cc. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.5 Preforma pet 56 gr. cristal

La preforma pet de 56 gr. cristal ha incrementado su demanda en los últimos tiempos y es por esta razón que se usaron para el estudio solo aquellos datos que reflejan el comportamiento actual. Dado que los datos útiles son pocos se decidió usar un modelo EOQ que servirá como una base para el manejo de inventarios. A continuación se muestran las variables usadas para el modelo y los resultados.

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
λ	1413322	u/mes
h	0,00163752	\$/mes

Tabla 18. Variables del Modelo EOQ Preforma Pet 56 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

Modelo EOQ para la Preforma Pet 56 gr. Cristal		
Cantidad óptima de pedido	116924	Unidades
Tiempo de reabastecimiento	2.5	días

Tabla 19. Modelo EOQ Preforma Pet 56 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.6 Envase pet 1 lt. cristal

Este producto, al igual que la mayoría de los explicados anteriormente, posee las mismas características que lo hacen adaptable al modelo de inventarios (Q, R) debido a que se cumplen las siguientes condiciones:

- Hay la posibilidad de acarrear inventario de periodo a periodo.
- Hay la posibilidad de tener órdenes pendientes.
- Es posible suponer tiempos de entrega fijos
- Los datos de demanda son estocásticos, siguen una distribución normal (Anexo 10).
- Existe un costo fijo relacionado a la realización de un pedido de reabastecimiento.

Como se explicó anteriormente, el modelo (Q, R) será realizado para el nivel de servicio tipo 2, en donde la tasa de cumplimiento establecida es del 92%. La siguiente tabla muestra la información resultante y la información completa se encuentra en el Anexo 10.

Modelo (Q, R) para el Envase Pet 1 lt. Cristal		
Tamaño de pedido	235686	unidades
Nivel de Reorden	846805	unidades
Inventario de Seguridad	132089	unidades

Tabla 20. Modelo Q,R Envase Pet 1 lt. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

4.2.2.7 Preforma pet 47 gr. cristal

Para este tipo de producto se decidió aplicar de igual manera el modelo (Q, R) ya que también presenta las siguientes características:

- Hay la posibilidad de acarrear inventario de periodo a periodo.

- Hay la posibilidad de tener órdenes pendientes.
- Es posible suponer tiempos de entrega fijos
- Los datos de demanda son estocásticos, siguen una distribución normal (Anexo 11).
- Existe un costo fijo relacionado a la realización de un pedido de reabastecimiento.

Los resultados del modelo (Q,R) para el nivel de servicio tipo 2 se presentan en la siguiente tabla y en el Anexo 11.

Modelo (Q, R) para la Preforma Pet 47 gr. Cristal		
Tamaño de pedido	157275	unidades
Nivel de Reorden	369234	unidades
Inventario de Seguridad	80976	unidades

Tabla 21. Modelo Q,R Preforma Pet 47 gr. Cristal
Realizado por: Alexandra Toscano

Finalmente, todos los productos de interés para este estudio pudieron adaptarse a un modelo de inventario específico. En su mayoría el modelo utilizado fue el modelo (Q, R) debido a las características de los productos en general. Es decir, todos los productos pueden tener inventario de periodos anteriores, lo que pasa casi todo el tiempo. Los clientes pueden esperar por sus órdenes debido a los contratos con la empresa y la exclusividad de muchos de sus productos, los clientes tienen cierta flexibilidad para esperar el cumplimiento de sus órdenes. Los tiempos de entrega fijos se puede realizar debido nuevamente a los contratos que se llevan con los clientes grandes y la disponibilidad de inventario que existe dentro de las bodegas. Como se pudo ver en la sección 3.4, la demanda de los diferentes productos es aleatoria y se comprobó la normalidad de datos para la ejecución de los modelos para cada caso. Y

por último, como se estimó en la sección 4.2.1 existe un costo fijo relacionado al pedido de reabastecimiento. Para los casos donde no se disponía de datos suficientes, la aplicación del modelo EOQ permite tener información inicial sobre el manejo de inventarios y que puede ser mejorado conforme exista más demanda.

4.3 Propuesta de rediseño de las bodegas

En esta sección se realizan una serie de propuestas de mejora enfocadas hacia la parte estructural de las bodegas de producto terminado. Inicialmente, se busca optimizar el manejo del espacio disponible mediante modelos, que adicionalmente, se adapten a los requerimientos futuros de almacenamiento como se obtuvo de los datos de los pronósticos. Debido a que las bodegas ya se encuentran construidas es preciso establecer las dimensiones de las áreas de almacenamiento designadas para cada producto.

4.3.1 Planificación del espacio de almacenamiento

Para planificar el espacio requerido, se debe determinar el sistema de almacenamiento que se va a llevar dentro de las bodegas. Existen dos sistemas principales de almacenamiento: el almacenamiento fijo o en lugares asignados y el almacenamiento aleatorio o en lugares cambiantes (Tompkins, White, Bozer , & Tanchoco , Planeación de Instalaciones , 2009) . Actualmente, las bodegas tienen un almacenamiento fijo y lo más recomendable al momento es mantener dicha política en la nueva propuesta.

4.3.1.1 Determinación de espacio de productos en las bodegas

Debido a la gran cantidad de productos que tiene la empresa, el espacio debe ser asignado de tal manera que los productos de mayor rotación y mayor volumen tengan un espacio adecuado que evite tener que almacenar excedentes en otros lugares. En la bodega es necesario que aquellos productos que son altamente demandados se encuentren más cercanos a los puertos de embarque y desembarque a fin de minimizar los tiempos de recolección y esfuerzo por parte de los operarios. Para ello se realiza una clasificación de los productos mediante el criterio ABC. El mismo que fue parcialmente desarrollado en la sección 3.3 y se muestra en el Anexo 2.

Existen 3 bodegas de producto terminado y una de ellas está específicamente designada para las preformas. Por lo tanto, para la bodega de preformas se hace una clasificación ABC independiente, mientras que para las otras bodegas se hace una clasificación por familia de productos. A continuación, se muestra una tabla que resume la clasificación de las familias de productos que permitirá adecuar el espacio con respecto a este criterio.

Familia	Porcentaje	Clasificación
Envases PEAD	41,52	A
Envases PET	38,42	A
Productos Complementarios PEAD	9,57	B
Productos Complementarios PEBD	3,75	B
Envases PC	3,26	C
Envases PP	2,59	C
Envases PVC	0,88	C
Bandeja de Batería	0,01	C
Total	100	

Tabla 22. Categorización ABC por Familias de Productos
Realizado por: Alexandra Toscano

Esta clasificación sirve para las bodegas 1 y 3, de 1296 m² y 2178 m² respectivamente. Para el caso de la bodega 1, los productos dispuestos en la sección

A se determinó que ocuparían un área de 648 m², que representan el 50%. La sección B tendría el 30% del área total que son 388.8 m². La sección C, finalmente, tendría el 20% restante que son 259.2 m². La bodega 3, dispone de un espacio más y se asignaron las secciones de la siguiente manera. La sección A tendría un 40% que representa el 871.2 m², mientras que la sección B tendría un 25% del espacio que es 544.5 m², y por último, la sección C tendría el espacio restante de 762.3 m². En el Anexo 12 se muestran las disposiciones de las bodegas que se proponen.

El criterio de clasificación ABC, se lo realizó en base a los datos de costos ya que existe una relación directamente proporcional entre estos y la cantidad de producto y el espacio requerido. La misma clasificación fue aplicada para la bodega de preformas; sin embargo, se usaron los datos de frecuencia de ventas durante los tres últimos años. El uso de la frecuencia de ventas para este último caso es posible utilizar debido a que para estos productos el tamaño de la carga unitaria es igual. Es decir que, independientemente del tamaño de cada preforma, estos productos son guardados en un solo tamaño de caja que se lleva a la bodega. Puesto que la cantidad de preformas es amplia, en el Anexo 13 se presenta la clasificación de la mismas y la nueva disposición de la bodega 2 (1296 m²), mientras que en la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos.

Clasificación	Porcentaje	No. Productos
A	15,87	10
B	26,98	17
C	57,14	36
Total		63

Tabla 23. Categorización ABC a Bodega de Preformas
Realizado por: Alexandra Toscano

Para la bodega 2 se asignó el 60% del espacio que son 777.6 m² para la sección A, 25% para la sección B que representan 324 m² y para la sección C el 15% restante que son 194.4 m². Los resultados obtenidos de esta clasificación permitirán asignar los productos de mayor interés para a la empresa más cerca a los puertos de embarque y desembarque con el fin de minimizar los tiempos de recolección.

5 CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al finalizar con el trabajo anteriormente expuesto se pudieron obtener varias conclusiones:

Objetivos	Conclusiones
<p>Analizar el manejo actual de los productos dentro de las bodegas de la empresa.</p>	<p>La empresa maneja un sistema de empuje de demanda que ha sido llevado de forma incorrecta ya que dentro de sus instalaciones de almacenamiento hay una gran cantidad de productos cuya estancia es prolongada, hasta el punto de llegar a mantener objetos de ocho años de inventario. La ventaja de este tipo de industria es que los productos no son perecibles; sin embargo, se pueden volver obsoletos o no ser atractivos para los clientes. En general, el inventario que se almacena de cada producto es excesivo y esto se refleja en altos costos por el manejo de las bodegas, el mismo que llega a la suma de \$ 10454.83. Estos costos elevados en su mayoría se deben a los empleados que trabajan en las instalaciones. Este rubro representa el 70% de los gastos por manejo de bodega.</p>

Determinar los productos de mayor interés de la empresa para generar una política de inventarios específica y adecuada.	De los más de 200 productos que realiza la empresa, 13 de los mismos representan alrededor del 70% de las ventas, los mismos que son estudiados para generar mejoras en el servicio. La mayoría de estos productos son exclusivos de clientes estratégicos para la compañía con quienes se mantienen relaciones comerciales de varios años. Por lo que se tuvo información suficiente para conocer la demanda de cada uno de los productos a través de gráficas que permitan visualizar el comportamiento a lo largo de los años y generar pronósticos (ver la sección 3.3).
--	--

Determinar la disposición óptima de los productos basada en la política de inventarios propuesta. Al momento, la empresa no tiene un estudio previo para la asignación de lugares de almacenamiento de los productos y existe desorden dentro de la bodega. La clasificación ABC permitió ordenar los productos según el nivel de rotación y con este criterio asignar los espacios dentro de bodega. Mediante una nueva disposición de los productos la distancia a la puerta, a través del método de la distancia del taxista, se podría reducir en 40m. para el envase Pet 500 cc cristal, 20m. para la preforma Pet 90 gr. cristal, 10m. para el envase Pet 900 cc. cristal, 20m. para la preforma Pet 56 gr. cristal, 25m para el envase Pet 1 lt. cristal y un 35m para la preforma Pet 47 gr. cristal. Tan solo el envase Pead 20 lt. amarillo se mantiene en el mismo lugar de almacenamiento desde la puerta hacia atrás de la bodega.

<p>Estimar los beneficios económicos que la propuesta de implementación pueda llegar a tener para conocer la viabilidad del proyecto.</p>	<p>El manejo que tienen las bodegas hasta el momento representan un costo que no ha sido estimado. A través del presente trabajo se pudo obtener el valor de almacenar cada uno de los productos de interés y el ahorro que se puede alcanzar mediante la propuesta. Con la propuesta de mejoramiento se reducen los niveles de inventario y se tiene un ahorro de \$6274 para el envase Pead 20 litros amarillo rectangular, \$2307 para el envase Pet 500 cc cristal, \$4556 para la preforma Pet 90 gr. cristal, \$1562 para el envase Pet 900 cc. cristal, \$4854 para la preforma Pet 56 gr. cristal, \$1237 para el envase Pet 1 lt. cristal y un \$2439 para la preforma Pet 47 gr. cristal.</p>
	<p>A través de un análisis de valor presente se estimó en cifras actuales el gasto en el que se incurrió por mantener inventario durante el año anterior (2013). Así, el envase Pead 20 litros amarillo rectangular tiene un costo de \$ 326 529, el envase Pet 500 cc cristal \$ 133 076, la preforma Pet 90 gr. cristal \$ 25 811, el envase Pet 900 cc. cristal \$ 52 173, la</p>

preforma Pet 56 gr. cristal \$ 85 831, el envase Pet 1 lt. cristal \$ 61 927 y la preforma Pet 47 gr. cristal tiene un costo de \$ 34 858.

5.2 Recomendaciones

- Las áreas que se relacionan de una u otra forma con el área de almacenamiento no siempre cumplen con el orden de los procesos. La omisión de ciertas actividades provoca la pérdida de tiempo del personal en procesos innecesarios para encontrar la causa de los problemas, un producto, una orden de producción u otros. Se hace evidente que existe una falta de comunicación objetiva entre los diferentes departamentos para centralizar las metas individuales en un objetivo común para el mejoramiento de las actividades dentro de la empresa.
- Para resolver los problemas que suscitan entre áreas hay fomentar la comunicación entre las mismas. Se recomienda establecer claramente los procesos que pertenecen a cada persona y mostrar la importancia de seguir un orden a fin de mejorar el desempeño de todos los involucrados en estos departamentos.
- En la sección 3.4 se tuvo que omitir el análisis de seis productos debido a que la empresa se encuentra en un mercado altamente competitivo y los clientes han cambiado sus preferencias de proveedor. Es por ello que se recomienda iniciar un proyecto de retención y recuperación de clientes.
- Actualmente, la alta administración no conoce el costo de tener almacenados tantos productos y es por ello que no se ve un problema en tener grandes

cantidades dentro de las bodegas. Se recomienda estimar los costos de inventario de cada producto y mantener almacenadas solo las cantidades necesarias.

- El ahorro presentado en la sección de conclusiones no toma en cuenta el costo por la implementación, por lo que se recomienda estimar el valor económico de poner en acción la propuesta de mejora para tener una mejor estimación.
- A fin de proporcionar un mejor servicio a los clientes principales de la empresa, se aconseja tener aquellos productos de mayor rotación cerca a las puertas de embarque y desembarque y seguir un orden FIFO, es decir, los primeros productos que ingresan a la bodega deben ser los primeros que salgan hacia el cliente.
- La unidad de carga dentro de las bodegas es variable según los productos y es por ello que se recomienda estandarizar estas unidades. Este cambio puede mejorar problemas de orden y pérdida de productos.
- Se recomienda que los valores estimados del porcentaje de tiempo utilizados en actividades de planificación y logística de la sección 4.2.1.1 sean validados a través de la toma de tiempos.

Bibliografía

- Baeza , C. (Mayo-Agosto de 2009). Cadena de abastecimiento inteligente . INCAE Business Review, 1(9), 1-6.
- Blank , L., & Tarquin , A. (2006). Ingeniería Económica (6ta. Ed. ed.). México D.F., México : McGraw-Hill Interamericana .
- Cevallos, B. (02 de 12 de 2013). Bodegas de Empaqplast S.A. (A. Toscano, Entrevistador)
- Correa, A. A., Gómez, R. A., & Cano, J. A. (Octubre-Diciembre de 2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). Estudios Gerenciales , 26(117), 145-171.
- Ene, S., & Ozturk, N. (30 de Agosto de 2011). Storage location assignment and order picking optimization in the automotive industry. International Journal of Advanced manufacturing Technology(60), 787-797.
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2005). Introduction to Logistics Systems Planning and Control. England: Wiley.
- Gutiérrez, O. P. (2009). UN ENFOQUE MULTICRITERIUO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTION DE INVETARIOS. Cuadernos de Administracion, 22, 169 - 187.
- Hopp, W. (2008). Factory Physics. Nueva York: McGraw-Hill Ed. .
- Industria del plástico incrementa producción. (22 de Agosto de 2013). Economía.
- Manzini , R., Gamberi , M., Persona , A., & Regattieri, A. (2007). Design of a class based storage picker to product order picking system . International Journal of Advanced Manufacturing Technology , 32, 811-821.
- Nahmias , S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones . México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Nikaido, M., Kobayashi, T., Ito, T., Higashi, T., Tamura, H., & Ota, J. (2009). Conceptual warehouse design algorithm using a network flow model. Advanced Robotics , 23, 705-724.
- Oxford English Dictionari. (s.f.).
- Project Management Institute. (2008). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (Cuarta Edición ed.). Newtown Square , Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.

- Reif, R., Gunthner, W., Schwerdtfeger, B., & Klinker, G. (2010). Evaluation of an augmented reality supported picking system under practical conditions. *Computer Graphics Forum* , 29(1), 2-12.
- Rianthong, N., & Dumrongsiri, A. (May-Jun. de 2013). Time-partitioning heuristic algorithm for optimal production, inventory, and transportation planning with direct shipment. *Songklanakarin journal of Science and Technology*, 3(35), 369-377.
- Roodbergen, K., Sharp, G., & Vis, I. (2008). Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. *IIE Transactions*, 40, 1032-1045.
- Santamaría, P., & Alejandro, A. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. *Pensamiento & Gestión*.(9), 142 - 164.
- Sierra Guerrero, A. M. (2013). Pronostico de la demanda. Recuperado el 11 de Noviembre de 2013, de <http://pronosticos-de-la-demanda.wikispaces.com/file/view/pronosticodelademanda.pdf>
- Stevenson, W. (2011). *Operation Management*. McGraw . Hill Education.
- Tompkins, J., White, J., Bozer , Y., & Tanchoco , J. (2009). *Planeación de Instalaciones* . México: Cengage Learning Editores S.A.
- Universo. (25 de Agosto de 2011). Ecuador: sector industrial del plástico diversifica su producción para crecer. *América Económica*.
- Zapata, G. (2010). Propuesta de una política de inventarios para las materias primas y material de acondicionamiento de los productos principales de C.C. Laboratorios. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Industrial, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

6 ANEXOS

Anexo 1

Diagramas de Pareto año a año por ventas por cliente

Diagrama de Pareto año 2011

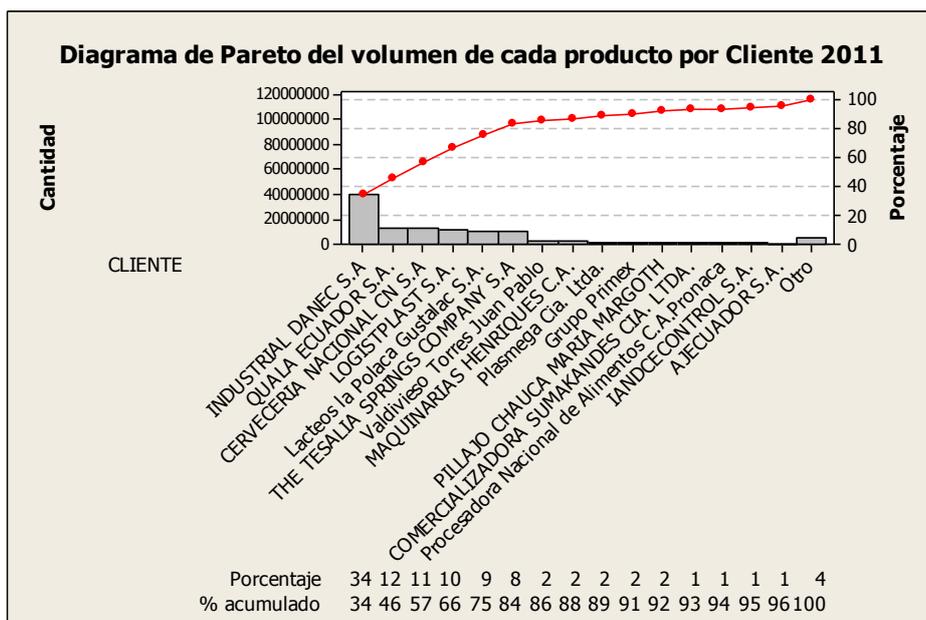


Diagrama de Pareto año 2012

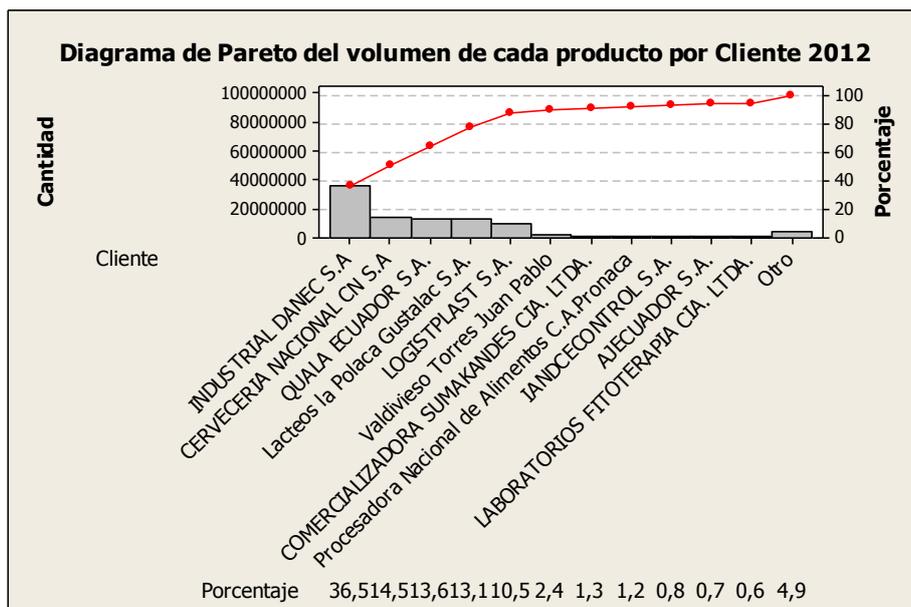
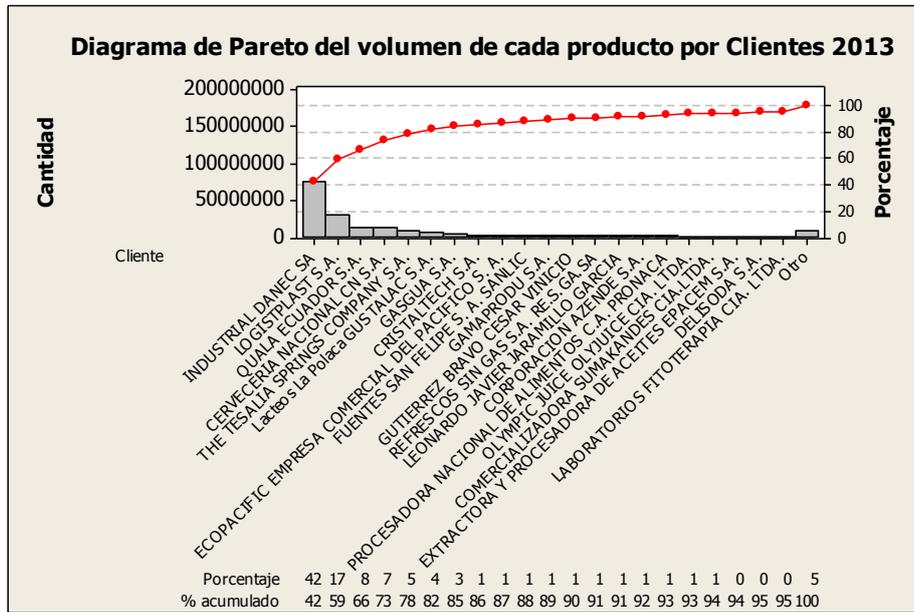


Diagrama de Pareto año 2013



Anexo 2

Familias de productos de las bodegas de Empaqplast S.A

No. Familia	Productos	No. Familia	Productos	No. Familia	Productos
1	Tapa PEAD P 28 Mm Azul	2	Tapa Botellón Pebd Verde	6	Envase Pet 1.5 litros Verde
	Tapa PEAD 48 Mm Celeste		Tapa PEBD negro		Envase Pet 1 Litro Cristal Cuadrado
	Tapa Pead Erwes Amarillo Superior		Tapa PEBD 28 Mm Roja		Envase PET 400 cc Negro
	Tapa Pead Erwes Amarillo Inferior		Dosificador PEBD Erwes Concho de Vino		Envase Pet 360 Cc Cristal
	Tapa Pead Erwes Verde Superior		Dosificador PEBD Erwes		Envase PET 500 cc Verde Petaloide
	Tapa PEAD Erwes Verde Inferior		Tapa Botellón Pebd Blanca		Envase Pet 490 Cc Cristal
	Tapa Pead 48 Mm Azul		Tapa Botellón Pebd Dorada		Envase PET 700 cc Blanco
	Tapa PEAD Bidón Negro		Tapa Pebd 38 Mm Blanca		Envase Pet Cristal Miel 450 Gr
	Tapa Pead 42 Mm Azul	Envase PEAD 20 Litros Amarillo Rectangular	Envase Pet 500 cc Azul Sport		
	Anillo PEAD Natural Seguro Tapa Bidón	Envase PEAD Cristal 3785 cc	Envase PET 2 litros Azul Petaloide		
	Manija PEAD Celeste 4 Litros	Balde PEAD blanco	Envase Pet 90 Gr. Uv Ego		
	Tapa Pead Erwes Celeste Superior	Tazón Pead 1000 Cm3 Blanco	Envase PET 1500 Toni		
	Tapa PEAD P 28 Mm Blanca	Envase PEAD Cristal 500 cc	Envase Pet 500 cc Diamante		
	Tapa Pead Erwes Blanco Superior	Balde PEAD rojo	Envase Pet 190 Gr. Uv Ego		
	Tapa PEAD 48 Mm Tomate	Balde PEAD tomate	Envase Pet 330 cc verde		
	Tapa Dosificador Pead 33 Mm Azul Flip Top	Envase Pead 4 Litros Amarillo	3 Pp Bandeja De Bateria Rt50 Negra		
	Manija Pead Celeste 6 Litros	Balde PEAD amarillo	4 Envase PC natural 20000		

Tapa Dosificador Pead 33 Mm Azul Skuisi	Envase Pead Cristal 1 Litro	Envase Pc Botellón Azul
Tapa Pead 42 Mm Roja	Envase Pead 4 Litros Cristal	Repostero Pp 1/4 Kg. Blanco
Dosificador PEAD Azul Skuisi	Envase PEAD 10 litros Amarillo Rectangular	Repostero Pp 1/2 Kg. Blanco
Tapa Pead 48 Mm Blanca	Envase Pead 3.785 Litros Cristal	Repostero Pp 1 Kg. Blanco
Manija PEAD Azul 4 litros	Envase PEAD 4 Litros Blanco Cuadrado	Envase PP 370 cm3 Perfect Squeeze
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Rojo Skuisi	Envase PEAD Canastilla	Envase Pp 400 Cc. Natural
Tapa Pead 48 Mm Roja	Envase PEAD Blanco 1000 cc	Envase Pp 330 Cc. Natural Skuissi
Manija Pead Azul 5 Litros	Envase Pead 2 Litros Cristal	Envase PVC Natural 90cc gel EGO
Tapa Pead 48 Mm Verde	Envase Pead 370 Cc. Squeeze	Envase PVC Cristal 2500 bombonera
Dosificador PEAD Verde Skuisi	Repostero PEAD blanco 1000	Envase PVC Cristal 120 cc
Tapa Pead 42 Mm Amarilla	Envase PEAD Blanco 200 cc	Envase PVC Cristal 1000 cc
Dosificador PEAD Rojo Skuisi	Envase PEAD Cristal 250 cc	Envase Pvc Bristol 350 cc
Tapa Pead Erwes Naranja Superior	Envase PEAD blanco 500 cc	Envase PVC Cristal 300 cc
Tapa Pead P28 Mm Tomate	Envase Pead 1 Litro Natural Cuadrado	Preforma PET 90 gr. Cristal
Tapa Pead P28 Mm Amarillo	Envase PEAD 150	Preforma Pet 56 gr. Cristal
Manija PEAD Blanca Balde	Balde PEAD verde	Preforma Pet 16.5 Gr Cristal
Tapa Pead Erwes Negro Superior	Envase PEAD Cristal 200 cc	Preforma Pet 47 gr. Cristal
Tapa Pead Erwes Negro Inferior	Envase PEAD 1250	Preforma Pet 17 gr. Cristal
Tapa PEAD Verde Capuchón	Envase PEAD 100cc	Preforma Pet 19 gr. Cristal
Tapa PEAD P 28 Mm Verde	Envase PEAD Cristal 150 cc	Preforma PET 28 gr. Aceite
Tapa Pead 42 Mm Blanca	Envase PEAD blanco 1250 cc	Preforma Pet 17 gr. UV
Manija Pead Amarilla 4 Litros	Repostero PEAD blanco 500	Preforma Pet 22 gr. Cristal

Tapa PEAD 33 Mm Azul	6	Envase PEAD 200	Preforma Pet 19,5 G Cristal
Manija Pead Verde 4 Litros		Balde PEAD azul	Preforma PET 56 Gr Blanco
Tapa Pead 42 Mm Tomate		Envase PEAD Cristal 330 cc	Preforma Pet 24 gr. Cristal
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Blanco Flip Top		Envase Pet 500 cc Cristal	Preforma Pet 47 gr. Blanca
Dosificador PEAD Amarillo Skuisi		Envase PET 900 cc Cristal	Preforma Pet 17.5 Gr Cristal
Manija PEAD Verde 5 litros		Envase Pet 1 Litro Cristal	Preforma PET 56 Gr Verde
Tapa Pead Bombonera Roja		Envase Pet 500 cc Sport	Preforma PET 21.5 gr. Cristal
Manija Pead Roja 5 Litros		Envase Pet 90 Cc. Azul Gel Ego	Preforma PET 19 gr. Verde
Dosificador PEAD Celeste Skuisi		Envase Pet Botellón Azul	Preforma PET 17 gr. Azul
Manija Pead Azul 4 Litros		Envase Pet 90 Gr. Negro Gel Ego	Preforma Pet 15.5 Gr Uv
Tapa PEAD 42 Mm lila		Envase Pet 5 Litros Cristal	Preforma Pet 15.5 Gr Cristal
Manija Pead Blanca 5 Litros		Envase Pet 250 Cc. Cristal Petaloide	Preforma PET 21.5 gr. UV
Dosificador PEAD Blanco skuisi		Envase Pet 500 cc Cristal Petaloide	Preforma Pet 24 Gr Verde
Tapa PEAD Azul Capuchón		Envase PET 4 litros cristal	Preforma Pet 47 gr. Verde
Tapa PEAD Bombonera Azul		Envase PET 2 Litros Cristal	Preforma Pet 16.5 Gr Verde
Dosificador PEAD morado Skuisi		Envase Pet 3 Litros Cristal Petaloide	Preforma PET 22 gr. Azul
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Negro Flip Top		Envase PET 355 cc Cristal	Preforma PET 56 gr. Azul
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Verde Flip Top		Envase PET 500 cc Azul	Preforma Pet 17 gr. Verde
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Amarillo Skuisi		Envase PET 300 cc Cristal skuisi	Preforma Pet 17.5 Gr Uv
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Celeste Skuisi		Envase Pet 4 Litros Cristal Petaloide	Preforma PET 19 gr. Azul
Tapa Dosificador Pead 33 Mm Lila Skuisi		Envase PET 2 Litros Cristal Petaloide	Preforma PET 17 gr. Azul EGO
Tapa Pead 28 Mm Natural		Envase Pet 5 Litros Amarillo	Preforma PET 28 gr. Aceite Amarillo
Tapa PEAD 42 Mm Blanco push pull		Envase Pet 190gr. Negro Gel Ego	Preforma PET 19 gr. Naranja

	Tapa Pead Erwes Azul Inferior		Envase PET 500 cc Azul Petaloide		Preforma PET 21.5 gr. Azul
	Tapa Pead Erwes Azul Superior		Envase Pet 900 Cc. Amarillo		Preforma Pet 17.5 Gr. Verde
	Tapa Pead Lila 42		Envase PET 1.5 litros Cristal		Preforma PET 47 gr. Azul
	Tapa Pp 55 Mm Negra Gel Ego		Envase Pet 6 Litros Cristal		Preforma Pet 19 gr. Blanca
	Tapa Repostero Pp 1/4 - 1/2 Kg. Natural		Envase Pet 200 Cc. Cristal		Preforma Pet 90gr. Azul
	Tapa Repostero Pp 1 Kg. Natural		Envase Pet 2.5 Litros Azul		Preforma Pet 16.5 Gr Azul Ego
	Tapa Dosificador Pp 38 Mm Rojo Flip Top		Envase PET 1.8 litros Cristal		Preforma PET 22 gr. UV
	Tapa Dosificador Pp 38 Mm Azul Flip Top		Envase Pet 1.5 Litros Azul		Preforma Pet 16.5 Gr Naranja
	Tapa Dosificador Pp 38 Mm Celeste Flip Top		Envase Pet 400 Cc. Cristal		Preforma PET 700 gr. Azul
	Tapa Dosificador Pp 38 Mm Negra Flip Top		Envase PET 350 cc Verde		Preforma PET 90 gr. Amarilla
	Tapa Dosificador Pp 38 Mm Amarillo Flip Top		Envase Pet 3 Litros Verde		Preforma PET 47 gr Verde
	Tapa PEAD P 28 Mm Natural		Envase Pet 2 Litros Azul		Preforma Pet 56 gr. UV
	Tapa Pead P28 Mm Rojo		Envase PET 500 cc Verde		Preforma PET 17 gr. Naranja
	Tapa Pead P28 Mm Verde		Envase Pet 500 Cc Azul		Preforma Pet 24 gr. Azul
2	Tapa Pead 38 Mm Azul		Envase Pet 3.120 Litros Cristal		Preforma PET 19 gr. UV
	Tapa PEBD 48 Mm Roja		Envase Pet 250 Cc. Verde Petaloide		Preforma Pet 20 gr. Cristal
	Tapa Pead 42 Mm Verde		Envase PET 300 cc Cristal		Preforma PET 17 gr. Ambar
	Tapa Pead 38 Mm Roja		Envase PET 350 cc Naranja		Preforma Pet 17.5 Gr.Naranja
	Tapa Botellón Pead Azul		Envase PET 250 cc Cristal		Preforma Pet 16.5 Gr. Uv
	Tapa Botellón Pead Amarilla		Envase PET Cristal " Miel Schullo "		Preforma PET 24 gr. Ambar
	Tapa PEBD 48 Mm Blanca		Envase Pet Cristal 1250 cc		Preforma PET 56 Gr Plata
	Dosificador PEBD Verde Flip Top		Envase PET 2 Litros Verde Petaloide		Preforma PET 22 gr. Ambar
	Tapa Dosificador Pead Verde Flip Top		Envase Pet 4 Litros Verde Petaloide		Preforma Pet 19 gr. Ambar
	Tapa Botellón Pead Roja		Envase Pet 3.120 Litros Verde		Preforma Pet 15.5 G Naranja

Tapa PEBD Blanca		Envase PET 3 Litros Azul	Preforma Pet 15.5 Gr. Verde
Tapa PEBD 38 Mm Violeta		Envase PET 250 cc Verde	Preforma Pet 16.5 Gr Negro Ego
Tapa PEBD colores calendario		Envase PET 500 cc Naranja	Preforma Pet 22 gr. Blanca
Tapa PEBD 38 Mm Verde		Envase Pet 4000 cc Verde	Preforma Pet 23 Gr. Cristal
Anillo PEBD Negro		Envase Pet 750cc Cristal	Preforma Pet 28 gr. Amarillo
		Envase Pet Cristal 500cc Trofeo	Preforma Pet 28 gr. Cristal

Anexo 3

Cálculos del Diagrama de Pareto de rentabilidad de los productos terminados de bodegas

No. Producto	Lista de Productos	Proporción	Proporción Acumulada	Porcentaje
35	Envase PEAD 20 Litros Amarillo Rectangular	0,245	0,245	24,55
100	Envase Pet 500 cc Cristal	0,074	0,320	31,98
201	Preforma PET 90 gr. Cristal	0,066	0,385	38,53
113	Envase PET 900 cc Cristal	0,053	0,438	43,80
197	Preforma Pet 56 gr. Cristal	0,053	0,490	49,05
56	Envase Pet 1 Litro Cristal	0,045	0,535	53,55
104	Envase Pet 500 cc Sport	0,033	0,568	56,80
147	Preforma Pet 16.5 Gr Cristal	0,025	0,593	59,35
191	Preforma Pet 47 gr. Cristal	0,024	0,617	61,73
155	Preforma Pet 17 gr. Cristal	0,020	0,637	63,73
28	Envase PC Cristal 20000	0,019	0,656	65,58
166	Preforma Pet 19 gr. Cristal	0,018	0,674	67,41
185	Preforma PET 28 gr. Aceite	0,015	0,689	68,91
268	Tapa PEAD P 28 Mm Azul	0,015	0,704	70,38
247	Tapa PEAD 48 Mm Celeste	0,013	0,717	71,72
290	Tapa Pp 55 Mm Negra Gel Ego	0,013	0,730	73,02
110	Envase Pet 90 Cc. Azul Gel Ego	0,013	0,743	74,27
52	Envase PEAD Cristal 3785 cc	0,010	0,752	75,24
5	Balde PEAD blanco	0,009	0,762	76,16
295	Tazon Pead 1000 Cm3 Blanco	0,009	0,771	77,07
54	Envase PEAD Cristal 500 cc	0,008	0,778	77,84
207	Repostero Pp 1/4 Kg. Blanco	0,008	0,786	78,60
6	Balde PEAD rojo	0,007	0,793	79,29
115	Envase Pet Botellon Azul	0,007	0,799	79,95
7	Balde PEAD tomate	0,007	0,806	80,61
128	Envase PVC Natural 90cc gel EGO	0,007	0,813	81,27
111	Envase Pet 90 Gr. Negro Gel Ego	0,006	0,819	81,90
206	Repostero Pp 1/2 Kg. Blanco	0,006	0,825	82,54
96	Envase Pet 5 Litros Cristal	0,006	0,832	83,17

39	Envase Pead 4 Litros Amarillo	0,006	0,838	83,79
27	Envase Pc Botellon Azul	0,006	0,844	84,40
3	Balde PEAD amarillo	0,006	0,850	85,00
157	Preforma Pet 17 gr. UV	0,006	0,856	85,59
256	Tapa Pead Erwes Amarillo Superior	0,006	0,861	86,14
255	Tapa Pead Erwes Amarillo Inferior	0,006	0,867	86,69
74	Envase Pet 250 Cc. Cristal Petaloides	0,005	0,872	87,20
178	Preforma Pet 22 gr. Cristal	0,005	0,877	87,68
101	Envase Pet 500 cc Cristal Petaloides	0,005	0,881	88,13
265	Tapa Pead Erwes Verde Superior	0,004	0,886	88,58
88	Envase PET 4 litros cristal	0,004	0,890	89,02
170	Preforma Pet 19,5 G Cristal	0,004	0,895	89,46
264	Tapa PEAD Erwes Verde Inferior	0,004	0,899	89,90
205	Repostero Pp 1 Kg. Blanco	0,004	0,903	90,31
278	Tapa Pebd 38 Mm Azul	0,004	0,907	90,68
47	Envase Pead Cristal 1 Litro	0,004	0,910	91,04
193	Preforma PET 56 Gr Blanco	0,004	0,914	91,40
67	Envase PET 2 Litros Cristal	0,004	0,917	91,75
184	Preforma Pet 24 gr. Cristal	0,004	0,921	92,10
285	Tapa PEBD 48 Mm Roja	0,003	0,924	92,42
77	Envase Pet 3 Litros Cristal Petaloides	0,003	0,927	92,74
86	Envase PET 355 cc Cristal	0,003	0,931	93,06
190	Preforma Pet 47 gr. Blanca	0,003	0,933	93,34
245	Tapa Pead 48 Mm Azul	0,003	0,936	93,61
159	Preforma Pet 17.5 Gr Cristal	0,003	0,939	93,88
97	Envase PET 500 cc Azul	0,003	0,941	94,15
82	Envase PET 300 cc Cristal skuisi	0,002	0,944	94,39
89	Envase Pet 4 Litros Cristal Petaloides	0,002	0,946	94,64
292	Tapa Repostero Pp 1/4 - 1/2 Kg. Natural	0,002	0,949	94,87
294	Tapa Tazon Mix Verde	0,002	0,951	95,10
68	Envase PET 2 Litros Cristal Petaloides	0,002	0,953	95,33
95	Envase Pet 5 Litros Amarillo	0,002	0,956	95,55
252	Tapa PEAD Bidón Negro	0,002	0,958	95,77
195	Preforma PET 56 Gr Verde	0,002	0,960	95,97

173	Preforma PET 21.5 gr. Cristal	0,002	0,962	96,17
169	Preforma PET 19 gr. Verde	0,002	0,964	96,36
64	Envase Pet 190gr. Negro Gel Ego	0,002	0,966	96,55
208	Tapa Balde Mix Blanca	0,002	0,967	96,74
53	Envase PEAD Cristal 4000 cc	0,002	0,969	96,92
153	Preforma PET 17 gr. Azul	0,002	0,971	97,09
239	Tapa Pead 42 Mm Azul	0,002	0,973	97,26
98	Envase PET 500 cc Azul Petaloides	0,002	0,974	97,42
144	Preforma Pet 15.5 Gr Uv	0,001	0,976	97,57
114	Envase Pet 900 Cc. Amarillo	0,001	0,977	97,72
143	Preforma Pet 15.5 Gr Cristal	0,001	0,979	97,86
174	Preforma PET 21.5 gr. UV	0,001	0,980	98,00
209	Tapa Bidon Mix Negra	0,001	0,981	98,14
60	Envase PET 1.5 litros Cristal	0,001	0,983	98,27
107	Envase Pet 6 Litros Cristal	0,001	0,984	98,40
181	Preforma Pet 24 Gr Verde	0,001	0,985	98,54
283	Tapa Pebd 42 Mm Verde	0,001	0,987	98,66
192	Preforma Pet 47 gr. Verde	0,001	0,988	98,78
150	Preforma Pet 16.5 Gr Verde	0,001	0,989	98,89
30	Envase PEAD 10 litros Amarillo Rectangular	0,001	0,990	99,01
71	Envase Pet 200 Cc. Cristal	0,001	0,991	99,12
37	Envase Pead 3.785 Litros Cristal	0,001	0,992	99,23
176	Preforma PET 22 gr. Azul	0,001	0,993	99,33
280	Tapa Pebd 38 Mm Roja	0,001	0,994	99,43
196	Preforma PET 56 gr. Azul	0,001	0,995	99,53
211	Tapa Botellon Pebd Azul	0,001	0,996	99,63
1	Anillo PEAD Natural Seguro Tapa Bidón	0,001	0,997	99,73
158	Preforma Pet 17 gr. Verde	0,001	0,998	99,82
121	Envase PP 370 cm3 Perfect Squeeze	0,001	0,999	99,91
	OTROS	0,030	1,000	100,00

Anexo 4

Diagramas de dispersión de la demanda de los productos de interés de Empaqplast S.A

Diagrama de dispersión del envase Pead 20 Lt. amarillo

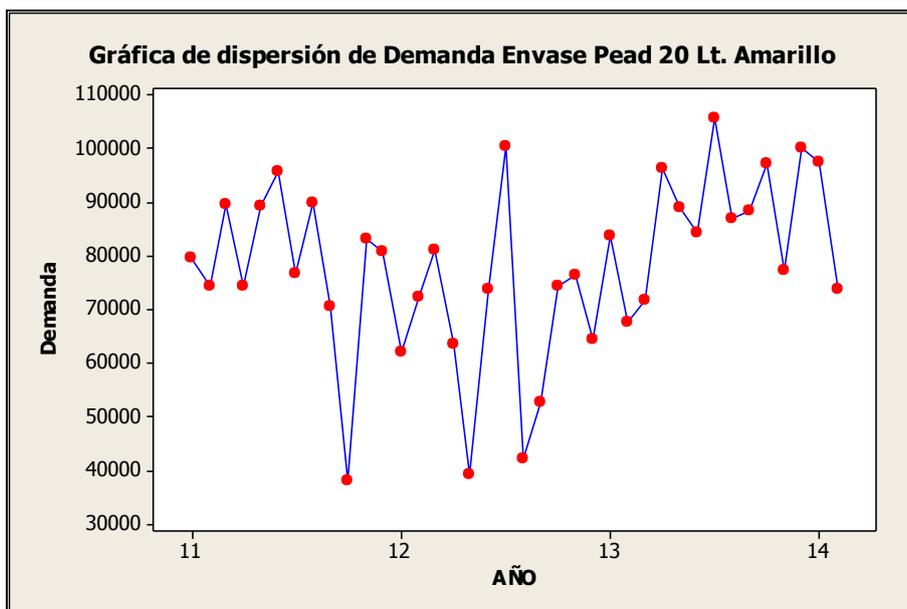


Diagrama de dispersión del envase Pet 500 cc. cristal

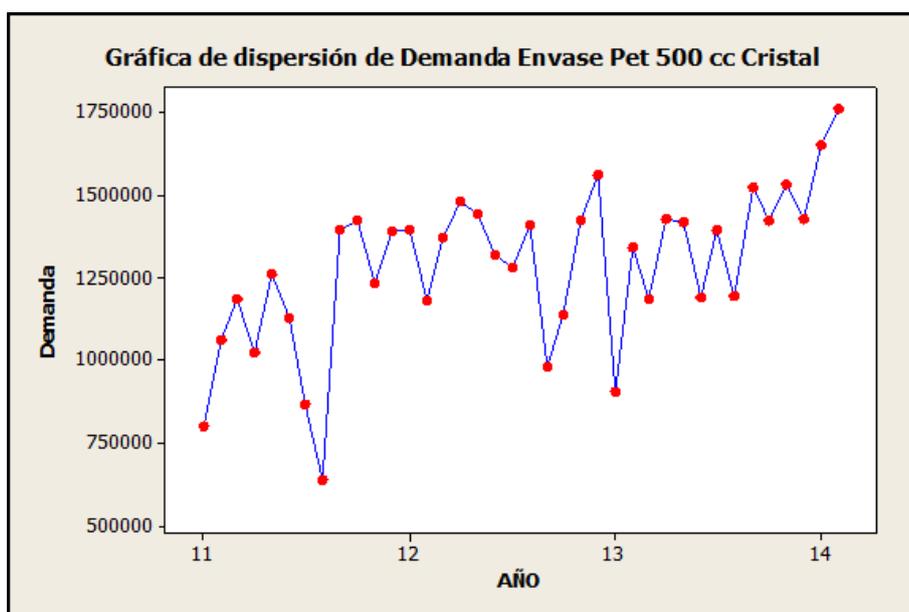


Diagrama de dispersión de la preforma Pet 90 gr. cristal

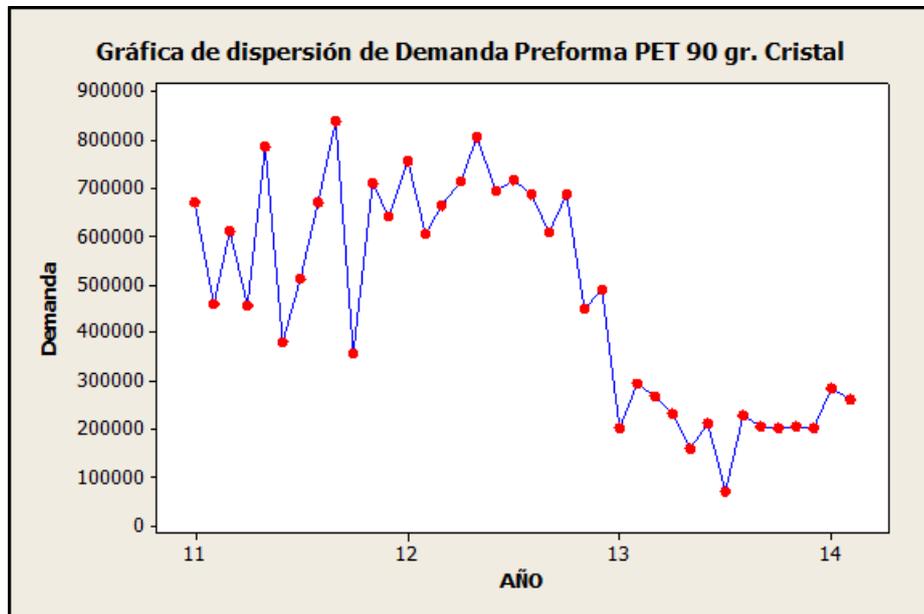


Diagrama de dispersión del envase Pet 900 cc. cristal

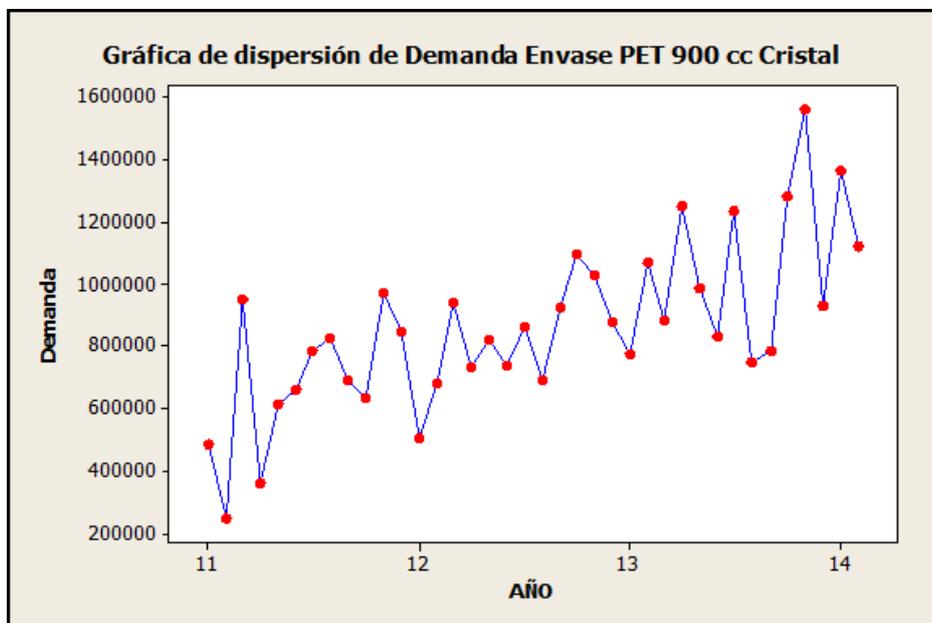


Diagrama de dispersión de la preforma Pet 56 gr. cristal

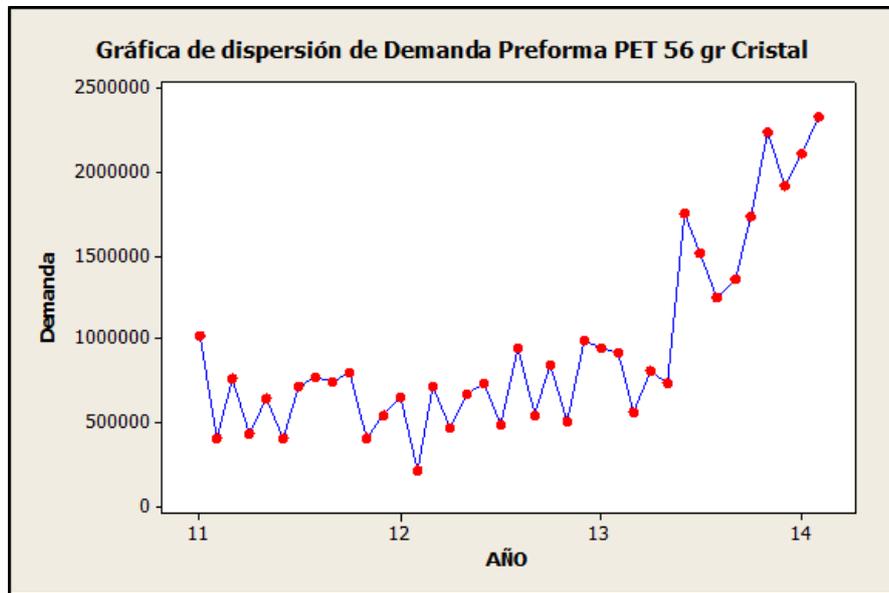


Diagrama de dispersión del envase Pet 1 lt. cristal

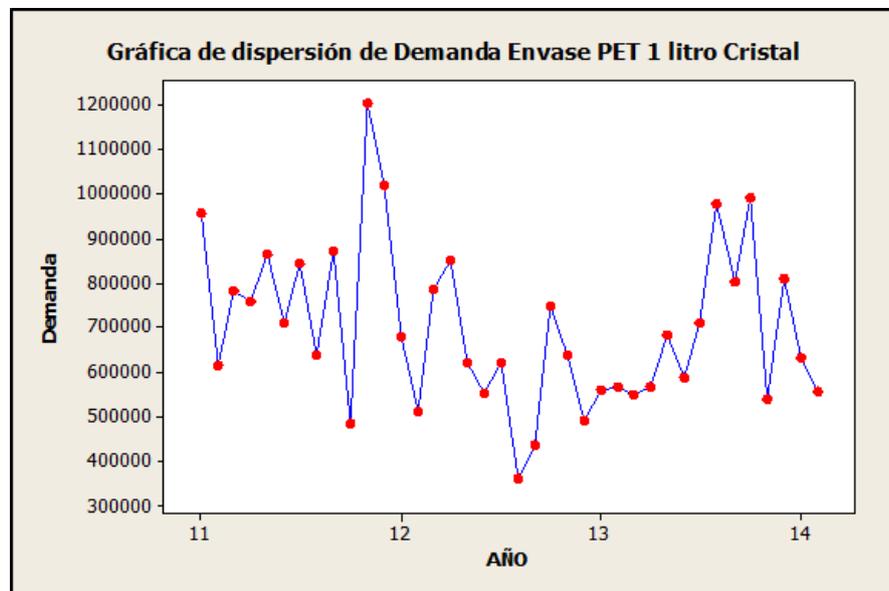


Diagrama de dispersión del envase Pet 500 cc. sport

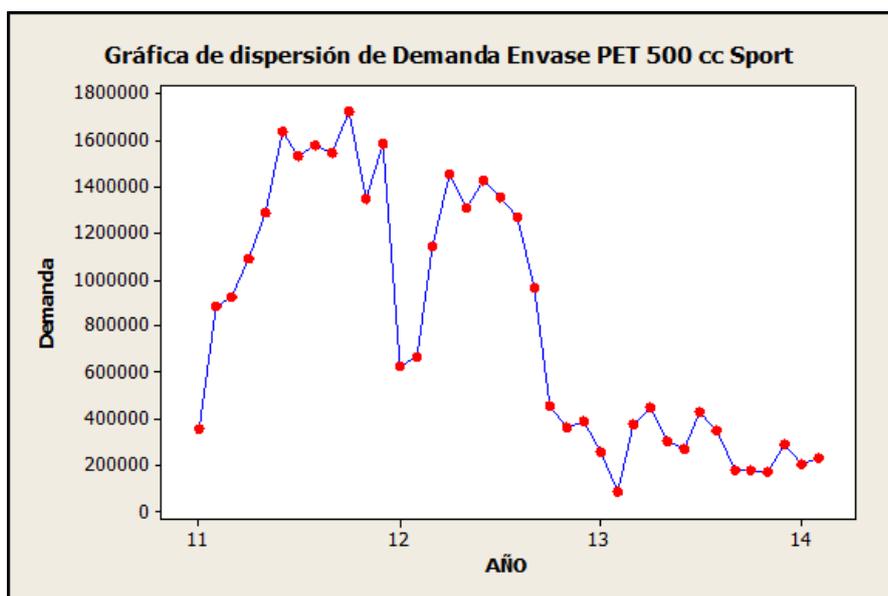
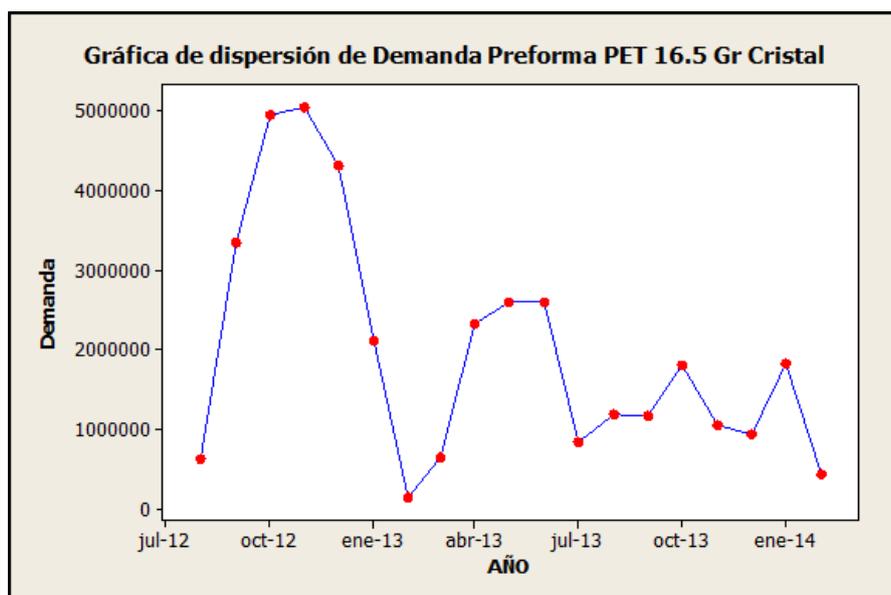


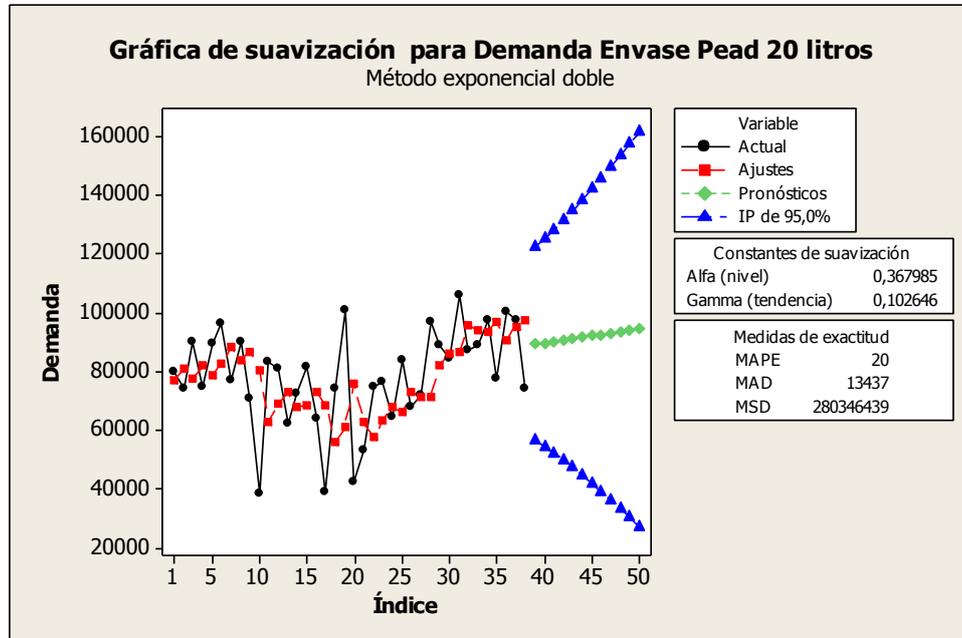
Diagrama de dispersión de la preforma Pet 16.5 gr. cristal



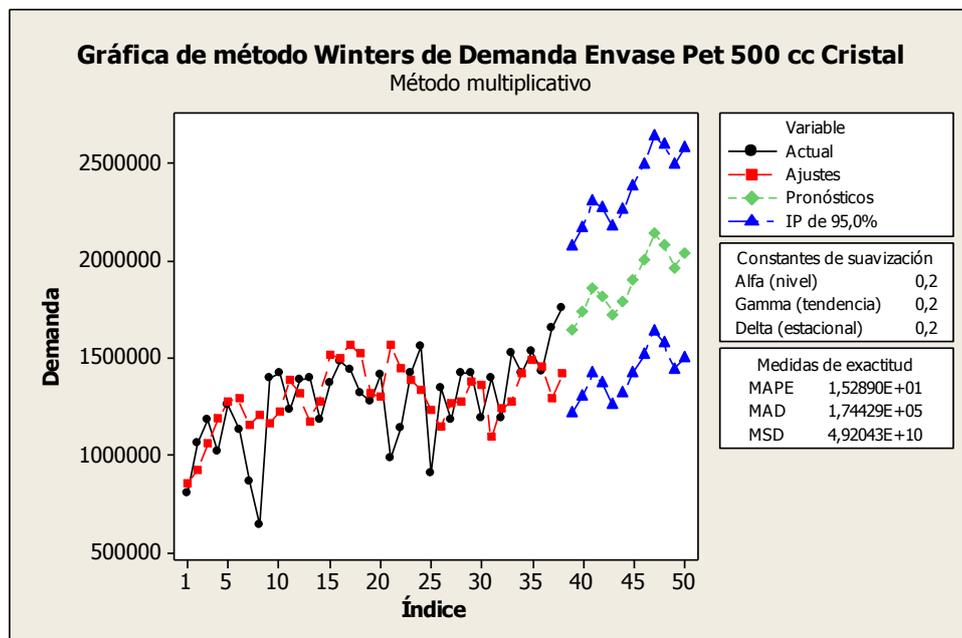
Anexo 5

Pronósticos de la demanda de los productos seleccionados

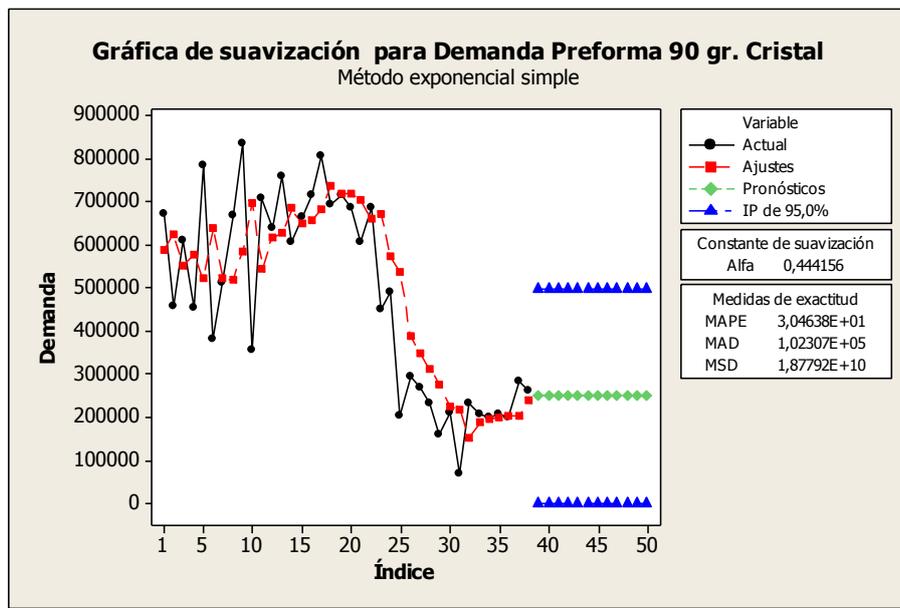
Pronósticos del envase Pead 20 lt. amarillo: doble suavizamiento exponencial



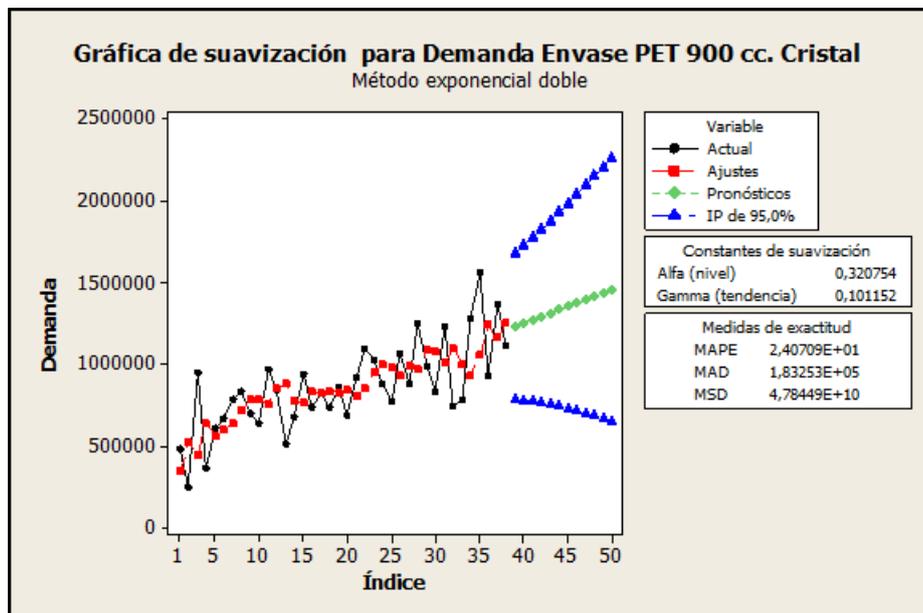
Pronósticos del envase Pet 500 cc. cristal: Método Winters



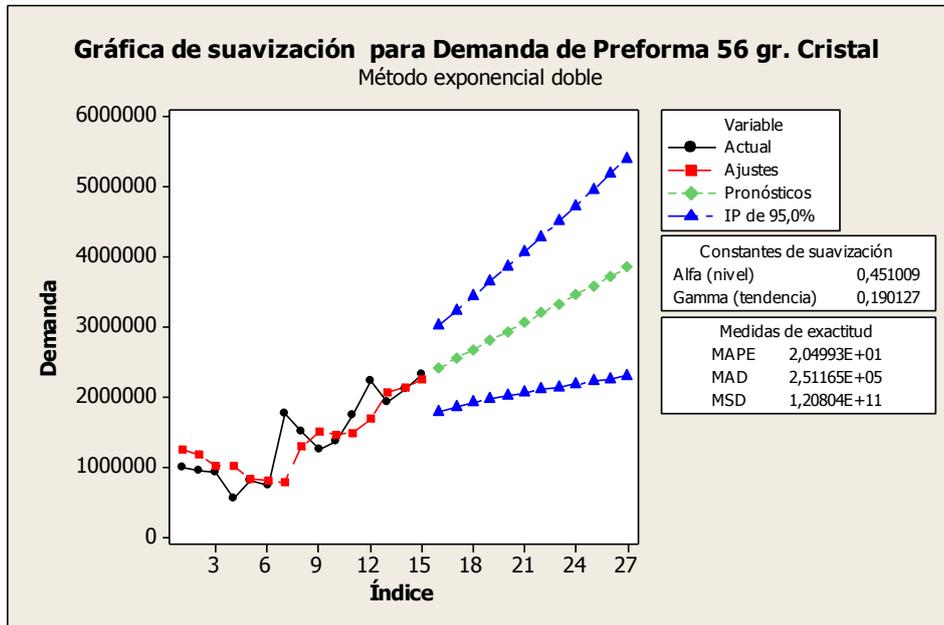
Pronósticos de la preforma 90 gr. cristal: promedio móvil



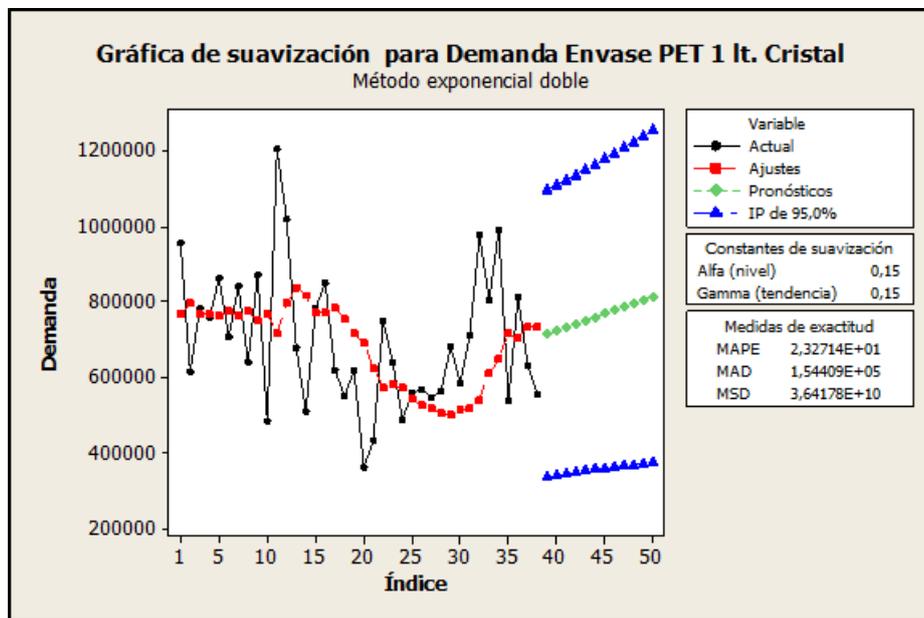
Pronósticos del envase Pet 900 cc. cristal: doble suavizamiento exponencial



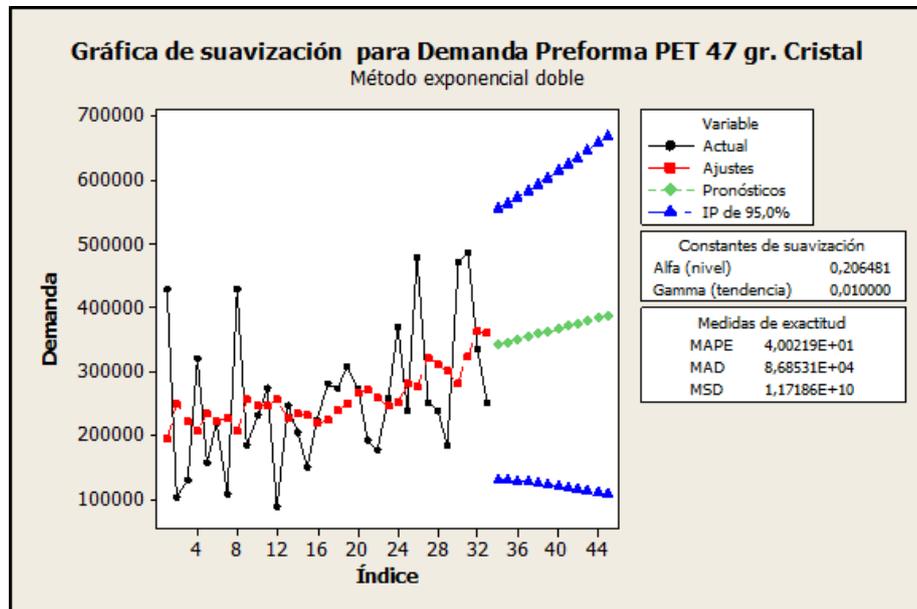
Pronósticos de la preforma Pet 56 gr. cristal: doble suavizamiento exponencial



Pronósticos del envase Pet 1 lt. cristal: doble suavizamiento exponencial



Pronósticos de la preforma 47 gr. cristal: doble suavizamiento exponencial



Anexo 6

Detalle de cálculos realizados para la estimación de los costos de bodega.

Estimación de gastos incurridos por salarios a personal de bodegas.

Costos de Salarios								
Cargo	Salario Percibido	Fondos de Reserva	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Vacaciones	Desahucio	IESS	Costo Total
Jefe de Planificación y Logística	980	81,634	81,6666667	28,3333333	40,8333333	20,4166667	122,647	1355,53
Personal de ventas	750	62,475	62,5	28,3333333	31,25	15,625	93,8625	1044,05
Jefe de Bodegas	350	29,155	29,1666667	28,3333333	14,5833333	7,29166667	43,8025	502,33
Personal de Bodegas	600	49,98	50	28,3333333	25	12,5	75,09	840,90

Estimación del costo por espacio ocupado por unidad de producto:

Costo por espacio de cada producto				
Productos	% espacio utilizado	Costo correspondiente	Cantidad de producto en inventario	Costo por unidad de Producto
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular		724,7097	26460	0,02738888
Envase Pet 500 cc. Cristal		439,218	445806	0,00098522
Preforma Pet 90 gr. Cristal		285,4917	584240	0,00048865
Envase Pet 900 cc. Cristal		175,6872	355950	0,00049357
Preforma Pet 56 gr. Cristal		147,13803	285600	0,00051519
Envase Pet 1 lt. Cristal		182,27547	213962	0,00085191
Preforma Pet 47 gr. Cristal		219,609	492336	0,00044606

Estimación del costo de oportunidad por unidad de producto:

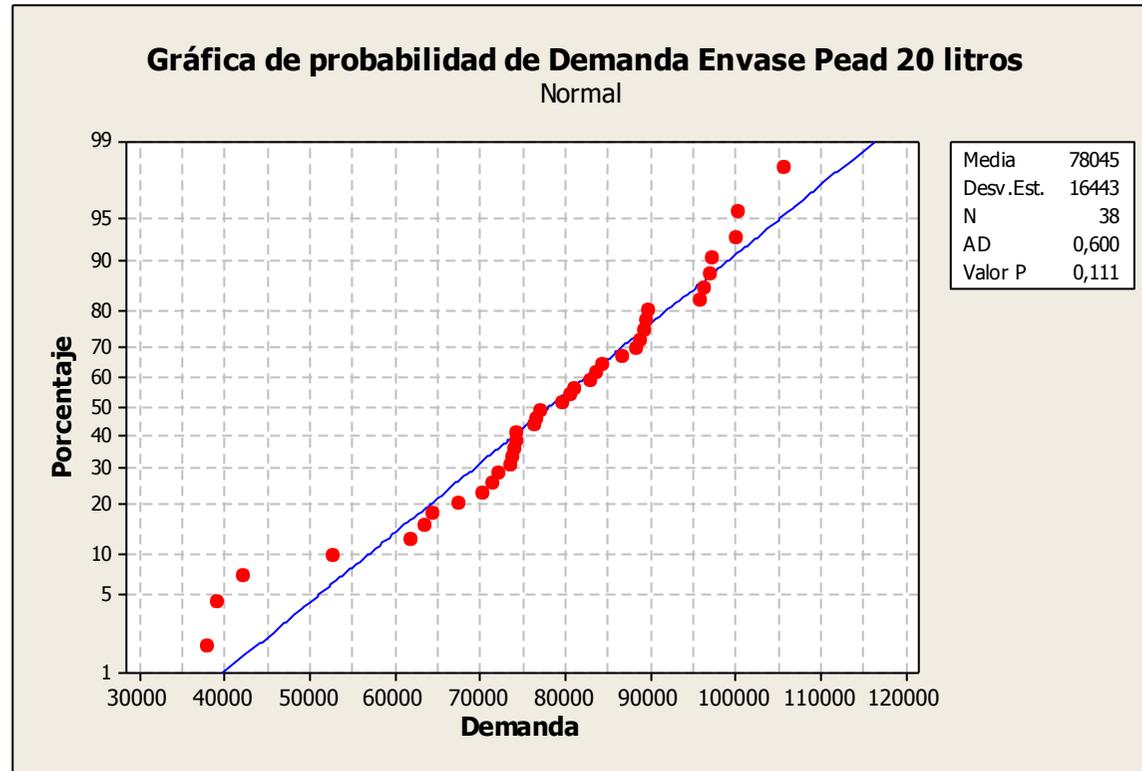
Costo de oportunidad						
Productos	Cantidad de producto	Precio por producto	Total	Tasa de interés	Ganancia	Costo de oportunidad x producto
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular	85668	5,46	467747,28	0,00833333	3897,894	0,0455
Envase Pet 500 cc. Cristal	2284668	0,081	185058,108	0,00833333	1542,1509	0,000675
Preforma Pet 90 gr. Cristal	611040	0,24	146649,6	0,00833333	1222,08	0,002
Envase Pet 900 cc. Cristal	1529325	0,11641	178028,723	0,00833333	1483,57269	0,00097008
Preforma Pet 56 gr. Cristal	1377600	0,13468	185535,168	0,00833333	1546,1264	0,00112233
Envase Pet 1 lt. Cristal	607569	0,11641	70727,1073	0,00833333	589,392561	0,00097008
Preforma Pet 47 gr. Cristal	1976182	0,12012	237378,982	0,00833333	1978,15818	0,001001

Costo total de mantener inventario por unidad de producto:

Productos	Total
Envase Pead 20 lt. Amarillo Rectangular	0,0728889
Envase Pet 500 cc. Cristal	0,0016602
Preforma Pet 90 gr. Cristal	0,0024887
Envase Pet 900 cc. Cristal	0,0014637
Preforma Pet 56 gr. Cristal	0,0016375
Envase Pet 1 lt. Cristal	0,0018220
Preforma Pet 47 gr. Cristal	0,0014471

Anexo 7**Modelo (Q, R) para el envase Pead 20 lt. amarillo rectangular**

Prueba de normalidad aplicada a los datos de demanda:



Proceso iterativo del modelo (Q, R)

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
μ	81312	u/mes
h	0,0728889	\$/mes
β	0,92	
Lead time	0,5	meses
σ	15468	

Iteración	0
Qo	5944
n(Ro)	475,52
L(z)	0,03074218
z	1,48
Ro	104204
1-F(Ro)	0,0694

	1
Q1	15922
n(R1)	1273,76
L(z)	0,08234807
z	1,01
R1	96934
1-F(R1)	0,1539

	2
Q2	18466
n(R2)	1477,28
L(z)	0,09550556
z	0,93
R2	95697
1-F(R2)	0,1762

	3
Q3	18661
n(R3)	1492,88
L(z)	0,096514094
z	0,92
R3	95542
1-F(R3)	0,1788

	4
Q4	18598
n(R4)	1487,84
L(z)	0,09618826
z	0,92
R4	95542
1-F(R4)	0,1788

	5
Q5	18547
n(R5)	1483,76
L(z)	0,09592449
z	0,93
R5	95697
1-F(R5)	0,1762

	6
Q6	18728
n(R6)	1498,24
L(z)	0,09686062
z	0,92
R6	95542
1-F(R6)	0,1788

	7
Q7	18652
n(R7)	1492,16
L(z)	0,096467546
z	0,92
R7	95542
1-F(R7)	0,1788

8	
Q8	18591
n(R8)	1487,28
L(z)	0,09615206
z	0,92
R8	95542
1-F(R8)	0,1788

9	
Q9	18541
n(R9)	1483,28
L(z)	0,09589346
z	0,93
R9	95697
1-F(R9)	0,1762

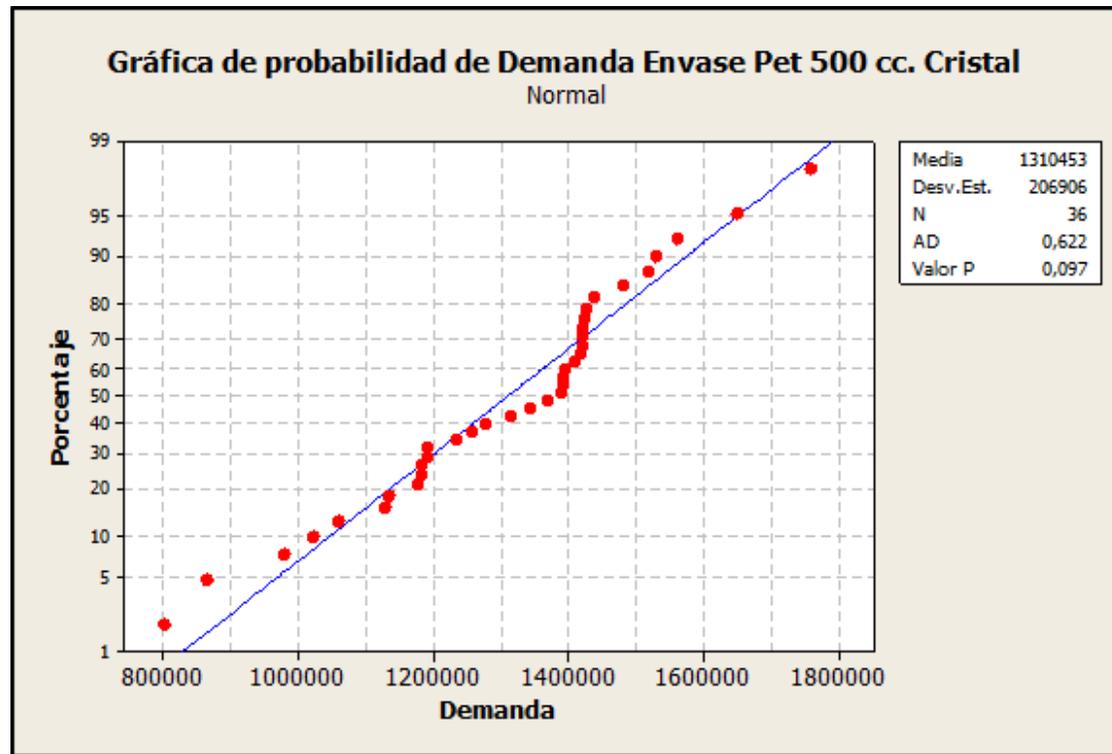
10	
Q10	18723
n(R10)	1497,84
L(z)	0,09683476
z	0,92
R10	95542
1-F(R10)	0,1788

11	
Q11	18648
n(R11)	1491,84
L(z)	0,096446858
z	0,92
R11	95542
1-F(R11)	0,1788

Iteraciones/Diferencia	R	Q
0 y 1	7270	9978
1 y 2	1237	2544
2 y 3	155	195
3 y 4	0	63
4 y 5	155	51
5 y 6	155	181
6 y 7	0	76
7 y 8	0	61
8 y 9	155	50
9 y 10	155	182
10 y 11	0	75

Anexo 8**Modelo (Q, R) para el envase Pet 500 cc. cristal**

Prueba de normalidad aplicada a los datos de demanda:



Proceso iterativo del modelo (Q, R)

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
μ	1425404	u/mes
h	0,00166022	\$/mes
β	0,92	
Lead time	0,5	meses
σ	337255	

Iteración	0
Qo	164921
n(Ro)	13193,68
L(z)	0,03912078
z	1,37
Ro	1887443
1-F(Ro)	0,0853

	1
Q1	380777
n(R1)	30462,16
L(z)	0,09032382
z	0,96
R1	1749168
1-F(R1)	0,1685

	2
Q2	425492
n(R2)	34039,36
L(z)	0,10093063
z	0,9
R2	1728933
1-F(R2)	0,1841

	3
Q3	432656
n(R3)	34612,48
L(z)	0,10263
z	0,89
R3	1725560
1-F(R3)	0,1867

	4
Q4	433521
n(R4)	34681,68
L(z)	0,10283518
z	0,89
R4	1725560
1-F(R4)	0,1867

	5
Q5	434169
n(R5)	34733,52
L(z)	0,1029889
z	0,89
R5	1725560
1-F(R5)	0,1867

	6
Q6	434654
n(R6)	34772,32
L(z)	0,10310394
z	0,89
R6	1725560
1-F(R6)	0,1867

	7
Q7	435017
n(R7)	34801,36
L(z)	0,10319005
z	0,89
R7	1725560
1-F(R7)	0,1867

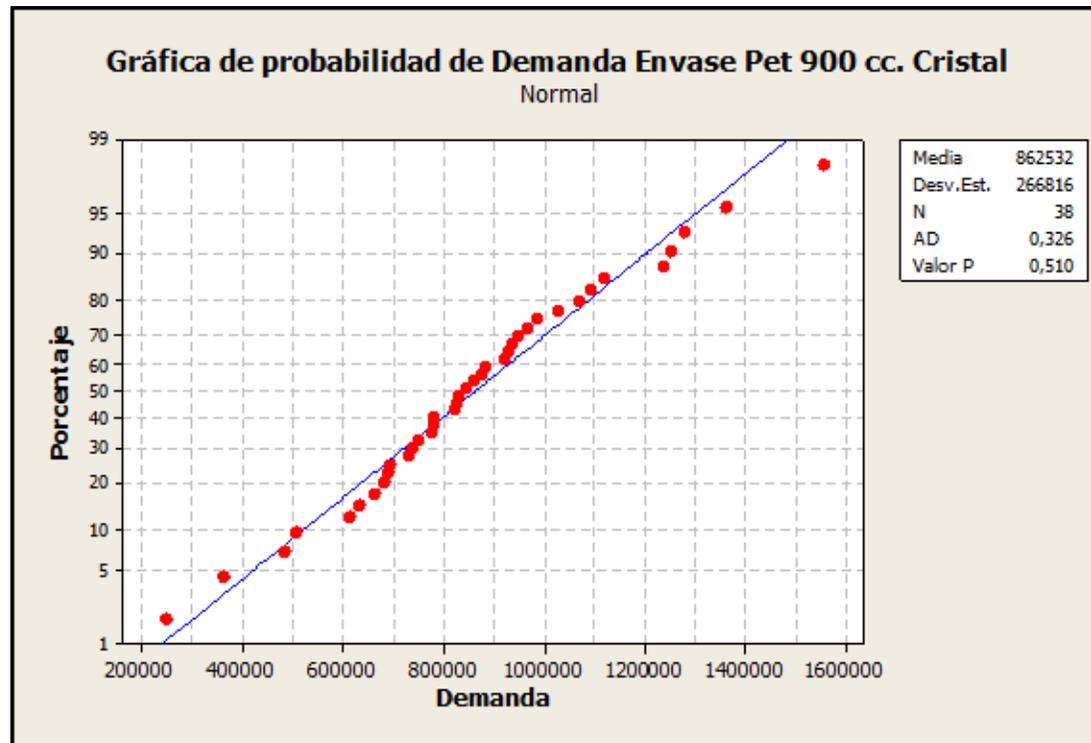
8	
Q8	435289
n(R8)	34823,12
L(z)	0,10325457
z	0,89
R8	1725560
1-F(R8)	0,1867

9	
Q9	435493
n(R9)	34839,44
L(z)	0,10330296
z	0,89
R9	1725560
1-F(R9)	0,1867

Iteraciones/Diferencia	R	Q
0 y 1	138275	215856
1 y 2	20235	44715
2 y 3	3373	7164
3 y 4	0	865
4 y 5	0	648
5 y 6	0	485
6 y 7	0	363
7 y 8	0	272
8 y 9	0	204

Anexo 9**Modelo (Q, R) para el envase Pet 900 cc. cristal**

Prueba de normalidad aplicada a los datos de demanda:



Proceso iterativo del modelo (Q, R)

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
μ	978017	u/mes
h	0,00146366	\$/mes
β	0,92	
Lead time	0,5	meses
σ	313244	

Iteración	0
Qo	145494
n(Ro)	11639,52
L(z)	0,037158
z	1,39
Ro	1413426
1-F(Ro)	0,0823

	1
Q1	344332
n(R1)	27546,56
L(z)	0,08793963
z	0,97
R1	1281863
1-F(R1)	0,166

	2
Q2	386636
n(R2)	30930,88
L(z)	0,09874373
z	0,91
R2	1263069
1-F(R2)	0,1814

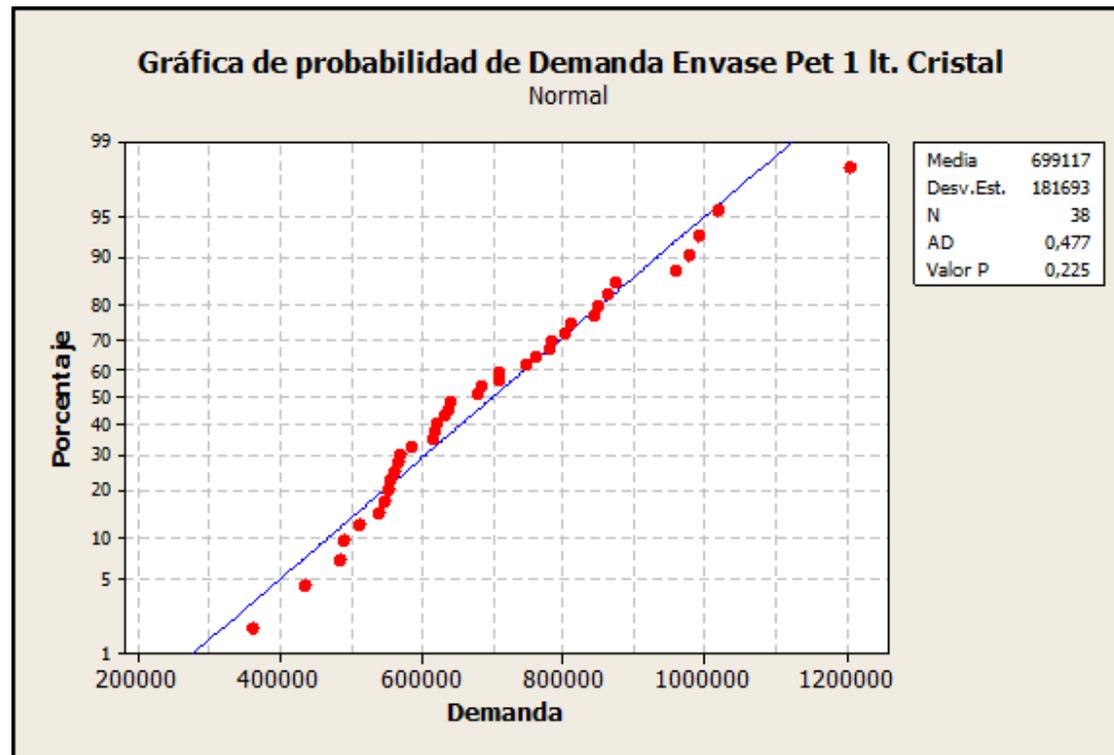
	3
Q3	394661
n(R3)	31572,88
L(z)	0,10079325
z	0,9
R3	1259936
1-F(R3)	0,1841

	4
Q4	396399
n(R4)	31711,92
L(z)	0,10123712
z	0,9
R4	1259936
1-F(R4)	0,1841

Iteración/Diferencia	R	Q
0 y 1	131563	198838
1 y 2	18794	42304
2 y 3	3133	8025
3 y 4	0	1738

Anexo 10**Modelo (Q, R) para el envase Pet 1 lt. cristal**

Prueba de normalidad aplicada a los datos de demanda:



Proceso iterativo del modelo (Q, R)

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
μ	714716	u/mes
h	0,00182199	\$/mes
β	0,92	
Lead time	0,5	meses
σ	161085	

Iteración	0
Qo	111477
n(Ro)	8918,16
L(z)	0,05536307
z	1,21
Ro	909628
1-F(Ro)	0,1131

	1
Q1	215397
n(R1)	17231,76
L(z)	0,10697309
z	0,87
R1	854859
1-F(R1)	0,1922

	2
Q2	232712
n(R2)	18616,96
L(z)	0,11557228
z	0,82
R2	846805
1-F(R2)	0,2061

	3
Q3	233809
n(R3)	18704,72
L(z)	0,11611708
z	0,82
R3	846805
1-F(R3)	0,2061

	4
Q4	234504
n(R4)	18760,32
L(z)	0,11646224
z	0,82
R4	846805
1-F(R4)	0,2061

	5
Q5	234944
n(R5)	18795,52
L(z)	0,11668076
z	0,82
R5	846805
1-F(R5)	0,2061

	6
Q6	235223
n(R6)	18817,84
L(z)	0,11681932
z	0,82
R6	846805
1-F(R6)	0,2061

	7
Q7	235400
n(R7)	18832
L(z)	0,11690722
z	0,82
R7	846805
1-F(R7)	0,2061

8	
Q8	235512
n(R8)	18840,96
L(z)	0,11696285
z	0,82
R8	846805
1-F(R8)	0,2061

9	
Q9	235583
n(R9)	18846,64
L(z)	0,11699811
z	0,82
R9	846805
1-F(R9)	0,2061

10	
Q10	235628
n(R10)	18850,24
L(z)	0,11702046
z	0,82
R10	846805
1-F(R10)	0,2061

11	
Q11	235657
n(R11)	18852,56
L(z)	0,11703486
z	0,82
R11	846805
1-F(R11)	0,2061

12	
Q12	235675
n(R12)	18854
L(z)	0,1170438
z	0,82
R12	846805
1-F(R12)	0,2061

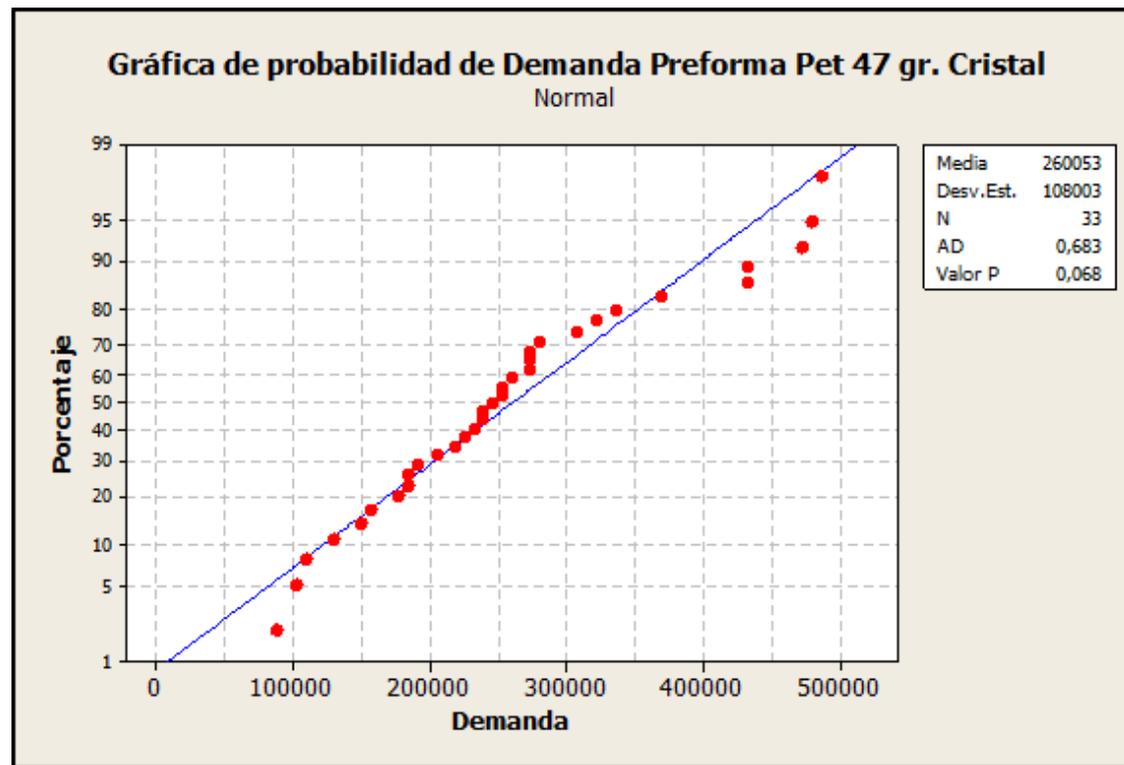
13	
Q13	235686
n(R13)	18854,88
L(z)	0,11704926
z	0,82
R13	846805
1-F(R13)	0,2061

Iteración/Diferencia	R	Q
0 y 1	54769	103920
1 y 2	8054	17315
2 y 3	0	1097
3 y 4	0	695
4 y 5	0	440
5 y 6	0	279
6 y 7	0	177
7 y 8	0	112
8 y 9	0	71
9 y 10	0	45
10 y 11	0	29
11 y 12	0	18
12 y 13	0	11

Anexo 11

Modelo (Q, R) para la preforma 47 gr. cristal

Prueba de normalidad aplicada a los datos de demanda:



Proceso iterativo del modelo (Q, R)

Variable	Valor	Unidad
k	7,92	\$/pedido
μ	288258	u/mes
h	0,00144706	\$/mes
β	0,92	
Lead time	0,5	meses
σ	103816	

Iteración	0
Qo	79440
n(Ro)	6355,2
L(z)	0,061216
z	1,16
Ro	408684
1-F(Ro)	0,123

	1
Q1	146432
n(R1)	11714,56
L(z)	0,11283964
z	0,84
R1	375463
1-F(R1)	0,2004

	2
Q2	157085
n(R2)	12566,8
L(z)	0,12104878
z	0,79
R2	370272
1-F(R2)	0,2148

	3
Q3	157163
n(R3)	12573,04
L(z)	0,12110888
z	0,78
R3	369234
1-F(R3)	0,2148

	4
Q4	157209
n(R4)	12576,72
L(z)	0,12114433
z	0,78
R4	369234
1-F(R4)	0,2148

	5
Q5	157236
n(R5)	12578,88
L(z)	0,12116514
z	0,78
R5	369234
1-F(R5)	0,2148

	6
Q6	157252
n(R6)	12580,16
L(z)	0,12117747
z	0,78
R6	369234
1-F(R6)	0,2148

	7
Q7	157262
n(R7)	12580,96
L(z)	0,12118517
z	0,78
R7	369234
1-F(R7)	0,2148

8	
Q8	157268
n(R8)	12581,44
L(z)	0,1211898
z	0,78
R8	369234
1-F(R8)	0,2148

9	
Q9	157271
n(R9)	12581,68
L(z)	0,12119211
z	0,78
R9	369234
1-F(R9)	0,2148

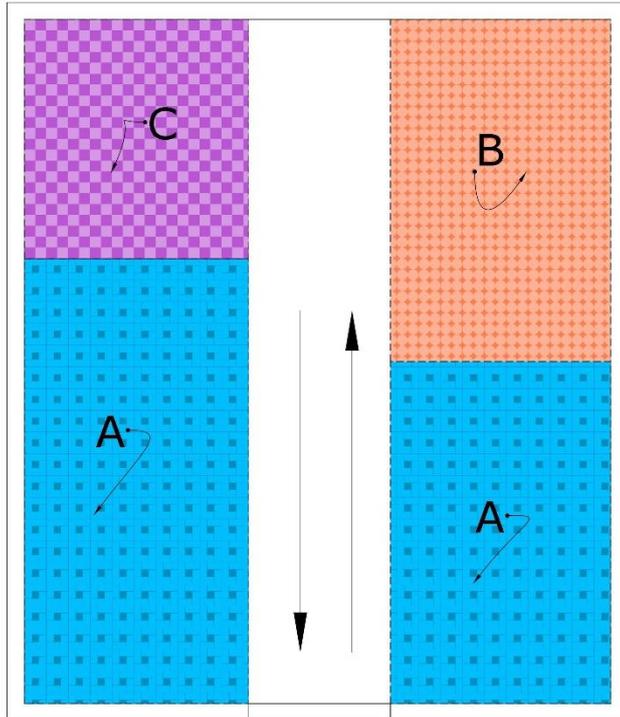
10	
Q10	157273
n(R10)	12581,84
L(z)	0,12119365
z	0,78
R10	369234
1-F(R10)	0,2148

11	
Q11	157274
n(R11)	12581,92
L(z)	0,12119442
z	0,78
R11	369234
1-F(R11)	0,2148

12	
Q12	157275
n(R12)	12582
L(z)	0,12119519
z	0,78
R12	369234
1-F(R12)	0,2148

13	
Q13	157275
n(R13)	12582
L(z)	0,12119519
z	0,78
R13	369234
1-F(R13)	0,2148

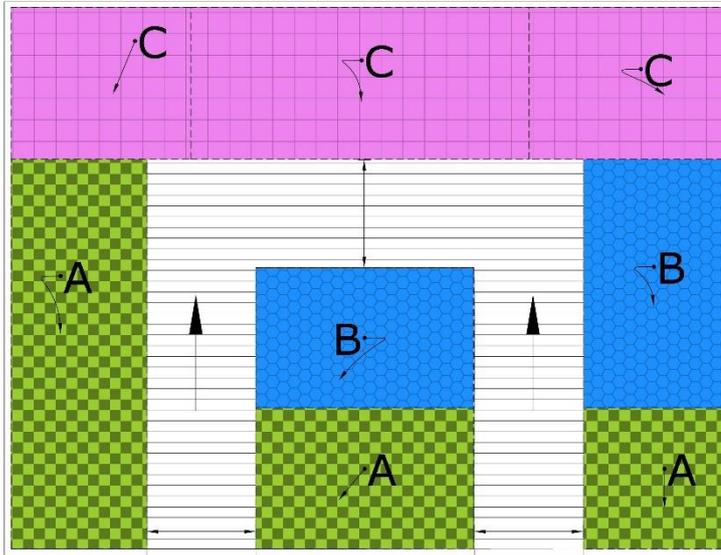
Iteración/Diferencias	R	Q
0 y 1	33221	66992
1 y 2	5191	10653
2 y 3	1038	78
3 y 4	0	46
4 y 5	0	27
5 y 6	0	16
6 y 7	0	10
7 y 8	0	6
8 y 9	0	3
9 y 10	0	2
10 Y 11	0	1
11 Y 12	0	1
12 y 13	0	0

Anexo 12**Disposición de las bodegas 1 y 3**Disposición de la bodega 1**BODEGA 1**

- A - Envases pet
Envases Pead 10 Lt.
- B - Prod. complementarios Pead
- C - Envases PC
Envases PP
Envases PVC

Disposición de la Bodega 3

BODEGA GRANDE



- A - Bidón Amarillo
500cc envase
- B - 900cc envase
1000cc envase
500cc sport
- C - Envases pp

Anexo 13

Clasificación ABC para la bodega de preformas

Producto	Frecuencia de ventas	Proporción	Proporción Acumulada	Clasificación
Preforma Pet 16.5 Gr Cristal	38002500	0,1646	0,16462	A
Preforma Pet 17 gr. Cristal	27929000	0,1210	0,28561	A
Preforma Pet 56 gr. Cristal	25704030	0,1113	0,39696	A
Preforma Pet 19 gr. Cristal	20334680	0,0881	0,48505	A
Preforma PET 90 gr. Cristal	18009083	0,0780	0,56306	A
Preforma PET 28 gr. Aceite	16776930	0,0727	0,63574	A
Preforma Pet 47 gr. Cristal	14637352	0,0634	0,69915	A
Preforma Pet 17 gr. UV	8197200	0,0355	0,73466	A
Preforma PET 19 gr. Aceite	6464000	0,0280	0,76266	A
Preforma Pet 19,5 G Cristal	6416478	0,0278	0,79045	A
Preforma Pet 22 gr. Cristal	5764800	0,0250	0,81543	B
Preforma Pet 24 gr. Cristal	4217000	0,0183	0,83369	B
Preforma PET 17.5 gr. Cristal	3783600	0,0164	0,85008	B
Preforma PET 19 gr. Verde	2851200	0,0124	0,86243	B
Preforma PET 21.5 gr. Cristal	2528200	0,0110	0,87339	B
Preforma Pet 17gr. Azul	2446200	0,0106	0,88398	B
Preforma Pet 15.5 Gr Uv	2214000	0,0096	0,89357	B
Preforma Pet 15.5 Gr Cristal	2142000	0,0093	0,90285	B
Preforma Pet 56 gr. Blanco	1753200	0,0076	0,91045	B
Preforma PET 21.5 gr. UV	1751600	0,0076	0,91804	B
Preforma Pet 16.5 Gr Verde	1732500	0,0075	0,92554	B
Preforma PET 24 gr. Verde	1590512	0,0069	0,93243	B
Preforma Pet 17 gr. Verde	1277260	0,0055	0,93796	B
Preforma PET 22 gr. Azul	1246000	0,0054	0,94336	B
Preforma PET 19 gr. Azul	1215000	0,0053	0,94862	B
Preforma PET 17.5 gr. UV	1206000	0,0052	0,95385	B
Preforma PET 17 gr. Azul EGO	1117800	0,0048	0,95869	B
Preforma PET 19 gr. Naranja	988200	0,0043	0,96297	C
Preforma Pet 56 gr. Verde	985600	0,0043	0,96724	C
Preforma PET 28 gr. Aceite Amarillo	819060	0,0035	0,97079	C
Preforma Pet 17.5 Gr. Verde	809140	0,0035	0,97429	C
Preforma PET 21.5 gr. Azul	793800	0,0034	0,97773	C

Preforma Pet 19 gr. Blanca	649000	0,0028	0,98055	C
Preforma Pet 47 gr. Verde	642772	0,0028	0,98333	C
Preforma PET 16.5gr. Azul Ego	519000	0,0022	0,98558	C
Preforma PET 56 gr. Azul	492800	0,0021	0,98771	C
Preforma Pet 16.5 Gr Naranja	472500	0,0020	0,98976	C
Preforma PET 22 gr. UV	392000	0,0017	0,99146	C
Preforma PET 17 gr. Naranja	307800	0,0013	0,99279	C
Preforma Pet 47gr. Azul	246168	0,0011	0,99386	C
Preforma Pet 24 gr. Azul	224000	0,0010	0,99483	C
Preforma PET 19 gr. UV	210600	0,0009	0,99574	C
Preforma Pet 20 gr. Cristal	167400	0,0007	0,99647	C
Preforma PET 47 gr Verde	157274	0,0007	0,99715	C
Preforma Pet 56 gr. UV	117600	0,0005	0,99766	C
Preforma Pet 90gr. Azul	112560	0,0005	0,99814	C
Preforma PET 17 gr. Ambar	97200	0,0004	0,99856	C
Preforma Pet 17.5 Gr.Naranja	90000	0,0004	0,99895	C
Preforma PET 90 gr. Amarilla	80400	0,0003	0,99930	C
Preforma Pet 16.5 Gr. Uv	70000	0,0003	0,99961	C
Preforma PET 24 gr. Ambar	56000	0,0002	0,99985	C
Preforma PET 700 gr. Azul	20680	0,0001	0,99994	C
Preforma Pet 56 gr. Plata	11200	0,0000	0,99999	C
Preforma PET 22 gr. Ambar	3000	0,0000	1,00000	C
Preforma PET 56 Gr Plata	100	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 19 gr. Ambar	5	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 15.5 Gr. Verde	0	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 15.5 G Naranja	0	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 17.5 Gr Azul Ego	0	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 23 Gr. Cristal	0	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 22 gr. Blanca		0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 28 gr. Cristal	0	0,0000	1,00000	C
Preforma Pet 16.5 Gr Negro Ego	0	0,0000	1,00000	C
TOTAL	230843984			

Disposición de la Bodega 2