

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

CARRERA INGENIERÍA EMPRESARIAL

**UN MODELO DE INVENTARIOS Y ASIGNACIÓN DE ESPACIOS.
APLICACIÓN A LA EMPRESA EXPOCOLOR**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EMPRESARIAL**

GEOVANNA ANTONIETA GUALÁN ESPÍN

ALEXANDRA CAROLINA SALAZAR GÁNDARA

DIRECTOR: MAT. ANTONIO XAVIER TIPÁN OSORIO

2007

DECLARACIÓN

Nosotros, Geovanna Antonieta Gualán Espín y Alexandra Carolina Salazar Gándara, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Geovanna A. Gualán E.

Alexandra C. Salazar G.

CERTIFICACIÓN

Certifico que le presente trabajo fue desarrollado por: Geovanna Antonieta Gualán Espín y Alexandra Carolina Salazar Gándara, bajo mi supervisión.

Mat. Antonio Xavier Tipán Osorio
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, que es aquel que me permite demostrar que fui creada a su imagen y semejanza logrando así culminar una etapa más en mi vida.

A mis Padres, por ser los dos pilares más importantes en mi vida, por su dedicación y esfuerzo constante a lo largo de mi vida. Simplemente Gracias por existir y ser los mejores padres del mundo.

A mis hermanos, que son complemento ideal en este camino de la vida ya que con su cariño me han apoyado en los momentos más difíciles.

A mi novio, por haber compartido inmensamente la constancia y dedicación que le puse a este proyecto, por ser una de las razones más importantes en mi vida.

A mi abuelita, que aunque ya no este a mi lado he sentido su presencia cada segundo para alentarme a la culminación de este proyecto.

A nuestro director, por guiarnos en el proceso de la elaboración del presente proyecto.

Al personal de EXPOCOLOR, por la colaboración prestada en la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo el presente proyecto.

Carolina.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por haberme permitido culminar mis estudios.

A mis padres por tantos años de apoyo, sacrificio y dedicación, a mis hermanos y a cada uno de mis compañeros y casi hermanos: Carolina, Johanna, Patricio, quienes fueron como mi familia que me brindaron su cariño y apoyo incondicional.

Al Mat. Antonio Tipán nuestro Director, a la Ing. Mat. Sandra Gutiérrez y al Ing. Víctor Pumisacho Miembros del Tribunal Calificador, mil gracias por ser muestra intachable de una generosa y desinteresada guía profesional.

Y a ti, amor de mi vida te llevo en lo más profundo de mi corazón gracias por existir y ser parte aun de mis días.

Geovanna A. Gualán Espín

DEDICATORIA

A mis padres, por ser el reflejo de ser quien soy, gracias por su inmenso amor y paciencia.

Carolina.

DEDICATORIA

A mis padres, por ser la luz de mi camino, fuente de vida, amor y ejemplo permanente, gracias por tantos años de sacrificio que me permitieron culminar mis estudios, a mis hermanos: Vicente, Marcelo, Danilo y Jessica por su apoyo incondicional, a todos y cada uno de mis compañeros que me brindaron su confianza y cariño.

Geovanna A. Gualán Espín.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO	viii
RESUMEN	xii
PRESENTACIÓN	xiii
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1.2.1 HISTORIA	2
1.2.2 VISIÓN	3
1.2.3 MISIÓN	3
1.2.4 PRINCIPIOS	3
1.2.5 ÁREAS DE SERVICIO	3
1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	5
1.3.1 POLÍTICA DE COMPRAS	6
1.3.2 POLÍTICA DE ROTACIÓN DE INVENTARIO EN LA BODEGA	6
1.3.3 POLÍTICA DE PEDIDO Y RECEPCIÓN EN LOS ALMACENES	6
1.3.4 POLÍTICA DE DESPACHO A CLIENTES	7
1.3.5 POLÍTICA DE CUMPLIMIENTOS DE TIEMPOS DE ENTREGA	7
1.3.6 POLÍTICA DE SOBREVENTA	7
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.5.1 OBJETIVOS GENERALES	12
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.6 HIPÓTESIS DEL TRABAJO	13
CAPÍTULO 2	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	14
2.1.1 OBJETIVO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	14
2.1.2 ELEMENTOS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO	15
2.2 El problema de Inventarios	16
2.2.1 DEFINICIÓN DE INVENTARIO	16
2.2.2 PROPÓSITO DE LOS INVENTARIOS	17
2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS	18
2.2.4 PROBLEMAS DE DECISIÓN	18
2.2.5 FACTORES DE COSTO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS	19
2.2.6 DEMANDA	21

2.2.6.1	Demanda Determinística	21
2.2.6.2	Demanda Probabilística	21
2.2.7	LA CLASIFICACIÓN ABC	22
2.3	LA SIMULACIÓN	23
2.3.1	DEFINICIONES DE LA SIMULACION.	24
2.3.2	VENTAJAS	24
2.3.3	DESVENTAJAS	25
2.3.4	PROCESO GENERAL DE LA SIMULACIÓN	25
2.3.5	LA SIMULACIÓN MONTE CARLO	26
2.3.6	MÉTODO DE LA INVERSA PARA GENERACIÓN DE VARIABLES ALEATORIAS	27
2.4	EL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE ESPACIOS	28
2.4.1	CONDICIONES NECESARIAS	28
2.4.2	INCONVENIENTES DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INADECUADO	29
2.4.3	EL ESPACIO	30
2.4.3.1	Elementos a Considerar	30
2.4.3.2	La Red de Corredores	30
2.4.3.3	Criterios para la Asignación de Espacios	31
2.4.4	PROBLEMAS DE DECISIÓN	31
2.4.4.1	Problemas de Clase P	33
2.4.4.2	Problemas de Clase NP: “No determinísticamente Polinomial”	34
2.4.4.3	Problemas NP Completo	34
2.4.5	EL PROBLEMA DEL BIN PACKING	35
CAPÍTULO 3		37
MODELOS DE INVENTARIOS		37
3.1	CARACTERÍSTICAS CLAVES DE UN MODELO DE INVENTARIOS	37
3.2	CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS	38
3.3	MODELOS BÁSICOS DE INVENTARIOS	38
3.3.1	MODELOS DETERMINÍSTICOS	38
3.3.1.1	Modelo de la Cantidad Económica a Ordenar	38
3.3.1.2	Modelo de Inventarios con Agotamientos Planeados	41
3.3.2	MODELOS PROBABILÍSTICOS	43
3.3.2.1	Modelo de Inventarios de Revisión Continua	44
3.3.2.2	Modelo de Revisión Periódica	46
3.3.3	MODELO DE INVENTARIOS SIMULADO	47
3.3.4	ASPECTOS GENERALES DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS	50
CAPITULO 4		51
MODELOS DE ASIGNACIÓN DE ESPACIOS		51
4.1	APLICACIÓN DEL PROBLEMA BIN PACKING	51
4.2	APLICACIÓN DE LA PRIMERA HEURÍSTICA FIRST FIT	52
4.3	APLICACIÓN DE LA SEGUNDA HEURÍSTICA BEST FIT	55
4.4	APLICACIÓN DE LA TERCERA HEURÍSTICA FIRST FIT DECREASING	56
4.5	APLICACIÓN DE LA CUARTA HEURÍSTICA BEST FIT DECREASING	58
CAPITULO 5		60
SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MODELO		60
5.1	APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS	60
5.2	MODELO DE LA CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR (EOQ)	60
5.3	MODELO DE INVENTARIOS CON AGOTAMIENTOS PLANEADOS	62

5.4	MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN CONTINUA	64
5.5	MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN PERIÓDICA	66
5.6	MODELO DE INVENTARIOS SIMULADO	68
CAPITULO 6		74
ANÁLISIS DE RESULTADOS		74
6.1	ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS	74
6.1.1	MODELO DE LA CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR	74
6.1.2	MODELO DE INVENTARIOS CON AGOTAMIENTOS PLANEADOS	76
6.1.3	MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN CONTINUA	77
6.1.4	MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN PERIÓDICA	78
6.1.5	MODELO DE INVENTARIO	80
6.2	RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS APLICADOS	80
6.3	PROBLEMA DEL BIN PACKING	82
6.3.1	ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA PRIMERA HEURÍSTICA	82
6.3.2	ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA SEGUNDA HEURÍSTICA	82
6.3.3	ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA TERCERA HEURÍSTICA	82
6.3.4	ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA CUARTA HEURÍSTICA	82
CAPITULO 7		83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		83
BIBLIOGRAFIA		86
ANEXOS		86

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1: Clasificación ABC basada en las Ventas</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 1.2: Clasificación ABC basada en Principio de Pareto</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4.1: Líneas de productos</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4.2: Clasificación por líneas de productos.</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 4.3: Clasificación por líneas de productos</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4.4 Clasificación por líneas de productos.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 4.5: Clasificación por línea de productos.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 5.1: Aplicación modelo de inventarios (EOQ)</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 5.2: Aplicación modelo de inventarios con agotamientos planeados</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 5.3: Aplicación modelo de inventarios de revisión continua</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 5.6: Aplicación modelo de inventarios de revisión periódica</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 5.7: Cálculos para una distribución empírica del producto Carbonato A</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 5.8: Cuadro de frecuencias para producto Carbonato A</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5.9: Generación de aleatoriedad para producto Carbonato A</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5.10: Datos de entrada para producto Carbonato A</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 5.11: Modelo Simulado para producto Carbonato A</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5.12: Política de Inventarios para producto Carbonato A</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 6.1: Incremento del costo total del inventario</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 6.2: Incremento del costo total del inventario Del Modelo Revisión Continua Vs Revisión Periódica</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 6.3: Cuadro de nuevas políticas de inventario.</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 6.4: Resumen de Costos de Bodega</i>	<i>81</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1: Elementos de la cadena de abastecimiento</i>	16
<i>Figura 2.2: Analogía de un tanque de agua para el inventario</i>	17
<i>Figura 2.3: Clasificación de la demanda</i>	21
<i>Figura 2.4: Como funciona la simulación Monte Carlo.</i>	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 3.1: Modelo de Inventarios Simulado</i>	49
<i>Gráfico 4.1: Asignación de espacios por líneas de productos.</i>	54
<i>Gráfico 4.2: Asignación de espacios por líneas de productos.</i>	56
<i>Gráfico 4.3: Asignación de espacios por línea de productos.</i>	57
<i>Gráfico 4.4: Asignación de espacios por líneas de productos.</i>	59
<i>Gráfico 5.1: Histograma de la distribución real con la empírica para producto Carbonato A</i>	71
<i>Gráfico 6.1: Resumen de Costos de Bodega</i>	81

RESUMEN

La presente proyecto tiene por objetivos seleccionar y adaptar un modelo de inventarios y un método para la asignación de espacios, para la empresa EXPOCOLOR, que permitan reducir los costos de inventarios y mejorar la estructura de las bodegas en lo referente a su ocupación de espacios.

Se desarrollan diferentes modelos de inventarios, aplicados a las necesidades y características de la empresa, determinando que el Modelo que utiliza simulación Monte Carlo, es el más adecuado, puesto que permite una reducción de costo del 89,67% de mantenimiento del inventario respecto al costo actual.

En lo referente a la asignación de espacios, se analizó el Problema del Bin Packing, determinando que la Heurística **Best Decreasing** es la mejor alternativa, ya que permite reducir en gran medida el espacio inutilizado.

PRESENTACIÓN

En las empresas, el manejo de las compras y el control de inventario es el problema de mayor importancia pues de las relaciones con los proveedores, del adecuado y rápido abastecimiento de productos a los clientes, de la correcta disposición del espacio de bodegaje y de los planes de ventas depende su éxito. Por tal motivo, este proyecto busca determinar políticas de inventarios para el manejo de las existencias y la asignación de espacios para la empresa Expocolor que minimicen los costos totales del inventario y maximicen la rentabilidad.

En el capítulo 1 se presenta una idea general de la administración de los inventarios y su importancia; un análisis exhaustivo de la situación actual en lo referente al manejo de inventarios y de asignación de espacios de la bodega Expocolor, finalmente se plantean los objetivos, hipótesis que se desean demostrar. En el capítulo 2 se expone el marco teórico que sustenta el estudio, detallando aspectos relevantes sobre la cadena de abastecimiento, inventarios, asignación de espacios y de simulación.

En el capítulo 3 se desarrollan los diferentes métodos para los inventarios que llevados a la práctica permiten la solución del problema planteado en este proyecto. En tanto que en el capítulo 4 se presenta el modelo del Bin Packing y su aplicación a Expocolor.

En el capítulo 5 se aplican los modelos explicados en el capítulo 3 a los datos de Expocolor, lo que nos permitirá sugerir y/o recomendar más adelante, los posibles parámetros sobre los cuales deben operar para mejorar la administración de la bodega.

En el capítulo 6, se analizan los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes modelos estudiados y finalmente en el capítulo 7, se encontrarán las conclusiones y recomendaciones derivadas de la aplicación de los modelos estudiados.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La realización de actividades de movimientos y almacenamiento de productos y mercaderías se remonta a los orígenes de la historia; sin embargo gran parte de la filosofía logística fue desarrollada en las actividades militares durante la segunda guerra mundial, transcurriendo algunos años antes de que se aplicara al mundo empresarial.

Durante las dos décadas posteriores a la segunda guerra mundial se dieron cambios en las condiciones económicas y tecnológicas que favorecieron el desarrollo de la logística; los movimientos demográficos implicaron la ampliación de las cadenas de distribución, y por tanto el aumento de los costos; también se incrementaron los costos de almacenamiento y de transporte. En el campo tecnológico se dieron modalidades y variantes de los servicios de comunicación y de transporte, y paralelamente la variedad de productos repercutieron en la gestión de inventarios.

“Los inventarios se definen como bienes ociosos almacenados, en espera de ser utilizados. Hay muchos tipos de inventarios: de materias primas, de materiales en proceso, de productos terminados, entre otros. Se mantienen inventarios por muchas razones: permite reducir costos de producción, se logra ofrecer un servicio rápido al cliente, algunos distribuidores tienen inventarios para poder atender de inmediato los pedidos de sus clientes. En otras condiciones, en muchos casos el cliente preferiría hacer el pedido a un competidor”¹.

La administración de los inventarios es uno de los factores determinantes en la cadena proveedor – distribuidor – consumidor. Lo que el cliente compre o deje de comprar, y en la cantidad que desee, define el accionar de cada uno de los

¹ TAHA, H.A. (1997): Investigación de Operaciones: Una Introducción. Prentice Hall, Pág. 366.

integrantes de esta relación. Una eficiente administración de los inventarios genera ahorro de costos para toda la cadena y permite a cada uno de los integrantes de este negocio maximizar sus beneficios.

Los conceptos de manejo y control de inventarios son producto de nuevas ideologías, que ahora constituyen una herramienta fundamental para mejorar la gestión empresarial.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.2.1 HISTORIA²

Hasta 1978, PINTURAS CÓNDOR se encontraba en las calles Ruiz de Castilla y Andagoya, Quito. Había un pequeño almacén para la venta de pinturas. Mucha gente buscaba PINTURAS CÓNDOR para comprar pintura fresca y un producto de calidad, en este mismo año la fábrica se trasladó al sur de Quito donde se encuentra hasta la actualidad y resuelve establecer una Compañía independiente, a la que le dio el nombre de EXPOSICIÓN PERMANENTE DEL COLOR S.A.: **EXPOCOLOR S.A.**

Los accionistas de EXPOCOLOR S.A. resolvieron construir un edificio grande y vistoso el cual posea una sección especial para ofrecer el servicio de repinte automotriz con las marcas Wanda y Sikkens, además incluyeron en este almacén productos de PINTURAS CÓNDOR como: arquitectónicos, esmaltes y anticorrosivos, lacas de madera y artículos complementarios para pintar como es el caso de brochas, lijas, espátulas, rodillos, todo en un solo lugar. También se resolvió atender al pintor artístico, y desde hace años cuentan con un amplio surtido de productos que requiere él o la artista.

La franquicia de Expocolor está respaldada por Pinturas Cóndor, empresa líder en el mercado ecuatoriano en fabricación y comercialización de pinturas y resinas.

² Datos proporcionados por el Químico Wilson Bedón, Coordinador de Insumos y Materiales de Pinturas Cóndor S.A.

Para conseguirlo ha sido necesaria la implementación y la apertura de Centros de Distribución y puntos de Venta en las principales ciudades del país tales como: Guayaquil, Cuenca, Ambato, Manta, Santo Domingo, Ibarra, Machala, Loja, Orellana y Quito con almacenes en la Ruíz de Castilla, Villaflora, El Inca, República, Cumbayá, 6 de Diciembre, La Prensa, Carcelén y Sangolquí, locales que cubren la gran demanda de productos por parte de los clientes.

Es por esto que EXPOCOLOR S.A. a lo largo de los años ha venido consolidando su concepto de negocio, haciendo posible compartir su éxito, transmitiendo tanto su experiencia como las ventajas del sistema desarrollado por la misma.

1.2.2 VISIÓN

Ser líderes en servicio y comercialización de pinturas afines y complementarios.

1.2.3 MISIÓN

Brindar un excelente servicio.

1.2.4 PRINCIPIOS

- Honestidad
- Responsabilidad
- Respeto
- Lealtad
- Servicio

1.2.5 ÁREAS DE SERVICIO

Esta empresa ofrece las siguientes líneas de productos: línea arquitectónica, línea de la madera, línea metalmecánica, línea automotriz, centro del artista, y productos complementarios.

Los almacenes **EXPOCOLOR** se encuentran organizados por secciones, sean estas de autoservicio o de mostrador.

➤ **Showroom**

Esta es una sala de exhibición donde se recibe asesoramiento sobre la aplicación de los diferentes productos, ofreciendo charlas y demostraciones para la combinación de colores y las nuevas tendencias, además cuenta con un sistema que le permite mirar espacios exteriores como interiores ya pintados con colores del sistema Condortrend.

➤ **Condortrend**

Esta área dispone de una pequeña sala con material visual de decoración y todos los implementos para preparar pintura en el sistema Condortrend como: exhibidor, dispensador, agitador y bases.

Esto hace que el cliente pueda visualizar de mejor manera la combinación de colores en los diferentes ambientes o espacios a decorar antes de pintar para poder comprobar que los tonos seleccionados logran la armonía que se desea.

➤ **Centro del Artista**

Aquí se encuentran artículos para aficionados y profesionales del arte como: acrílicos, óleos, pinceles, bastidores, caballetes, cartulinas, libros de arte, figuras de madera, etc.

➤ **Mezclas Automotrices**

Es el área donde los clientes pueden contar con expertos que le garantizan el color y el tipo de pintura ideal para la línea automotriz con productos nacionales e importados de excelente rendimiento y calidad.

1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La bodega Expocolor realiza el manejo de sus operaciones basados netamente en su experiencia, lo que ha provocado una situación caótica en la administración del inventario, esto hace que incurra en serios problemas como la clasificación, almacenaje, sobrestock y/o falta de artículos, ocasionando problemas como la insatisfacción de sus clientes, quienes se sienten inconformes al no contar con un servicio de calidad.

“La administración de la bodega se encuentra a cargo del departamento de Logística de la empresa Expocolor; este se encarga de las siguientes actividades:

- Planificación de producción.
- Planificación de compras.
- Planificación de la distribución.
- Elaboración de pronósticos de ventas.
- Seguimiento de la demanda.
- Seguimiento del cumplimiento de planes.

En la actualidad la bodega cuenta con tres personas: 1 administrador que se encarga de realizar los ingresos y egresos de la mercadería en el sistema computacional **BANN**, diseñado para satisfacer los requerimientos de una administración financiera dinámica, permitiendo una confiabilidad en la información contable, así como también el fortalecimiento de controles internos en todos los procesos y el registro adecuado de las ventas, compras e inventarios: mientras que los 2 operarios se encargan de la recepción y despachos de los artículos.

Es importante recalcar que este es un Centro de Distribución donde se almacenan y despachan productos terminados, siguiendo políticas definidas por la Dirección, las mismas que se detallan a continuación:

1.3.1 POLÍTICA DE COMPRAS

- Las compras de insumos para la producción, máquinas, equipos, repuestos, mercaderías para reventa y material publicitario, deben ser canalizados a través del Departamento de Compras y Comercio Exterior. El jefe de Compras y Comercio Exterior es la persona encargada de dar seguimiento a todos los procesos de compra sean estos locales o de importaciones.
- Toda compra que no pase por el Departamento de Compras será cancelada por la persona que autorizó dicha adquisición.

1.3.2 POLÍTICA DE ROTACIÓN DE INVENTARIO EN LA BODEGA

- Se debe rotar el inventario del producto terminado utilizando el sistema de control de inventarios PEPS (primero en entrar y primero en salir). La ubicación de los productos en la bodega (cercana al lugar de despacho) será en función de la rotación que tenga cada ítem. No se permite tener productos caducados, puesto que el encargado de la bodega es responsable de estar supervisando permanentemente las fechas de vencimiento.

1.3.3 POLÍTICA DE PEDIDO Y RECEPCIÓN EN LOS ALMACENES

Los almacenes pueden recibir artículos de cuatro maneras:

1. Recepción de la orden de transferencia de Expocolor.
2. Recepción de la orden de transferencia desde el centro de distribución de Expocolor.
3. Recepción del préstamo de artículos desde otro almacén.
4. Para el caso de entregas directas del proveedor al almacén, el Administrador del local debe enviar inmediatamente vía fax la copia de la factura, y en un plazo hasta de 24 horas el documento original al supervisor de la bodega Expocolor.

1.3.4 POLÍTICA DE DESPACHO A CLIENTES

- Como base fundamental del pedido debe despacharse en su totalidad. Si esto no es posible la entrega no debe ser inferior al 95% en ítems de lo solicitado, lo cual debe ser evaluado mensualmente por el área de logística.

- Documentos de soporte de despacho:
 1. Factura.
 2. Transferencia (Orden de Reaprovisionamiento).
 3. Guía de remisión.
 4. Vale de Materiales, se utiliza para el manejo de muestras, donaciones, consumos internos.

1.3.5 POLÍTICA DE CUMPLIMIENTOS DE TIEMPOS DE ENTREGA

- Todo pedido que ingrese al Counter de Ventas y sea hasta las 11:00 de la mañana será despachado y entregado al cliente en el transcurso del mismo día, y todo pedido que ingrese después de dicha hora será despachado y entregado máximo hasta las 12:00 del día siguiente.

1.3.6 POLÍTICA DE SOBREVENTA

- Toda sobreventa de productos consignados por Expocolor, debe ser justificada ante el responsable del Centro de Control en Expocolor el mismo día antes del cierre diario, quién luego de aceptar la justificación autorizará la ejecución del cierre con su clave de acceso. La solución a la sobreventa deberá ser ejecutada en un plazo máximo de 48 horas.

Estas son las políticas que se crearon para el buen funcionamiento de la Bodega, pero a través de la práctica de sus operaciones se han dado cuenta que la mayoría de éstas no se cumplen a cabalidad, lo que ha provocado grandes problemas.

Es preciso detallar algunas de las actividades que realiza esta empresa para el manejo y control de los inventarios, empezando por la planificación y ejecución de las compras donde los factores preponderantes dentro de esta actividad son:

- Calidad (producto terminado), Precio (políticas) y Servicio (llegue a tiempo).
- Volumen de compras para poder negociar (descuentos ya sea por cantidad de artículos).
- Disponibilidad del proveedor (para poder cumplir a tiempo a los clientes).
- Disponibilidad del transporte.

Otra de las actividades es el almacenamiento de la mercadería donde se toma en cuenta los siguientes lineamientos:

- Realizan un registro en hojas de seguridad llamadas MSDS, estas hojas permiten asignar el espacio de almacenamiento tomando en cuenta el volumen y la perecibilidad de cada uno de los artículos.
- Toman en consideración las categorías ABC, que hace referencia al índice de mayor rotación de los artículos para luego ubicarlos cerca de las áreas de despacho establecidas.

Mientras que en el control de inventarios involucran factores como:

- Exactitud del inventario.
- Rotación del inventario.
- Calidad del inventario (determinar los niveles de obsolescencia del inventario para poder tomar acciones).
- Cumplimiento de las Peps³, es decir el flujo del inventario.

Para la realización de los despachos del producto terminado que se hace:

- Reaprovisionamiento (se elaboran planes para que la mercadería sea distribuida y enviada los distintos puntos de ventas).

³ Indicado en el sección 1.3.2

- Los pedidos de los clientes que se encuentren ya facturados en el Counter de ventas tomando en cuenta la política de cumplimientos de entrega.
- Clasificación de los clientes (ABCD).
- Plan de rutas.
- Disponibilidad de transporte.

Recordemos que los factores que intervienen en el control de inventarios son: costos unitarios, costos de pedir, costos de inventario y costos de inexistencias para los artículos; pero los factores con los que opera EXPOCOLOR determinan que el costo total del inventario está conformado por:

1. Costo unitario del artículo que ellos lo llaman **COSTO DE COMPRA**.
2. Costo de ordenar pedidos o **COSTO DE PEDIDO** importante mencionar que este no depende del número de artículos que se compre.
3. Costo de inventario conocido por ellos como el **COSTO DE ALMACENAMIENTO**.

Para realizar el cálculo de los costos antes mencionados Expocolor toma como base el sistema de COSTO ESTÁNDAR resumido en: Costos de materiales, costos de operación y los recargos, datos que son proporcionados a través del sistema interno BANN que maneja la empresa. Dichos costos son revisados una vez al año (primer día hábil de cada año) por la Gerencia Financiera Administrativa, quienes analizan y autorizan si este es sujeto o no de cambio. Por tal motivo para el desarrollo del presente proyecto, se tomarán en consideración estos costos, los mismos que fueron proporcionados por parte de la empresa.”⁴

Otro punto importante ha ser analizado es la demanda con la que cuentan los artículos de la bodega, aplicando los conocimientos de la clasificación de la demanda que se presenta en capítulo 2 y recopilando datos históricos de ventas del año 2005 y 2006; se puede determinar que la empresa cuenta con una DEMANDA DETERMINÍSTICA DINÁMICA puesto que se conoce con certeza pero a diferencia de la estática está varía de un período a otro.

⁴ Esta información está sustentada en datos entregados por la empresa EXPOCOLOR.

Se analizaron también aspectos como: **Demoras en la entrega**, ya que este punto abarca situaciones desde el momento en que se coloca el pedido hasta que se lleva a cabo la entrega, para Expocolor este tiempo es de 2 semanas, puesto que ellos realizan su pedido la segunda semana del mes anterior para que llegue la mercadería el primer día hábil del mes siguiente; por lo tanto este tiempo es constante para todos los artículos.

Adicionalmente se tiene el **Reabasto del almacén**, que es uno de los factores que se analiza dentro de la demanda y puede ser instantáneo o uniforme, para el caso de la Bodega Expocolor es **instantáneo**, puesto que todos los artículos son adquiridos de fuentes externas debido a que es una empresa que únicamente se dedica a la comercialización mas no a la fabricación.

Un tema que también fue analizado es el **Número de artículos**, por cuanto la bodega en la actualidad maneja 6094 artículos con su respectiva clasificación ABC en base a la experiencia y seleccionando el criterio de las ventas, es decir: los artículos clasificados como A son aquellos que se venden en el lapso de 1 mes, los clasificados como B son los que se venden en 40 días y los de la clase C los vendidos en 60 días.

Junto a esta clasificación se aplicó la Teoría de Pareto⁵, determinando que los artículos de clase A, o también denominados artículos Estrella por parte de Expocolor, representan el 1% del Total de sus artículos pero controlan el 80% de su inventario.

Tabla 1.1: Clasificación ABC basada en las Ventas

CLASIFICACIÓN	TOTAL ARTÍCULOS	% ARTÍCULOS
A	49	1%
B	202	3%
C	5843	96%
	6094	100%

⁵ Principio de Pareto. Llamado así por su descubridor Vilfredo Pareto, quien lo formuló en 1895 y también conocido como "La Regla de 80/20".

El Principio de Pareto es importante para el éxito en cualquier área. El Principio dice que el 20% de cualquier cosa producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% restante sólo cuenta para el 20% de los efectos. www.fundacionpsicanica.org/art_3.htm.

Tabla 1.2: Clasificación ABC basada en Principio de Pareto

CLASIFICACIÓN	% ARTÍCULOS	% VALOR
A	1%	80%
B	3%	15%
C	96%	5%
	100%	100%

Debido a la gran cantidad de artículos con los que cuenta esta empresa fue indispensable la elaboración de una reclasificación de artículos basada en la clasificación ABC; para la elaboración de esta reclasificación se tomó en consideración el criterio de la empresa, quienes proporcionaron una lista de los 120 artículos que desean sean analizados. (*Anexo 1*)

Esta bodega cuenta con una capacidad de almacenamiento de 600 mts²; pero aún no se ha determinado el área real que actualmente ocupan los productos ya que no poseen información del tamaño de lotes de todos los productos que se manejan en ella; además tiene una distribución desorganizada de los mismos, lo que conlleva a una deficiente asignación de espacios.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se expuso claramente en el numeral 1.3, Expocolor realiza el manejo de sus operaciones basados netamente en su experiencia, llevándole a una situación caótica en la administración del inventario, que le hace incurrir en serios problemas como: la clasificación, almacenaje, sobrestock y/o falta de artículos, ocasionando problemas como la insatisfacción de sus clientes, quienes se sienten inconformes al no contar con un servicio de calidad.

También se explicó que existe una distribución desorganizada de sus productos en inventario de Materiales y Suministros, es decir una deficiente asignación de espacios para el movimiento de materiales y su almacenamiento.

Es importante mencionar que la empresa Expocolor “no cuenta con procedimientos y/o instructivos específicos de higiene y seguridad para la prevención de probables accidentes, originados por el grado de peligrosidad de ciertos productos; así como tampoco existe una asignación de espacios protegidos para sustancias peligrosas”⁶.

Por lo expuesto, la empresa Expocolor se halla en la necesidad de controlar y manejar eficazmente sus inventarios para poder atender de inmediato los pedidos de sus clientes y disponer de un método que permita la administración eficaz de su bodega.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos planteados en el proyecto son:

1.5.1 OBJETIVOS GENERALES

- Seleccionar y adaptar un modelo de inventarios para la empresa Expocolor, mediante el uso de herramientas matemáticas y paquetes computacionales.
- Asignar los espacios para los productos que comercializa Expocolor, con criterios y técnicas especializadas.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una investigación exploratoria del entorno de la empresa Expocolor.
- Cuantificar la situación actual del manejo de inventarios en la bodega.
- Determinar los métodos para la selección del modelo de inventarios.
- Determinar el ordenamiento y asignación de espacios físicos para los productos, de manera económica, segura y satisfactoria para la empresa Expocolor.

⁶ Esta aseveración esta sustentada en la entrevista realizada al Eco. Wilson Bedón quien es Coordinador de Materiales e Insumos de la empresa Expocolor.

- Determinar las posibles ventajas económicas y financieras del modelo de inventarios seleccionado.

1.6 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

- El planteamiento del modelo de inventarios y la asignación óptima de espacios posiblemente contribuirá a la reducción de gastos de la empresa Expocolor.
- La decisión de adaptar un modelo específico de inventarios depende de las características propias de cada organización.
- La optimización en el uso de los espacios físicos se logra a través de una asignación adecuada de los diferentes tipos de materiales y productos que se manejan en una organización.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

Muchas industrias, cuyo objetivo es lograr una relación íntegra entre clientes y proveedores, han llegado a la conclusión de que una buena administración de la cadena de abastecimiento es el camino para la mejora de la competitividad por medio de la reducción de la incertidumbre y el mejoramiento del servicio al cliente.⁷

Uno de los principales actores en la administración de la cadena de abastecimiento es el departamento de logística ya que este se encarga de la gestión de inventario en movimiento y estacionario, el marketing juega otro papel importante porque comprende el almacenamiento, distribución y gestión de la información.

Sin embargo, cuatro conceptos son fundamentales para el buen desempeño de la cadena de suministro: una buena administración, sentido común, actitud y compromiso con el servicio al cliente.

2.1.1 OBJETIVO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

Independientemente de lo grande o pequeño del departamento de logística, del tipo mercado, del tipo de empresa y de los paquetes computacionales creados o por crear, el objetivo es el siguiente:

- Abastecer los materiales necesarios en la **cantidad, calidad y tiempos** requeridos, al menor costo posible, para con ello dar un mejor servicio al cliente.

⁵ www.geocities.com/logistikchile_cl/que.html

La ausencia de alguno de ellos afectará el desempeño de la cadena de abastecimiento y, por lo tanto, afectará el servicio al cliente; pero si se analiza desde el punto de vista de sistemas administrativos⁸, donde el servicio al cliente es el ¿qué? y la cantidad, calidad, tiempo y costos son los ¿cómo?; indiscutiblemente algunas empresas podrán subsistir con la ausencia de alguno de estos requisitos, pero tendrá una desventaja con aquellas empresas que si posean estos requisitos y deberán asumir sus posibles consecuencias.

La cantidad, calidad, tiempo y costos son requisitos dinámicos ya que la demanda no es constante, los requerimientos de calidad cada vez son mayores, los tiempos de entrega son variables y los costos varían por factores internos y externos. Este proceso dinámico dificulta la administración por lo que es indispensable el uso de la tecnología de información para agilizar la toma de decisiones, reducir los tiempos de respuesta y la incertidumbre.

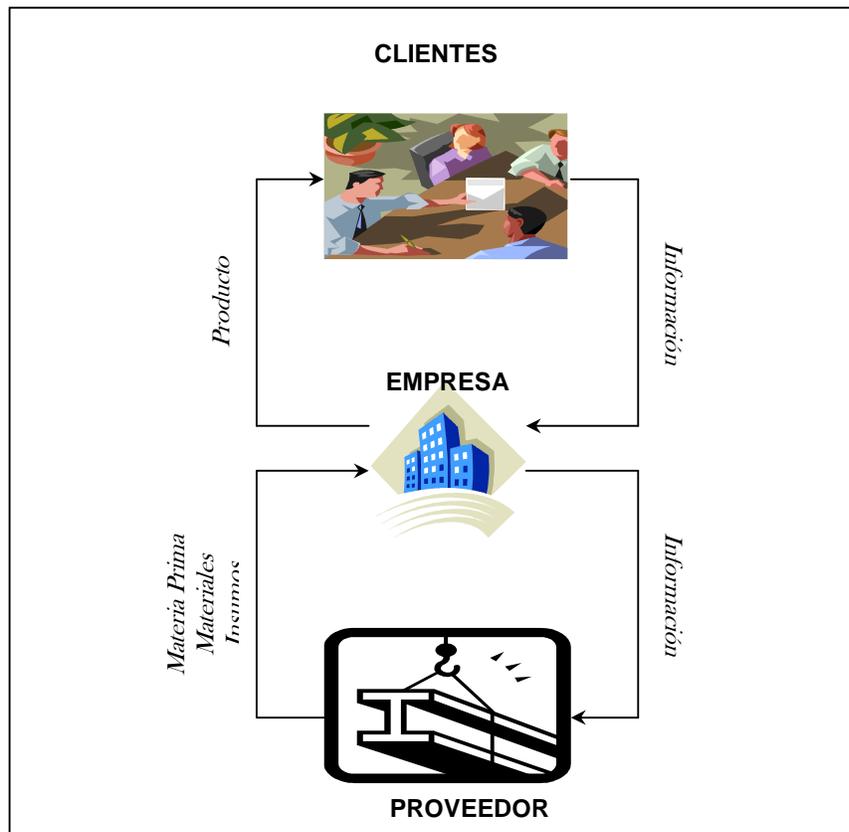
2.1.2 ELEMENTOS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

La cadena de abastecimiento esta integrada por cinco elementos enumerados a continuación:

- Proveedores;
- Transportes;
- La Empresa;
- Los Clientes; y,
- La Comunicación entre ellos.

La rápida interacción entre estos elementos es indispensable ya que genera una ventaja competitiva para la empresa. En la figura 2.1 se ilustran los elementos de la cadena de abastecimientos y la intercomunicación existente entre ellos.

⁸ Sistemas Administrativos.- Red de procedimientos relacionados de acuerdo a un esquema integrado tendientes al logro de los fines de una organización. Cuyo es objetivo de los sistemas administrativos es facilitar a la dirección empresaria –en la forma más eficiente- el cumplimiento de sus objetivos corporativos y de sus políticas. www.biblioteca.uade.edu.ar/downloads/papers.pdf

Figura 2.1: Elementos de la cadena de abastecimiento

Es indispensable recordar que los elementos y conceptos que integran la cadena de abastecimiento son muchos y diversos lo cual complica su administración; pero para ello las empresas deben apoyarse en los sistemas de información y en la tecnología de información para poder administrar dicha cadena.⁹

2.2 EL PROBLEMA DE INVENTARIOS

2.2.1 DEFINICIÓN DE INVENTARIO

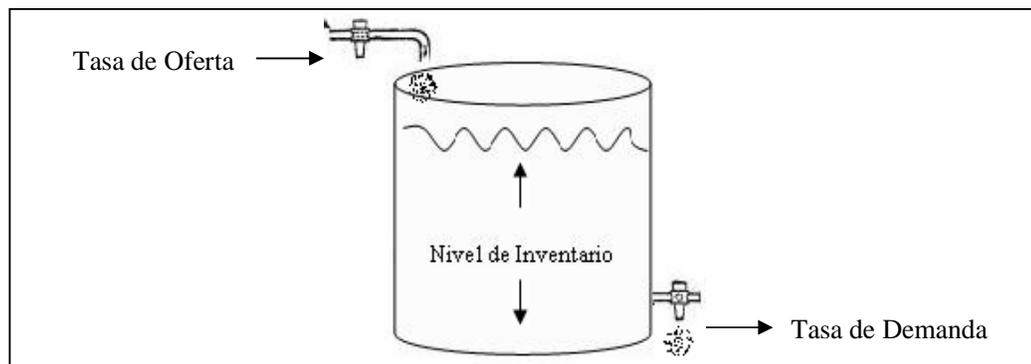
Un inventario es una cantidad almacenada de materiales que se utiliza para facilitar la producción o para satisfacer las demandas del consumidor. Por lo general los inventarios incluyen materia prima, trabajo o producto en proceso y productos terminados.

⁹ www.gestiopolis.com/canales2/marketing/1/logcadabas.htm

Si se desea tener una perspectiva gerencial y contable, es importante distinguir la diferencia entre inventario y capacidad. La capacidad proporciona el potencial para producir, mientras que el inventario es el producto en algún punto del proceso de conversión y distribución.

Los materiales del inventario se localizan en varios puntos en el proceso productivo, con flujos que interconectan un punto de abasto con otro. La tasa a la cual una existencia se puede surtir nuevamente es la capacidad de oferta, y la tasa a la cual se agota es la demanda. El inventario actúa como un amortiguador entre la diferencia de tasas de oferta y demanda.¹⁰

Figura 2.2: Analogía de un tanque de agua para el inventario



2.2.2 PROPÓSITO DE LOS INVENTARIOS

El propósito primordial de los inventarios es desacoplar las diferentes fases del área de operaciones. El inventario de materias primas desconecta a un fabricante de sus operaciones; el inventario de producto en proceso desengrana las varias etapas de la manufactura una de otra y el inventario de producto terminado desacopla a un fabricante de sus clientes.

Dentro del proceso general de desacoplamiento, existen cuatro razones para llevar inventarios:

¹⁰ SCHROEDER, R.G, Administración de Operaciones, Tercera edición, McGRAW – HILL, Atlacomulco, México, 1992, Pág. 454.

- Protección contra incertidumbres
- Para permitir producción y compra bajo condiciones económicas ventajosas
- Para cubrir anticipos en la demanda o la oferta
- Para mantener el tránsito¹¹

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS

En las empresas manufactureras existen cuatro tipos de inventarios que son:

- **Materias Primas.-** Son todos los materiales comprados por el fabricante y que pueden estar sometidos a un proceso de transformación o manufactura previa a la venta como producto terminado.
- **Productos en Proceso de Manufacturación.-** Consiste en la producción parcialmente manufacturada; en este se involucran costos de materiales y mano de obra y su vez gastos de fabricación.
- **Productos Terminados.-** Son todos aquellos artículos ya fabricados que están aptos y disponibles para su venta.
- **Suministro de Fabricación.-** Este se diferencia del inventario de materiales, debido a que los materiales pueden asociarse directamente con el producto terminado y llega a convertirse en partes del mismo y son utilizados en cantidades suficientes para que sea práctico asignar su costo al producto.¹²

2.2.4 PROBLEMAS DE DECISIÓN

Existen diferentes problemas de decisión en la administración de inventarios:

- ¿Qué artículos deben incluirse en las existencias en almacén?

¹¹ SCHROEDER, R.G, Administración de Operaciones, Tercera edición, McGRAW – HILL, Atlacomulco, México, 1992, Pág. 455.

¹² Administración de inventarios, Materia tomada en carrera: Administración de la producción.

- ¿Cuánto debe comprarse?
- ¿Cuándo se debe realizar una compra?
- ¿Qué tipo de sistema de control de inventario se debe utilizar?

En la primera pregunta se cuestiona si el artículo será fabricado para almacenarse o para surtir una orden, también involucra la cuestión de si existen artículos que deben conservarse dentro de las existencias o deben discontinuarse.

Las dos preguntas siguientes se relacionan con la cantidad y el tiempo de compra respectivamente, y dan origen a una regla de decisión que es: cuándo colocar un pedido y qué cantidad ordenar. Una manera eficaz de saber si se está ordenando correctamente es la de contar con un sistema de control de inventarios, donde se encuentren registros precisos, pedidos de emergencia cuando sean necesarios y dar seguimiento al flujo de materiales hacia y desde el inventario.

La última pregunta se relaciona con el sistema manual o computarizado que es el más adecuado para el problema de inventario.

2.2.5 FACTORES DE COSTO EN EL CONTROL DE INVENTARIOS

El objetivo primordial del control del inventario es tener la cantidad apropiada de materia prima u otros materiales y productos terminados en el lugar adecuado, en el tiempo oportuno y con el menor costo posible; por esta razón es indispensable mencionar los factores de costo en el control de inventario que son:

- **COSTO UNITARIO DEL ARTICULO.-** Es aquel costo derivado de comprar o producir los artículos individuales de inventarios. Su unidad de medida es (\$/unidad). En algunas situaciones dicho costo suele ser menor si se compran suficientes unidades a la vez.
- **COSTO DE ORDENAR PEDIDOS.-** Este está relacionado con la adquisición de un grupo o lote de artículos. El costo de ordenar pedidos no depende de la cantidad de artículos adquiridos; se asigna al lote entero. Se incluyen en este

costo: la mecanografía de la orden de compra, la expedición de la orden, los costos de transporte, los costos de recepción, etc. Existen costos asociados con el artículo si este fue adquirido de fuente externa o proveedor, y debe ser registrado en nuestro costo de inventario como tal. De igual manera, si el bien es fabricado en planta deberán incluirse sus costos de producción y registrarse como un artículo que se vende a consumidor final.

- **COSTO DE INVENTARIO.-** Llamados también costos de conservación son aquellos relacionados con la permanencia de artículos en inventario durante un período. Este costo generalmente se lo incluye como un porcentaje del valor por unidad en el tiempo. Dicho costo tiene tres componentes:
 1. **Costo de Capital.-** Cuando los artículos se tienen en el inventario, el capital invertido no está disponible para otros propósitos es decir que al costo de inventario se lo asigna como un costo de oportunidad.
 2. **Costo de Almacenamiento.-** Está conformado por: costos variables del espacio, seguros e impuestos. Los impuestos y seguros deben incluirse, sólo si varían con el nivel del inventario.
 3. **Costos de Obsolescencia, Deterioro y Pérdida.-** Este costo se le debe asignar a los artículos que tienen un alto riesgo de hacerse obsoletos; entre mayor es el riesgo mayor es el costo.
- **COSTO DE INEXISTENCIAS.-** Estos reflejan las consecuencias económicas cuando se terminan los artículos almacenados. Aquí existen dos clases: la primera donde puede haber cierta pérdida de plusvalía o de negocios futuros asociada con cada pedido de respaldo debido a que el cliente tiene que esperar; esta pérdida de oportunidad se contabiliza como un costo de inexistencias, mientras que la segunda se da cuando se pierde la venta si no se tiene materiales listos.¹³

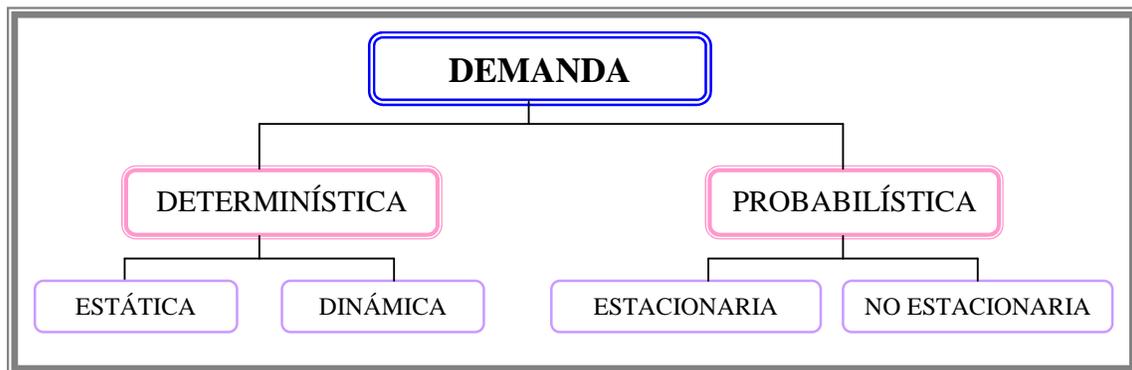
¹³ SCHROEDER, R.G, Administración de Operaciones, Tercera edición, McGRAW – HILL, Atlacomulco, México, 1992, Pág. 459.

2.2.6 DEMANDA

Al realizar la siguiente pregunta: ¿por qué se tiene grandes variedades de modelos cuyos métodos de solución van desde uso del cálculo simple a las refinadas aplicaciones de la programación dinámica y matemática? La respuesta radica principalmente en si la demanda del artículo es determinista (se conoce con certeza) o probabilística (la describe una densidad de probabilidad).

La siguiente figura nos detalla con más claridad la clasificación de la demanda.

Figura 2.3: Clasificación de la demanda



2.2.6.1 Demanda Determinística

Esta puede ser estática o dinámica, ya que para el primer caso la tasa de consumo permanece invariable durante el transcurso del tiempo mientras que en el segundo la demanda se conoce con certeza, pero con la diferencia de que varía de un período a otro.

2.2.6.2 Demanda Probabilística

Esta puede ser estacionaria y no estacionaria, cuando hablamos de estacionaria la función de densidad de probabilidad de la demanda se mantiene sin variar en el tiempo, y en caso de la no estacionaria la función de densidad de probabilidad varía con el tiempo.

No obstante el tipo de demanda es un factor importante en el diseño del modelo de inventarios, los factores que se detallan a continuación pueden influir también en la forma como se formula el modelo.

1. **Demoras en la entrega.-** Cuando se coloca un pedido, puede entregarse inmediatamente o puede requerir algún tiempo antes de que la entrega se lleve a cabo. El tiempo entre la colocación de un pedido y su surtido se conoce como demora en la entrega.
2. **Reabasto del almacén.-** Este puede ser instantáneo o uniforme, se da el primer caso cuando el almacén compra de fuentes externas; mientras que en el segundo ocurre cuando el producto se fabrica dentro de la organización.
3. **Horizonte de tiempo.-** Puede ser finito o infinito, se convierte en un pilar esencial para definir el período sobre el cual el nivel de inventarios estará controlado.
4. **Abastecimiento múltiple.-** Un sistema de inventarios puede tener varios puntos de almacenamiento, tal es el caso que estos puntos de almacenamiento están organizados de tal manera que un punto actúa como fuente de abastecimiento para algunos otros puntos. La situación generalmente se denomina sistema de abastecimiento múltiple.
5. **Número de artículos.-** Un sistema de inventarios puede contar con más de un artículo. Este caso es de vital importancia, si existe alguna clase de interacción entre los diferentes artículos.

2.2.7 LA CLASIFICACIÓN ABC

El control sistemático de cientos de miles de artículos puede traer consigo el requerimiento de urgentes recursos a las organizaciones. Esta situación ha

obligado a agrupar bienes en función de sus principales características especialmente físicas, el costo y su importancia, a lo que se conoce como la clasificación ABC.

De acuerdo a su valor se pueden clasificar en uno de los tres grupos:

1. Los artículos de valor más alto o clase **A**, representan los porcentajes más altos en función del valor total del inventario, una característica de estos tipos de inventarios es que se debe comprobarse y verificarse de manera exacta, acatando en forma puntual la política de la cantidad de pedidos óptima, la frecuencia y el número de pedidos, lo que permitirá a su vez llegar al costo mínimo total; es decir que únicamente puede entrar en este rango el 12% de los artículos que conforman el inventario.
2. En los artículos de la clase **B** está la mayoría de los bienes que forman el inventario, su característica fundamental es que el valor total en dólares, relacionados con el de la primera clase es muy pequeño, debido a ello en este tipo de bienes no se requiere comprobarse en forma muy precisa, lo que hace que se reduzca el gasto de seguimiento, normalmente puede conformar hasta el 60% de los bienes dentro de este rango.
3. Finalmente los artículos de la clase **C**, constituyen los artículos o bienes restantes que conforman los inventarios y que en relación a los dos anteriores son de menor importancia.

2.3 LA SIMULACIÓN

Para el análisis del presente proyecto se utilizará el método de la simulación, ya que este es un proceso de experimentar con un modelo que permita medir su comportamiento frente a cambios en las variables de entrada.

2.3.1 DEFINICIONES DE LA SIMULACION.

- “Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema”.¹⁴
- “Simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos periodos de tiempo.”¹⁵
- Simulación: Recreación de procesos que se dan en la realidad mediante la construcción de modelos que resultan del desarrollo de ciertas aplicaciones específicas. Los programas de simulación están muy extendidos y tienen capacidades variadas, desde sencillos juegos de ordenador hasta potentes aplicaciones que permiten la experimentación industrial sin necesidad de grandes y onerosas estructuras; un caso típico de esto último sería el túnel de viento en aeronáutica.
- Es una herramienta para manejo de riesgos partiendo de la comprensión de sus costos y beneficios

2.3.2 VENTAJAS

- Revela los componentes críticos del sistema.
- Excelente herramienta para vender la necesidad del cambio.
- El desarrollo tecnológico hace que la simulación sea muy fácil de implementar.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del mismo.
- La técnica de simulación puede ser utilizada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales tiene poca o ninguna información. A través de

¹⁴ Definición (Robert E. Shannon)

¹⁵ Definición Estricta (H. Maisel y G. Gnugnoli)

esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.

2.3.3 DESVENTAJAS

- Los resultados son sensibles a la exactitud de los datos de entrada.
- La simulación por si sola no resuelve el problema.
- La simulación no provee respuestas fáciles para problemas complejos.
- Fallas al optimizar. La simulación es usada para contestar preguntas del tipo “Qué pasa si?”, “pero no de”, “¿que es lo mejor?”. En este sentido, la simulación no es una técnica de optimización. La simulación no generará soluciones, solo evalúa esas que han sido propuestas.
- Abuso de simulación. Hay muchas facetas para un balanceo y comprensivo estudio de la simulación. Ya que una persona debe tener conocimiento de una gran variedad de áreas antes de llegar a ser un practicante de la simulación.
- Falla al producir resultados exactos. Una simulación solo provee estimados, no resultados exactos.

2.3.4 PROCESO GENERAL DE LA SIMULACIÓN

Los modelos de simulación pueden diferir en gran medida, dependiendo de si el espacio de estados es discreto o continuo. Las observaciones pueden ser estáticas o dinámicas, como función continua o discreta del tiempo. También las medidas de comportamiento pueden diferir enormemente.

Sus orígenes están en los trabajos de Student para aproximar la distribución que lleva su nombre, y los métodos que Von Neumann y Ulam introdujeron para resolver ecuaciones integrales. Desde entonces, la simulación ha crecido como una metodología de experimentación fundamental en campos tan diversos como la economía, estadística, informática o la física, y con enormes aplicaciones industriales y comerciales, como los simuladores de vuelo, los juegos de simulación, la predicción bursátil o meteorológica.

La mayoría de experimentos de simulación, una vez que ya se haya construido el modelo se los puede adecuar al siguiente esquema:

- Obtener observaciones básicas de una fuente de números aleatorios.
- Transformar las observaciones básicas en entradas al modelo, según las especificaciones del mismo.
- Transformar las entradas, a través del modelo, en salidas.
- Calcular estadísticas a partir de las salidas, para estimar las medidas de comportamiento.

2.3.5 LA SIMULACIÓN MONTE CARLO

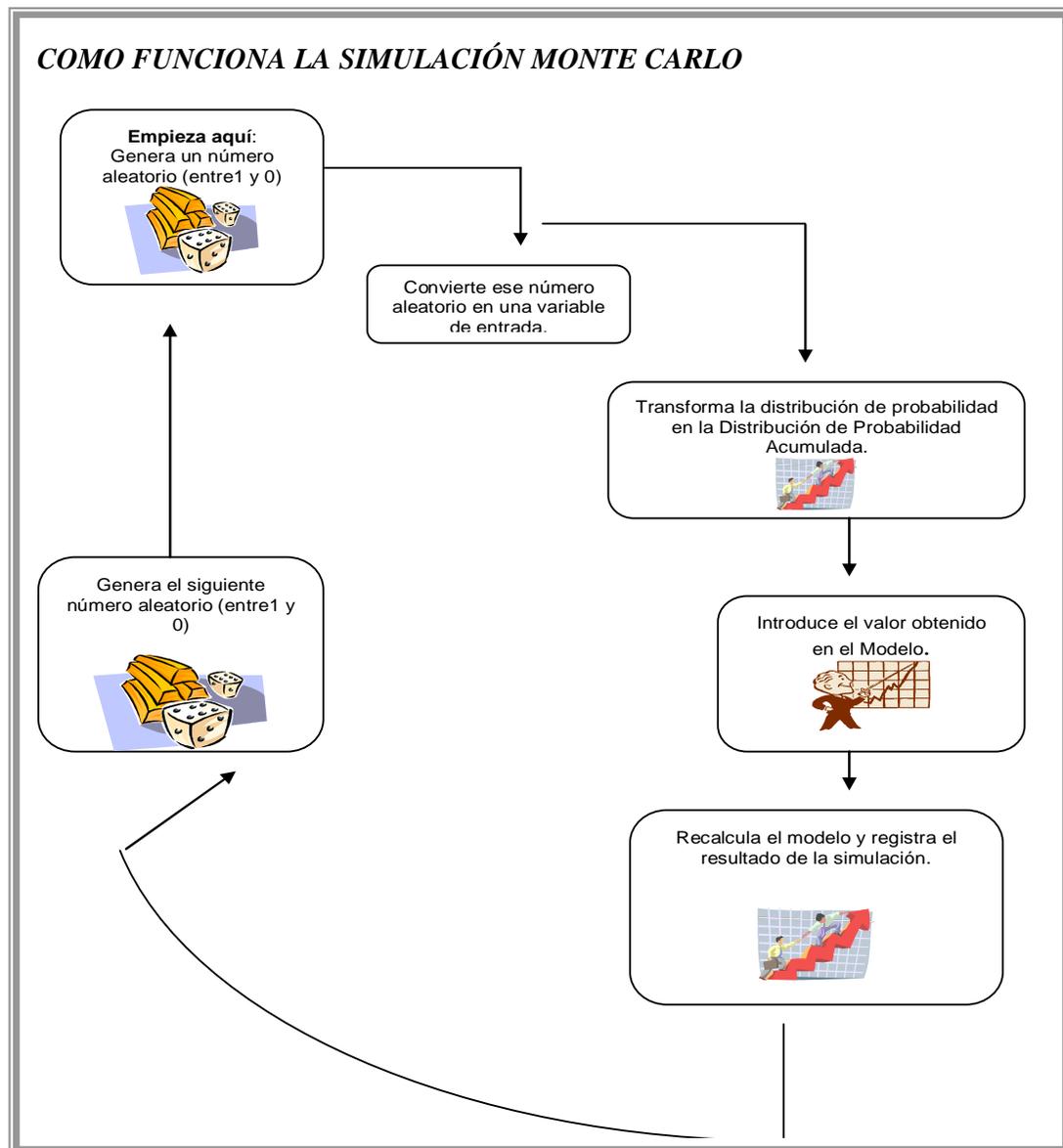
Este es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos a través de la simulación de variables aleatorias, es decir que se usa para hallar la probabilidad de un suceso.

La importancia de dicho método se basa en la existencia de problemas que tienen difícil solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios o se pueden asociar a un modelo probabilístico artificial.

La simulación con el método Monte Carlo es un sistema que utiliza números aleatorios para medir los efectos de incertidumbre, es por esta razón que se va emplear este método ya que como utiliza números aleatorios y la información con la que se cuenta son compras y ventas en ciertos períodos con comportamientos aleatorios se establecería un buen encaje con este modelo.¹⁶ La figura que se presenta a continuación resume como funciona el método Monte Carlo.

¹⁶ Ross, Sheldon M. (1999): Simulación: Métodos de Monte Carlo, Pág. 218.

Figura 2.4: Como funciona la simulación Monte Carlo.



2.3.6 MÉTODO DE LA INVERSA PARA GENERACIÓN DE VARIABLES ALEATORIAS¹⁷

En su versión más sencilla, el método de la inversa se basa en la siguiente proposición en el caso de variables continuas:

¹⁷ Ríos, David, Ríos, Sixto, Jiménez, Jacinto (2000): Simulación: Métodos y Aplicaciones: Variables aleatorias, Pág. 64.

- Se supone que la variable aleatoria X tiene una función de distribución F continua y creciente, siempre que $0 < F(x) < 1$. Sea U una variable aleatoria con distribución uniforme en $(0, 1)$. Entonces, la variable aleatoria $F^{-1}(U)$ tiene distribución F .

Mientras que para las variables discretas se tiene:

Sea $\bar{F}(u) = \min \{x : F(x) \geq u\}$. Si U es una variable aleatoria con distribución $U(0, 1)$, entonces la variable $X = \bar{F}(U)$ tiene una función de distribución F .

2.4 EL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE ESPACIOS

2.4.1 CONDICIONES NECESARIAS

Para que una bodega pueda considerarse bien proyectada, deberá contar con los siguientes requisitos:

- Posibilidad de una recepción cómoda de los materiales;
- Instalaciones adaptadas al tipo de material almacenado y a sus exigencias de manipulación;
- Posibilidad de una fácil distribución;
- Reducción al mínimo posible de los registros contables correspondientes a los movimientos físicos.

Los materiales almacenados son casi siempre, sobre todo en las grandes industrias, bastante numerosas y heterogéneas.¹⁸

¹⁸ R. Baroggi, M. Malavolti, G. Raimondi, G. Vignati y G. Zecchini (1979): Almacenamiento, Transporte y Embalaje; capítulo 5, Pág.84.

2.4.2 INCONVENIENTES DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO INADECUADO

Los inconvenientes derivados de una escasa o inadecuada, disponibilidad de almacenes y de una distribución poco racional de los mismos pueden ser los siguientes:

1. Excesiva lentitud de las operaciones de descarga: involucrando gastos en medios de transportes, amontonamiento excesivo del material, difícil preparación de las expediciones y por consiguientes el retraso de las mismas.
2. Congestión del tráfico de materiales.
3. Peligro de sobrecarga de los pisos.
4. Mayor riesgo de incendio o de deterioro e inconvenientes para el material depositado de forma inadecuada.
5. Dificultad para la rotación de los materiales.
6. Despilfarro de movimientos y desplazamientos; mala rotación de medios y del personal.

Para obtener unos niveles adecuados de eficiencia en la distribución de un almacén es indispensable tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Las exigencias del flujo productivo, sea en cantidad o frecuencia de movimientos.
- Las exigencias de accesibilidad de los diversos medios de transporte.
- La disponibilidad y viabilidad de los locales destinados a esta función.
- Las necesidades de conservación de los materiales y
- Las previsiones de desarrollo de la empresa.¹⁹

¹⁹ R. Baroggi, M. Malavolti, G. Raimondi, G. Vignati y G. Zecchini (1979): Almacenamiento, Transporte y Embalaje; capítulo 5, Pág.86.

2.4.3 EL ESPACIO

2.4.3.1 Elementos a Considerar

Los elementos a considerar en relación al espacio y los problemas relacionados con una utilización plena y racional de los mismos son los siguientes:

- La superficie y volumen del almacén
- La característica del edificio: piso, bóveda, recubrimiento
- Las características de las entradas: número, amplitud, situación, etc.
- Las alturas útiles de los locales
- La disponibilidad de medios de transporte y elevación
- Aprovechamiento del espacio

En este último enunciado es indispensable tomar en cuenta la altura, pero considerando los siguientes aspectos:

- La resistencia del suelo, en relación también con el empleo de equipos mecánicos para la elevación y el transporte de los materiales.
- La distribución de los materiales, que debe ser estudiada de forma que los materiales que se muevan más a menudo estén más a mano.²⁰

2.4.3.2 La Red de Corredores

Con el objetivo de facilitar al máximo la fluidez del flujo de entrada y salida de los materiales conviene definir algunas condiciones como:

- Evitar que los corredores se encuentren obstruidos por obstáculos de diversa naturaleza.
- Conseguir unas comunicaciones directas.
- Especializar los diferentes corredores en principales y transversales.

²⁰ R. Baroggi, M. Malavolti, G. Raimondi, G. Vignati y G. Zecchini (1979): Almacenamiento, Transporte y Embalaje; capítulo 5, Pág.86.

- Tener en cuenta las exigencias del sistema de transporte interno.

2.4.3.3 Criterios para la Asignación de Espacios

La asignación de espacio de almacenamiento debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- a. Separar las áreas destinadas a los materiales que, por su naturaleza, hayan de ser manipulados en grandes lotes y con mucha frecuencia de los que se muevan con poca frecuencia o en pequeños lotes, aunque con gran frecuencia.
- b. Reservar las zonas más accesibles o en cualquier caso, más próximas a los puntos de carga y descarga, para el almacenamiento de los materiales de desplazamiento frecuente; tener en cuenta la necesidad de control que puede derivarse de las características de algunos materiales o del ciclo de desplazamiento del que forman parte estos materiales para los fines del proceso productivo.
- c. Finalmente tener en cuenta los materiales que pueden, o deben, ser almacenados al aire libre, con o sin cobertura protectora.²¹

2.4.4 PROBLEMAS DE DECISIÓN

Definición 1.- Un problema de decisión es un problema en donde la respuestas posibles son SI o NO.

Observación.- Se usará el término “problema” para designar a toda una clase de preguntas que tienen una estructura similar y cuya respuesta depende de ciertos parámetros de entrada.

²¹ R. Baroggi, M. Malavolti, G. Raimondi, G. Vignati y G. Zecchini (1979): Almacenamiento, Transporte y Embalaje; capítulo 5, Pág.87.

Definición 2.- Una instancia es un caso particular que se obtiene de un problema al asignar valores concretos a los parámetros de entrada; importante recordar que una instancia tiene una respuesta específica: “sí” o “no”.

Formalización

- **Definición 3.-** Un alfabeto Σ es un conjunto finito
- **Definición 4.-** Dado un alfabeto Σ , una palabra en Σ es una sucesión finita de elementos de Σ .

Un problema de decisión puede plantearse de la siguiente manera:

Dado:

- Un alfabeto Σ
- Un conjunto Σ^* de palabras en Σ
- Un subconjunto $\pi \subseteq \Sigma^*$

Mientras que una instancia del problema se expresa siempre en la forma:

Dado $\chi \in \Sigma^*$, pertenece χ a π ?

Es importante recordar que:

TÉRMINOS	SÍMBOLOS
Lista de Objetos	L
Instancia	Σ^*
Conjunto de la Instancia	π

Ejemplo:

Dado $p \leq 999$. Es p múltiplo de 5?

Una instancia es dar un valor a p .

$$\begin{aligned}\Sigma &= \{0, 1, 2, \dots, 9\} \\ \Sigma^* &= \{(1), (2), (3), \dots, (9), (10), \dots, (999)\} \\ \pi &= \{(5), (10), (15), \dots, (995)\}?\end{aligned}$$

Dentro de los problemas de decisión se encuentran dos clases de problemas:

- La clase **P**
- La clase **NP**

Antes de describir que es un problema de clase P y uno de clase NP es importante conocer la definición de un algoritmo polinomial; entonces:

Definición 5.- Un algoritmo r para un problema π se llama polinomial, si para cualquier instancia del problema $w \in \pi$, el algoritmo requiere para la solución de w un número de operaciones acotado por un polinomio en $[w]$.

2.4.4.1 Problemas de Clase P

Definición 6.- Un algoritmo se dice polinomialmente acotado si la complejidad de su peor caso está acotada por una función polinomial del tamaño de la entrada, es decir, si existe un polinomio p tal que para cada entrada de tamaño n el algoritmo termina a lo sumo en $p(n)$ pasos.

Definición 7.- Un problema se dice polinomialmente acotado si existe un algoritmo polinomialmente acotado que lo resuelva.

La clase P comprende el tipo de problemas que están polinomialmente acotados. Expresado de otra manera se tiene:

$$P = \{(\Sigma^*, \pi); (\Sigma^*, \pi) \text{ es polinomial}\}$$

2.4.4.2 Problemas de Clase NP: “No determinísticamente Polinomial”

Es aquel que puede resolverse mediante un algoritmo no determinístico en tiempo polinomial. El nombre NP proviene de “nondeterministic polynomial-bounded” que significa no determinísticamente acotado por un polinomio; por lo tanto:

Definición 8.- Un problema (Σ^*, π) se llama no determinísticamente polinomial, si existe un problema polinomial (Σ^*, π) tal que:

$$\forall w \in \pi, \exists (w, z) \in \pi \text{ con } [z] \in O(P[w])$$

Donde z se le reconoce como certificado (tiene un algoritmo para verificar el resultado).

$$NP = \{(\Sigma^*, \pi); (\Sigma^*, \pi)\} \text{ es no determinísticamente polinomial.}$$

2.4.4.3 Problemas NP Completo

En teoría de la complejidad computacional, la clase de complejidad NP-completo es el subconjunto de los problemas de decisión en NP tal que todo problema en NP se puede reducir en cada uno de los problemas de NP-completo.

Se puede decir que los problemas de NP-completo son los problemas más difíciles de NP y muy probablemente no formen parte de la clase de complejidad P. La razón es que de tenerse una solución polinómica para un problema de NP-completo, todos los problemas de NP tendrían también una solución en tiempo polinómico.

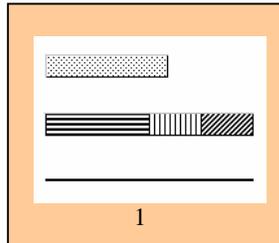
2.4.5 EL PROBLEMA DEL BIN PACKING

Dado un conjunto L de objetos con tamaños w_1, w_2, \dots, w_n ; $w_i \in]0,1]$, el problema consiste en empaquetar los objetos en la menor cantidad posible de recipientes (bins) de capacidad unitario.

Ejemplo:



Empacamiento Óptimo



En otras palabras:

Dado un multiconjunto $L = w_1, w_2, \dots, w_n$, con $w_i \in]0,1]$; se pide particionar L en la menor cantidad posible de subconjuntos L_1, L_2, \dots, L_n tal que:

$$\sum_{w_i \in L_j} w_i \leq 1 \quad \forall_j \in \{1, \dots, h\}$$

El bin packing tiene cuatro heurísticas, que se definen como algoritmos eficientes para problemas de optimización, que no necesariamente calculan el óptimo, pero si una solución factible “buena”.

Heurísticas para el Bin Packing

- FF (First Fit): En el primero que calce
- BF (Best Fit): En donde calce mejor

- FFD (First Fit Decreasing): Ordenar objetos del más grande al más pequeño, luego FF
- BFD (Best Fit Decreasing): Ordenar objetos del más grande al más pequeño. Luego BF.²²

²² K. Bernhard, V. Jens (2000): Combinatorial Optimization; capítulo 15, 18.

CAPÍTULO 3

MODELOS DE INVENTARIOS

3.1 CARACTERÍSTICAS CLAVES DE UN MODELO DE INVENTARIOS

Con la finalidad de proporcionar pautas que guíen el entendimiento de un modelo de inventarios se presentan a continuación las características claves de los mismos:

- El inventario pertenece a uno y tan solo un artículo
- El inventario se abastece por lotes en vez de remplazarse continuamente
- La demanda es determinística y ocurre a una tasa constante conocida de unidades de período
- El tiempo guía L es determinístico y se conoce
- Los déficit no están permitidos. Es decir siempre debe haber suficiente inventario a la mano para satisfacer la demanda
- Los pedidos ocurren en una cantidad fija Q^* cuando el inventario llega a un cierto punto de nuevos pedidos R . La implantación de esta política de reordenamiento requiere, por tanto, la comprobación regular de inventario para determinar cuánto se alcanza el nivel R . Los valores apropiados tanto de Q^* como R se escogen para obtener un costo total mínimo global basado en los siguientes componentes:

1. Un costo de pedidos fijos de $\$K$ por pedido
2. Un costo de compra de $\$C$ por unidad, sin importar el número de unidades perdidas
3. Una tasa de transferencia i por cada unidad en inventario por período
4. Los costos de déficit son irrelevantes por que los déficit no se permiten.²³

²³ Jorge E. Burbano Ruiz y Alberto Ortiz Gómez, Presupuestos. Editorial Ariel.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS

En el esquema 3.1 se presenta una clasificación de modelos de inventarios²⁴, ya que no se pretende brindar una explicación detallada sobre la extensa área de modelos de inventarios que por su complejidad están fuera del alcance de los objetivos de este proyecto, pero si se pretende dar una idea general de ellos.

3.3 MODELOS BÁSICOS DE INVENTARIOS²⁵

3.3.1 MODELOS DETERMINÍSTICOS

La mayoría de estos modelos tratan con un inventario de un solo artículo. Únicamente se trata el efecto en la solución de incluir varios artículos competitivos. Las principales diferencias entre estos modelos son si la demanda es estática o dinámica.

3.3.1.1 Modelo de la Cantidad Económica a Ordenar

Este modelo es aplicable en dos situaciones que son:

- Si la demanda de un artículo tiene una tasa constante, entendiéndose a esta cuando los requerimientos de bienes o artículos es el mismo número de unidades en cada período de tiempo.
- Cuando la cantidad total que se pide llega al inventario en un punto del tiempo.

Función Objetivo.- Dicho modelo se desarrolla con el objetivo de obtener un real equilibrio entre el costo de orden o pedido y el de conservación o mantenimiento para que estos sean los menores posibles.

²⁴TAHA A. Handy. (1992): Una Introducción a la Investigación de Operaciones; capítulo 14.

²⁵ Wayne I. Winston (1994): Investigación de Operaciones, Aplicaciones y algoritmos.

A continuación se presenta un cuadro con la simbología que se utilizará en el desarrollo del modelo:

TÉRMINOS	SÍMBOLOS
Demanda Total Anual	D
Cantidad de Pedido	Q
Costo de Pedido	K
Costo de compra	C
Costo de Almacenamiento	H
Tiempo Guía	L

Para obtener la cantidad de pedido:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * K}{H}} \quad (3.1)$$

Costo total del inventario:

$$\text{Costo de Pedido} = \frac{D}{Q} * K \quad (3.2)$$

$$\text{Costo de Almacenamiento} = \frac{Q}{2} * H \quad (3.3)$$

$$\text{Costo de Compra} = C * D \quad (3.4)$$

Costo Total de Inventario = Costo de Organización + Costo de Almacenamiento + Costo de Compra

$$\text{Número Promedio de Pedidos por Períodos} = \frac{D}{Q} \quad (3.5)$$

$$\text{Tiempo entre pedidos} = \frac{Q}{D} * 360 \quad (3.6)$$

$$\text{Punto de Nuevos Pedidos} = L * D \quad (3.7)$$

3.3.1.2 Modelo de Inventarios con Agotamientos Planeados

El presente modelo tiene las siguientes características:

- Este tipo de modelo se lo conoce como pedidos pendientes; esta situación supone que una vez que el cliente realiza un pedido y conoce que el proveedor no tiene existencias, decide esperar hasta que llegue el siguiente pedido, y solo allí se presenta la solicitud.
- El período de entrega tiene que ser relativamente breve.
- Todos los bienes o artículos deben llegar a la misma vez, de modo que exista una tasa constante de demanda para los productos.
- Si existen X pedidos pendientes en el momento que llega un nuevo volumen de tamaño Q se surten los X pedidos atrasados de los clientes y las unidades restantes, $Q - X$ se colocan en el inventario, $Q - X$ es el nivel máximo de inventario. El ciclo del inventario de T días se divide en dos fases: de t_1 días cuando se tiene inventario disponible y se cubren los pedidos conforme van llegando y de t_2 días cuando se presentan agotamiento y se colocan los pedidos en lista de espera, lo cual significan pedidos pendientes.

Para dicho modelo se debe agregar un nuevo costo a parte del costo de mantenimiento y el costo de pedido; este costo es el de pedidos en espera o conocido también como costo de pérdida de confianza; el mismo debe estar en función del tiempo que tenga que esperar el cliente.

Función Objetivo

$$\text{Nivel Promedio Del Inventario} = \frac{\frac{1}{2} (Q - X) t_1 + t_2}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{1}{2} (Q - X) t_1}{T} \quad (3.8)$$

De otra parte como el inventario máximo es $Q - X$, y que D representa la tasa constante de la demanda, se obtiene que:

$$t_1 = \frac{Q - X}{D} \text{ días} \quad (3.9)$$

Lo cual significa que se utiliza el nivel máximo de inventario $T - X$ unidades en:

$$(Q - X) / D \text{ días} \quad (3.10)$$

Como se piden y se envían Q unidades en cada ciclo, se sabe que la duración de un ciclo necesariamente debe ser de:

$$T = \frac{Q}{D} \text{ días} \quad (3.11)$$

Utilizando las ecuaciones anteriores se obtiene lo siguiente:

$$\text{Nivel Promedio de Inventario} = \frac{\frac{1}{2}(Q - X) \left[\frac{(Q - X)}{D} \right]}{\frac{Q}{D}} = \frac{(Q - X)^2}{2Q} \quad (3.12)$$

De esta forma el nivel promedio de inventario se expresa en términos de dos alternativas de decisión sobre los inventarios, en términos de cuánto pedir Q y de otra parte el número máximo de pedidos pendientes que se permiten (X).

$$\text{Número Anual de Pedidos} = \frac{D}{Q} \text{ días} \quad (3.13)$$

Para determinar el nivel promedio de los períodos pendientes es necesario tomar en cuenta que si existe un máximo de X pedidos pendientes entonces:

$$\text{Nivel Promedio de pedidos pendientes} = \frac{t_1 + \left(\frac{X}{2}\right)t_2}{T} = \frac{\left(\frac{X}{2}\right)t_2}{T} \quad (3.14)$$

Conociendo que el número máximo de pedidos pendientes llegue a una cantidad X según la tasa diaria D , la duración de la porción pendientes por ciclo de inventario es:

$$t_2 = \frac{X}{D} \quad (3.15)$$

Si utilizamos las ecuaciones (3.11), (3.15) en la (3.14) se tiene:

$$\text{Nivel Promedio de pedidos pendientes} = \frac{\left(\frac{X}{2}\right)\left(\frac{X}{D}\right)}{\frac{Q}{D}} = \frac{X^2}{2Q} \quad (3.16)$$

Siendo:

H = Costo de almacenamiento durante 1 año

K = Costo de pedido

Cb = Costo de tener una unidad como pedido pendiente durante un año

El costo total anual para el modelo de inventario con pedidos en espera se convierte en:

$$CT = \frac{(Q - X)^2}{2Q} H + \frac{D}{Q} K + \frac{X^2}{2Q} Cb \quad (3.17)$$

Una vez que se obtiene la estimación de los costos de mantenimiento (H), de pedido (K), y costo de mantenimiento una unidad como pedido pendiente durante un año (Cb) y la demanda anual D, los valores de costo mínimo para la cantidad de pedidos Q^* y los pedidos pendientes que se planean X^* son los siguientes:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times K \times (H + Cb)}{H \times Cb}} \quad (3.18)$$

$$X^* = Q^* \frac{H}{H + Cb} \quad (3.19)$$

3.3.2 MODELOS PROBABILÍSTICOS

En la realidad en la administración del inventario no se coincide con los supuestos de parámetros conocidos, sino que estos son en muchos casos aleatorios y de los cuales en todo caso se conoce su distribución de probabilidad.

Estos modelos son aplicables cuando los artículos del inventario están sujetos a obsolescencia, a tiempo de vida útil, a demanda aleatoria, etc. La obsolescencia se presenta por ejemplo en artículos de temporada, en los cuales la demanda disminuye en cierto instante a pesar que los artículos no se han deteriorado. En este caso el administrador del inventario está sujeto a tomar una de dos decisiones:

- Guardar los artículos hasta la próxima temporada
- Rematarlos

La caducidad para artículos perecederos (tiempo de vida útil) se presenta por ejemplo en artículos como medicinas, lácteos, periódicos, etc en este caso solo se puede decidir: Rematar o Desechar.

3.3.2.1 Modelo de Inventarios de Revisión Continua

Este modelo se da cuando los niveles de inventario son comparados continuamente para poder determinar el punto de nuevos pedidos.

Para superar este problema se usa un modelo EOQ donde la demanda es probabilística, se puede hacer lo siguiente:

- Obtener una estimación de la demanda probabilística promedio D' por período.
- Calcular la cantidad óptima de pedidos Q^* y el punto de nuevos pedidos R usando la fórmula EOQ reemplazando la demanda determinística D mediante la demanda promedio.
- Hay que tomar en cuenta que cuando la demanda es probabilística, el nivel de inventario varía impredeciblemente con el tiempo. En general esta variabilidad en la demanda da pie a dos puntos:
 1. El tiempo entre pedidos varía en el caso probabilístico. Esto se debe a que la cantidad de tiempo que le toma al nivel de inventario alcanzar el punto de nuevos pedidos R depende de la demanda probabilística desconocida.
 2. Si la demanda durante el tiempo guía excediera el nivel de inventario del punto de nuevos pedidos, ocurriría un déficit.

Otro punto importante es la cuantificación de las existencias para satisfacer un nivel de servicio; una forma para controlar el déficit cuando la demanda es

probabilística consiste en especificar el nivel de servicio, en la forma de α , de una probabilidad deseada mínima de satisfacer la demanda:

Nivel de servicio de α =

Prob. (Satisfacer la demanda durante un ciclo de inventario)

Para alcanzar la meta de un nivel de servicio específico, una vez que se tiene las existencias de seguridad (S), que no es otra cosa que el inventario adicional disponible las que le permitirán cubrir las fluctuaciones en la demanda durante el tiempo guía. Por lo tanto si se quiere determinar cuántas existencias de seguridad tener, usted desea elegir (S) junto con R de forma tal que la probabilidad de no agotarse con un total de (R +S) unidades en inventario durante el tiempo guía sea al menos el nivel de servicio α . Esto es:

Prob. (Demanda durante el tiempo guía $L \leq R + S$) $\geq \alpha$

Se debe tomar en cuenta que si la cantidad establecida de existencias de seguridad S es muy grande, no tendría problemas en satisfacer el nivel de servicio. Sin embargo hay que señalar que el tener existencias de seguridad en grandes cantidades en el nivel de inventario promedio eleva igualmente, los costos de conservación o mantenimiento adicionales.

Ahora bien el objetivo es determinar la cantidad mínima de existencias de seguridad requeridas para satisfacer el nivel de servicio especificado. Para utilizar la distribución normal para determinar la cantidad de existencias de seguridad requeridas durante el tiempo guía, se debe estimar:

- La media, μ_L que es la demanda promedio durante el tiempo guía L, es decir, $\mu_L = R$.
- La desviación estándar, δ , de la demanda durante el tiempo guía.

Es indudable que la presencia de S hace que el nivel de inventarios a conservar sea mayor y por lo tanto su costo anual promedio.

$$\text{Costo de Pedido} = \frac{D}{Q} K \quad (3.19)$$

$$\text{Costo de Almacenamiento} = \frac{Q}{2} + S^* H \quad (3.20)$$

$$\text{Costo de Compra} = D * C \quad (3.21)$$

Costo Total = Costo de administración + costo de conservación + costo de compra.

3.3.2.2 Modelo de Revisión Periódica

Una desventaja del modelo de revisión continua es que ocasiona un costo en tiempo y dinero, y mucho más si se trata de muchos artículos es por esta razón que conviene utilizar una política de revisión periódica, la cual permita que en los inventarios se revisen ciertos puntos fijos en el tiempo, por ejemplo, una vez cada cuatro semanas y los pedidos se colocan en ese tiempo, si se requiere inventario.

Para calcular el costo de la política de revisión periódica se toma en cuenta lo siguiente:

En términos de los datos y de la frecuencia de pedidos T , los costos anuales asociados con usar esta política son:

Costo de pedidos anual = (costo por pedido) * (número promedio de pedidos)

$$\text{Costo de Pedidos anual} = K * \left(\frac{1}{T}\right) \quad (3.22)$$

$$\text{Costo de Conservación Anual} = \left[\left(\frac{1}{2} D' * T\right) + S\right]^* H \quad (3.23)$$

Costo de conservación anual = (inventario promedio) * (costo de conservación por unidad)

Costo de compra anual = (demanda promedio) * (costo por unidad)

$$\text{Costo de Compra anual} = D * C \quad (3.24)$$

$$\text{Costo Total Anual} = (\text{costo de pedidos anual}) + (\text{costo de conservación anual}) + (\text{costo de compra anual})$$

3.3.3 MODELO DE INVENTARIOS SIMULADO

Este modelo parte de un inventario inicial, sobre el cual se van a generar dos clases de eventos, las compras y las ventas, estos a su vez se dan en variables con relación al tiempo como la t_0 que es el tiempo de llegada de un cliente, mientras que el t_1 se convierte en el tiempo de entrega de un pedido.

Estos eventos también involucran costos como el hacer un pedido y el de almacenamiento; el propósito de este modelo es el de establecer una política de inventarios que genere la mayor utilidad y por consiguiente el menor costo posible, a continuación se presentan más detalladamente las variables con las que cuenta este modelo:

“Variable de tiempo: t

Variable del estado del sistema (x, y) .- donde x es la cantidad de inventario a la mano y y es la cantidad solicitada.

Variables de conteo:

C , la cantidad de costos de los pedidos hasta t

H , la cantidad total de costos de mantenimiento de inventario hasta t

R , la cantidad total de ingresos obtenidos hasta t

Los eventos serán la llegada de un cliente o de un pedido. Los tiempos de evento son:

t_0 , el tiempo de llegada del siguiente cliente

t_1 , el tiempo de entrega de un pedido. Si no hay pedido pendiente, entonces $t_1 = \infty$

La actualización se realiza considerando el mínimo de los tiempos de evento. Si estamos en el sistema en el instante t , y tenemos los valores de las variables anteriores, entonces avanzamos en el tiempo de la manera siguiente:

Caso 1 $t_0 < t_1$

Reestablecer: $H = H + (t_0 - t) xh$ pues entre los instantes t y t_0 incurrimos en un costo de mantenimiento de $(t_0 - t) h$ para cada una de las x unidades en el inventario.

Reestablecer: $t = t_0$

Generar una variable aleatoria con distribución G. D es la demanda del cliente que llegó en el instante t_0 .

Sea $w = \min. (D, x)$ la cantidad del pedido por cubrir. El inventario posterior a esta solicitud es $x - w$.

Reestablecer: $R = R + wr$.

Reestablecer: $x = x - w$.

Si $x < s$ y $y = 0$, entonces $y = S - x$, $t_1 = t + L$

Generar U y hacer $t_0 = t - 1 / \lambda \log (U)$.

Caso 2 $t_1 \leq t_0$

Reestablecer: $H = H + (t_1 - t)xh$

Reestablecer: $t = t_1$

Reestablecer: $C = C + c (y)$

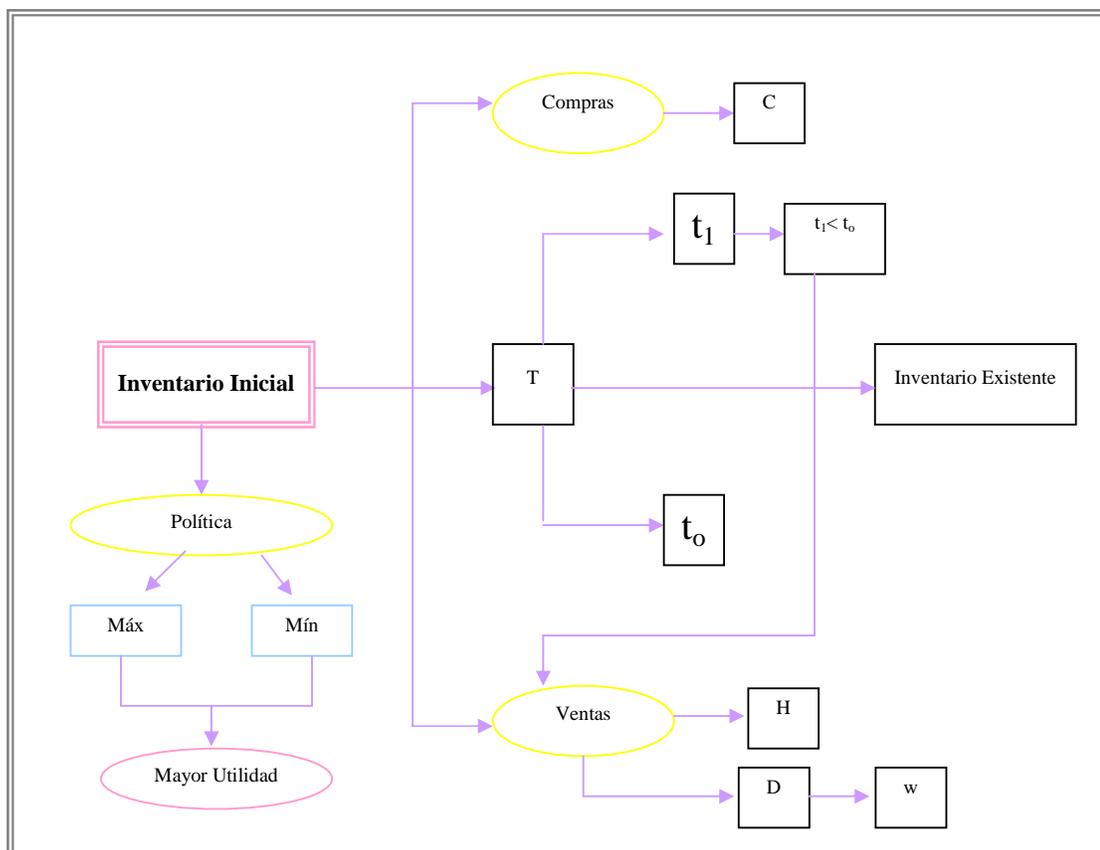
Reestablecer: $x = x + y$

Reestablecer: $y = 0, t_1 = \infty$

Este plan de actualización permite escribir un programa de simulación para analizar el modelo. Entonces podríamos ejecutar la simulación hasta que ocurra el primer evento posterior a cierto valor del tiempo T predeterminado, grande, y luego emplear $(R - C - H) / T$ como estimación de la ganancia promedio de la tienda por unidad de tiempo. Al hacer esto para diversos valores de s y S , podríamos determinar una buena política de pedidos para la tienda.”²⁶

En el gráfico 3.1, se presenta el esquema del algoritmo de simulación.

Gráfico 3.1: Modelo de Inventarios Simulado



²⁶ Referencia: Ross, Sheldon M. (1999): Simulación: El método de simulación por medio de eventos discretos, Pág. 97:99.

3.3.4 ASPECTOS GENERALES DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS

- Un modelo básico de inventarios complementado con un modelo de revisión continua y periódica, permite determinar la cantidad óptima a ordenar de tal forma que se minimice los costos incrementales totales es decir los que están relacionados con mantener un inventario y procesar órdenes.
- Si el artículo se ordena con mayor frecuencia pero en menores cantidades, el nivel de inventario asociado disminuirá en proporción al número de unidades ordenadas en un cierto momento dado. Dado que los costos incrementales de mantener un inventario depende del nivel promedio del inventario. Los costos de manejo son proporcionales al tamaño del lote Q , el número de artículos ordenados en un momento dado.
- Una ventaja del modelo de la cantidad óptima a ordenar es que si se calculan objetivamente los costos (mantenimiento y de pedido) de el modelo da unos resultados válidos así no sean absolutamente exactos, ya que el objetivo del modelo no es minimizar uno de estos costos, ya que su comportamiento es inverso y en caso de minimizar uno solo de ellos, el otro se dispara por lo que los costos asociados serán más altos, lo importante es minimizar la suma de los costos de pedir y de mantener, lo que se conoce con el nombre de costo asociado, por lo tanto por la idea consiste en pedir un valor muy cercano a la cantidad económica de pedido.

CAPITULO 4

MODELOS DE ASIGNACIÓN DE ESPACIOS

4.1 APLICACIÓN DEL PROBLEMA BIN PACKING

El objetivo del Bin Packing es minimizar el área desperdiciada o residuos, que correspondería con aquellas zonas de los patrones no ocupadas por ninguna pieza, es decir colocar los objetos sobre un conjunto de patrones de dimensiones fijas para reducir el número de patrones utilizados.

Para la aplicación de la asignación de espacios se tomaron en cuenta los siguientes datos: el total de los artículos pero agrupándolos por las líneas de productos, la capacidad de almacenamiento de la bodega que es de 600 mts²; donde el área de cada cuarto disponible para el almacenamiento de los productos es de 50m² (10m de ancho x 5m de profundidad), dejando libre el área de seguridad para transportar la mercadería que mide 2.20m²; para su mayor comprensión ver Anexo 2 (plano de la bodega expocolor); a continuación se presentan las líneas de artículos con la capacidad actual que ocupan cada una de ellas.

Tabla 4.1: Líneas de productos

NO	LÍNEAS DE PRODUCTOS	Lotes por m ²
1	Repinte automotriz	8
2	Genéricos	15
3	Auxiliares del pintor	18
4	Repuestos	21
5	Varios consignados	33
6	Arte	35
7	Auxiliares de arte	36
8	Decoración _ terminales	38
9	Abrasivos _ lijas	39
10	Seguridad Industrial	45
11	Varios(Hogar-materiales)	47
12	Auxiliares automotriz	50
13	Pigmentos y aglutinantes	55
14	Selladores e impermeabilizante	60
	Total m²	500

Como ya se explicó en el capítulo 2 en que consiste el problema del bin packing, el planteamiento del problema para la bodega Expocolor es de la siguiente manera:

- Dado el conjunto L (Línea de productos), con tamaños distintos, w_1, w_2, \dots, w_{14} , empaquetar las líneas en la menor cantidad posible de cuartos disponibles de capacidad $50m^2$; y se procede a la aplicación de las cuatro heurísticas.

4.2 APLICACIÓN DE LA PRIMERA HEURÍSTICA FIRST FIT

Para $i = 1, \dots, 14$ líneas de productos

Poner i en el primer cuarto donde calce y si no calza en ese cuarto, poner en otro.

Tomando en cuenta lo que dice la primera heurística se procede a tomar las líneas de los productos, en el mismo orden que se presentan en la tabla 4.2 ubicándolos en el primer cuarto disponible caso contrario pasamos al siguiente.

Para empezar es importante mencionar que los siguientes espacios no se tomarán en cuenta para la asignación de espacios y son:

- Puerto de recepción
- Puerto de despacho
- El espacio que pertenece a la oficina

Y las siguientes líneas:

- Línea de Abrasivos _ Lijas cuya medida es de $39m^2$, debido a que tiene su lugar fijo por política de la empresa en un cuarto disponible de $50m^2$ pero el área sobrante se la utiliza para fines de prueba de los productos que conforman esta línea.

- Línea de Arte con medida 35m² y Auxiliares de arte con 36m² se le asignó un lugar fijo por política de la empresa ya que algunos productos como témperas y acuarelas necesitan ventilación y temperatura adecuada para que no se dañen.
- Línea de Genéricos ya que esta contiene productos como los Carbonatos tipo A, B, Sika empaste, etc y están cercanos al puerto de despacho porque son aquellos que se venden más rápido.
- Línea de Seguridad Industrial en esta se encuentran productos como mascarillas para soldar, guantes, entre otros productos similares que son susceptibles a rupturas que el traslado podría ocasionar la pérdida de los mismos.

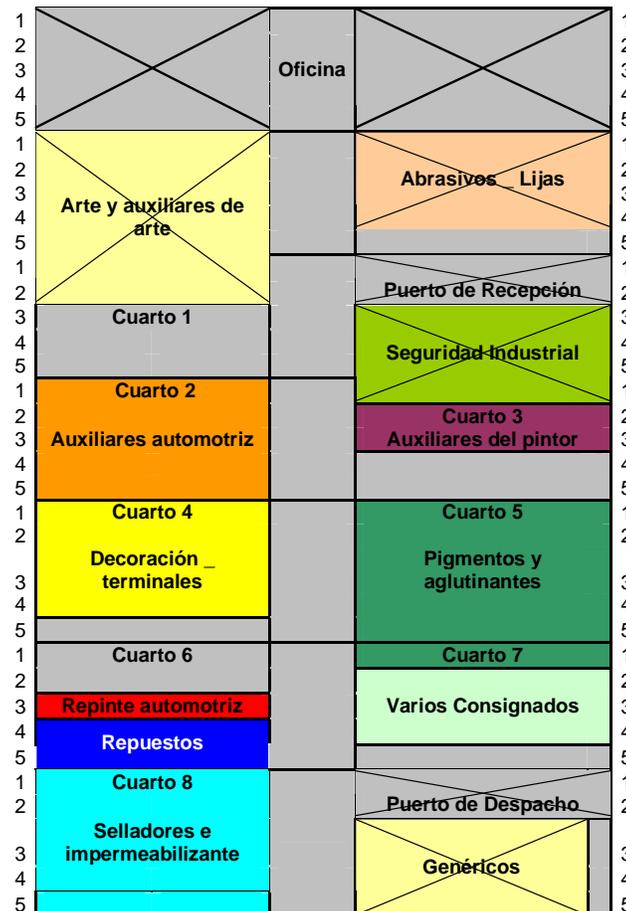
Con estas especificaciones, que servirán también para la aplicación de las demás heurísticas se procede aplicar la primera; donde se toma la Línea Auxiliar Automotriz cuya medida es de 50m² y se coloca en el primer cuarto disponible; pero la capacidad del mismo no abastece a la línea por tanto se coloca en el segundo cuarto disponible.

La línea Auxiliares del pintor se coloca en tercer cuarto disponible, Decoración _ Terminales en el cuarto número 4, Pigmentos y Aglutinantes en el cuarto número 5 y parte del 7, Repinte Automotriz en el cuarto número 6, Repuestos también en el cuarto número 6 ya que como aún quedó área disponible se agrega esta línea, Selladores e Impermeabilizante en el cuarto número 8 debido a que el número 7 no se adapta a la capacidad de la línea y las dos líneas restantes que son Varios Consignados se coloca en el cuarto 7 y Varios (Hogar _ Materiales) ya no se colocan debido a toda la capacidad a sido ya cubierta.

A continuación se presenta la lista de productos con sus respectivas medidas:

Tabla 4.2: Clasificación por líneas de productos.

Productos	m ² por Lotes
Abrasivos _ lijas	39
Arte	35
Auxiliares automotriz	50
Auxiliares de arte	36
Auxiliares del pintor	18
Decoración _ terminales	38
Genéricos	15
Pigmentos y aglutinantes	55
Repinte automotriz	8
Repuestos	21
Seguridad Industrial	45
Selladores e impermeabilizante	60
Varios consignados	33
Varios(Hogar-materiales)	47
Total m²	500

Gráfico 4.1: Asignación de espacios por líneas de productos.

4.3 APLICACIÓN DE LA SEGUNDA HEURÍSTICA BEST FIT

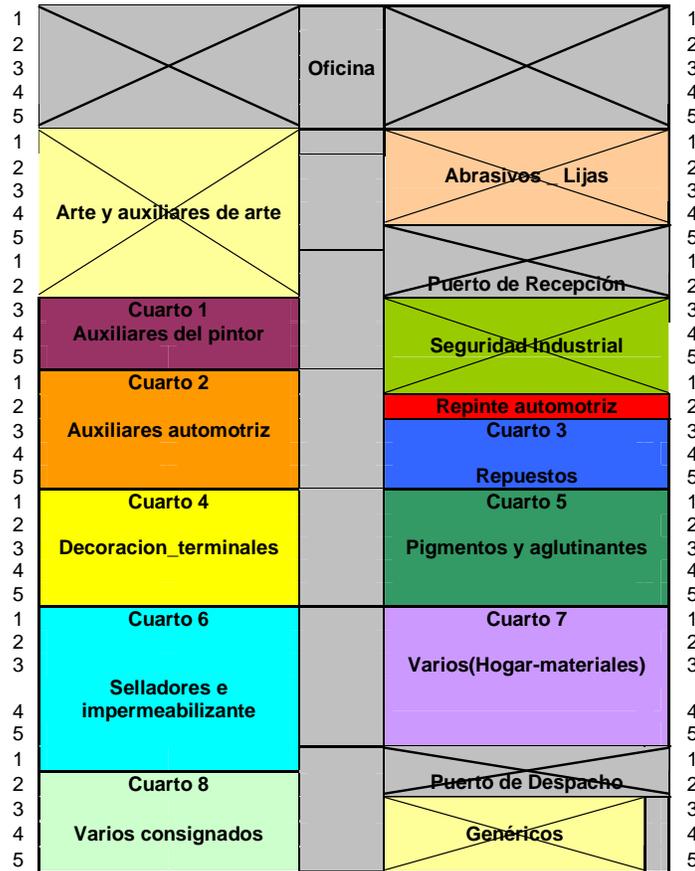
Para $i = 1, \dots, 14$ Líneas de productos

Poner i en el primer cuarto donde calce mejor y donde deje menor espacio vacío, caso contrario si no calza en ningún cuarto, pasar al siguiente.

Se procede aplicar la heurística y se toma la línea Auxiliar Automotriz y se coloca en el cuarto número 2 ya que en el 1 no abastece la capacidad, Auxiliares del Pintor cuarto 1 porque cubre la capacidad, Decoración y terminales cuarto número 4, Pigmentos y Aglutinantes cuarto 5, Repinte Automotriz en el cuarto 3 junto a Selladores e Impermeabilizantes, Varios (Hogar _ Materiales) en el cuarto 7, finalmente Varios Consignados se ubica en el cuarto 8 ya que su capacidad se adapta a la capacidad del mismo.

Tabla 4.3: Clasificación por líneas de productos

Productos	m ² por Lotes
Abrasivos _ lijas	39
Arte	35
Auxiliares automotriz	50
Auxiliares de arte	36
Auxiliares del pintor	18
Decoración _ terminales	38
Genéricos	15
Pigmentos y aglutinantes	55
Repinte automotriz	8
Repuestos	21
Seguridad Industrial	45
Selladores e impermeabilizante	60
Varios consignados	33
Varios(Hogar-materiales)	47
Total m²	500

Gráfico 4.2: Asignación de espacios por líneas de productos.

4.4 APLICACIÓN DE LA TERCERA HEURÍSTICA FIRST FIT DECREASING

Para $i = 1, \dots, 14$ Líneas de productos.

Ordenar los objetos de acuerdo a los tamaños, de mayor a menor y procesar los objetos en este orden empleando First Fit.

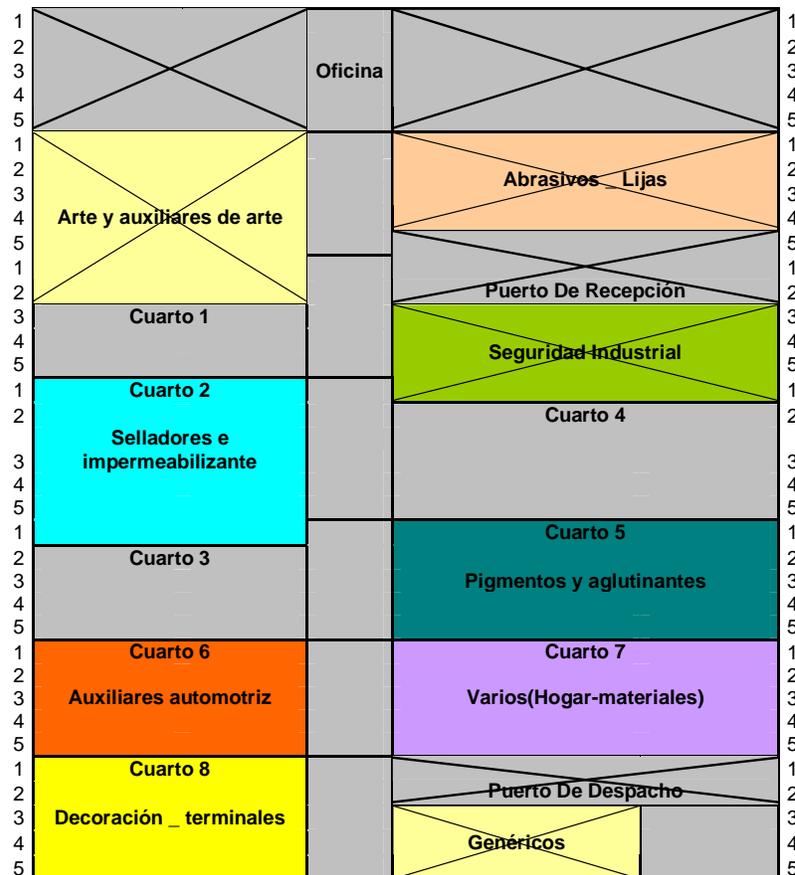
Se aplica esta heurística, ordenando las líneas de productos en forma decreciente; se toma la línea Selladores e Impermeabilizantes colocando en el cuarto 2 y parte del 3, Pigmentos y Aglutinantes en el cuarto 5, Auxiliares Automotriz en el cuarto 6, Varios (Hogar _ Materiales) en el cuarto 7, Decoración

_ Terminales en el cuarto número 8; las líneas restantes se descartan debido a que la capacidad de espacio no es suficiente.

Tabla 4.4 Clasificación por líneas de productos.

Productos	m ² por Lotes
Selladores e impermeabilizante	60
Pigmentos y aglutinantes	55
Auxiliares automotriz	50
Varios(Hogar-materiales)	47
Seguridad Industrial	45
Abrasivos _ lijas	39
Decoración _ terminales	38
Auxiliares de arte	36
Arte	35
Varios consignados	33
Repuestos	21
Auxiliares del pintor	18
Genéricos	15
Repinte automotriz	8

Gráfico 4.3: Asignación de espacios por línea de productos.



4.5 APLICACIÓN DE LA CUARTA HEURÍSTICA BEST FIT DECREASING

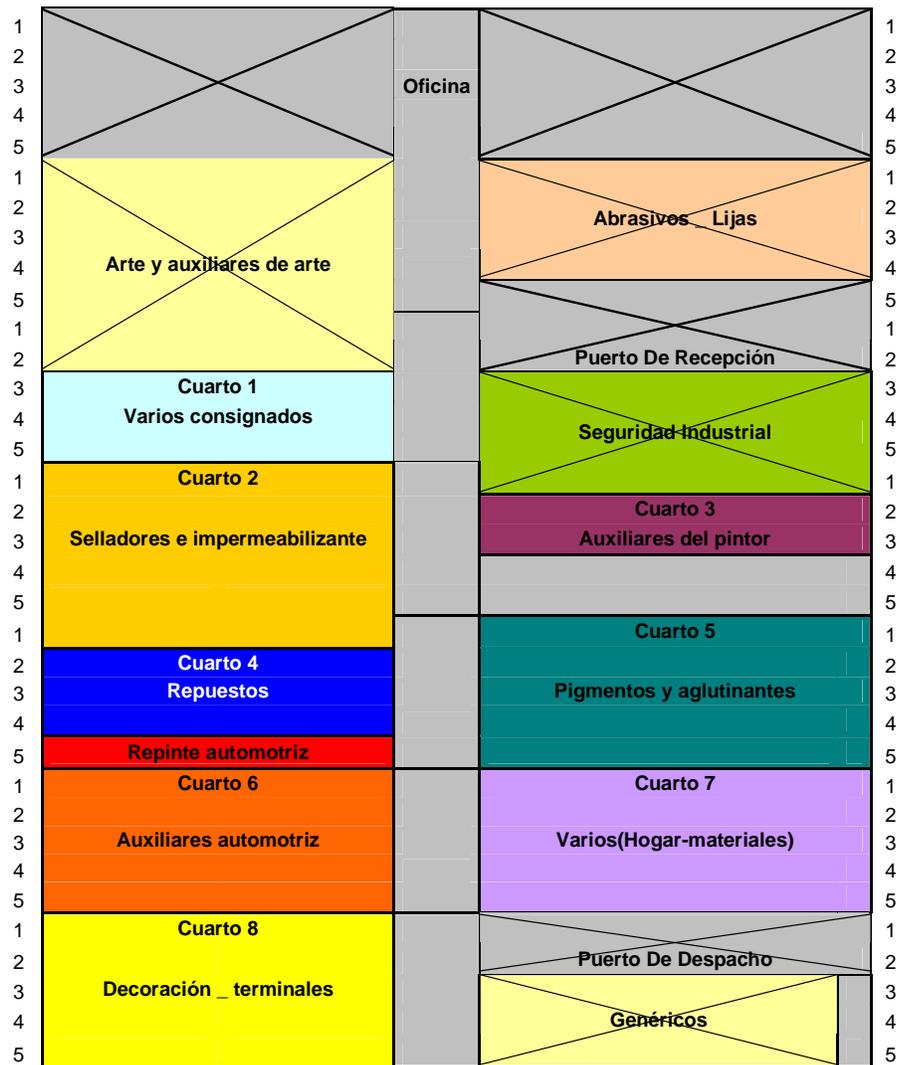
Para $i = 1, \dots, 14$ Líneas de productos

Ordenar los objetos de acuerdo a los tamaños, de mayor a menor y procesar los objetos en este orden empleando Best Fit.

Tabla 4.5: Clasificación por línea de productos.

Productos	m ² por Lotes
Selladores e impermeabilizante	60
Pigmentos y aglutinantes	55
Auxiliares automotriz	50
Varios(Hogar-materiales)	47
Seguridad Industrial	45
Abrasivos _ lijas	39
Decoración _ terminales	38
Auxiliares de arte	36
Arte	35
Varios consignados	33
Repuestos	21
Auxiliares del pintor	18
Genéricos	15
Repinte automotriz	8

Gráfico 4.4: Asignación de espacios por líneas de productos.



CAPITULO 5

SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MODELO

5.1 APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS

Para la aplicación de los diferentes modelos de inventarios, cuya teoría se desarrollo en el Capítulo 3, se dispone de datos históricos de los años 2005 y 2006, para cada modelo se presentarán los resultados aplicados a 12 artículos, 4 artículos para cada grupo, ver Anexo 3, para los restantes artículos, los resultados se pueden observar en el Anexo Magnético Modelos.xls.

5.2 MODELO DE LA CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR (EOQ)

En base a la teoría expuesta en el capítulo 3 se procede a la aplicación de este modelo, con los siguientes datos:

Promedio de unidades vendidas.- Se dispone de los datos históricos de las demandas en los años 2005 y 2006, con los que se calcula el promedio de unidades vendidas mensualmente.

Costos.- Costo de compra (C), Costo de almacenamiento (H), y Costo de Pedido (K); en relación a cada producto; datos que fueron proporcionados por la empresa.

Tiempo guía.- (L) = 2 semanas tiempo en que se demora en llegar los pedidos de todos los productos, pero para el análisis del presente proyecto este tiempo guía se convierte en 0,50 meses debido a que los datos serán analizados de forma mensual.

La siguiente tabla resume la aplicación de las fórmulas (3.1) a la (3.7) detalladas en capítulos 3; para poder obtener el modelo EOQ, en dicha tabla solo se

presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1: Modelos.xls, Hoja: BASEUNICAEQ.**

Tabla 5.1: Aplicación modelo de inventarios (EOQ)

Clasificación ABC	PRODUCTOS	DEMANDA PROMEDIO MENSUAL	DESV.EST	PRECIO DE VENTA	COSTO COMPRA (C)	COSTO ALMACENAMIENTO (H)	COSTO PEDIDO (K)	TIEMPO GUIA	CANT.PEDIDO Q(EQO)
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	2762	432	7,24	4,93	0,29	0,64	0,50	110
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	1707	439	5,29	4,18	0,02	0,07	0,50	109
A	59899035-06 ESPESANTE	1679	380	4,56	2,42	0,58	0,65	0,50	61
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Inter. Bco.	2941	1520	5,87	3,85	0,26	0,17	0,50	62
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	392	160	1,81	0,90	0,14	0,16	0,50	30
B	73477002-67 LIJA FAN-150	10387	1861	0,24	0,05	0,11	0,02	0,50	61
B	73989024-67 WYPE DE HILO	7971	3708	0,10	0,06	0,01	0,01	0,50	126
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	1476	263	1,58	1,38	0,01	0,01	0,50	62
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	17	5	26,94	12,50	5,99	7,56	0,50	7
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	19	10	21,14	7,28	3,78	4,73	0,50	7
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	233	59	1,60	1,11	0,13	0,11	0,50	20
C	73884007-67 MASKING AUTO	483	95	1,29	0,74	0,16	0,14	0,50	29

Clasificación ABC	PRODUCTOS	NUM.PROM.PEDIDOS	TIEMPO ENTRE PEDIDO POR DIAS	PUNTO NUEVOS PEDIDOS	COSTO DE ORGANIZACIÓN	COSTO DE CONSERVACION	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	25	14	27	16,01	16,01	13616,66	13649
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	16	23	16	1,09	1,09	7135,26	7137
A	59899035-06 ESPESANTE	27	13	16	17,79	17,79	4063,18	4099
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Inter.Bco	47	8	28	8,06	8,06	11322,85	11339
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	13	27	4	2,10	2,10	352,80	357
B	73477002-67 LIJA FAN-150	169	2	100	3,38	3,38	519,35	526
B	73989024-67 WYPE DE HILO	63	6	77	0,63	0,63	478,26	480
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	24	15	14	0,31	0,31	2036,88	2037
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	3	139	0	19,61	19,61	212,50	252
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	3	131	0	13,03	13,03	138,32	164
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	12	31	2	1,29	1,29	258,63	261
C	73884007-67 MASKING AUTO	16	22	5	2,36	2,36	357,42	362
							COSTO BODEGA	143066,41

Luego de haber aplicado el modelo de la Cantidad Económica EOQ el Costo Total es igual a **143066,41** dólares.

5.3 MODELO DE INVENTARIOS CON AGOTAMIENTOS PLANEADOS

En base a la teoría ya detallada en el capítulo 3 se procede a la aplicación de este modelo, donde se tomo en cuenta los siguientes datos:

Promedio de unidades vendidas.- Se dispone de los datos históricos de demandas en los años 2005 y 2006, con los que se calcula el promedio de unidades vendidas mensualmente.

Costos.- Costo de compra (C), Costo de almacenamiento (H), y Costo de Pedido (K); en relación a cada producto; datos que fueron proporcionados por la empresa.

Tiempo guía.- (L) = 2 semanas tiempo en que se demora en llegar los pedidos de todos los productos, pero para el análisis del presente proyecto este tiempo guía se convierte en 0,50 meses debido a que los datos serán analizados de forma mensual.

La siguiente tabla resume la aplicación de las fórmulas (3.8) a la (3.18) detalladas en capítulos 3, en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1: Modelos.xls**, Hoja: Modelo Agotamiento Planeado.

Tabla 5.2: Aplicación modelo de inventarios con agotamientos planeados

Clasificación ABC	Producto	PROM.UNID. VENDIDAS	DESV.EST	P.U.	COSTO MANT. H	COSTO PEDIDO K	COSTO COMPRA C	Costo anual unitario de los pedidos pendientes Cb	Cantidad de pedido Q*
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	2762	432	7,24	0,29	0,64	4,93	1,23	123
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	1707	439	5,29	0,02	0,07	4,18	0,85	111
A	59899035-06 ESPESANTE	1679	380	4,56	0,58	0,65	2,42	0,76	82
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	2941	1520	5,87	0,26	0,17	3,85	0,37	81
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	392	160	1,81	0,14	0,16	0,90	0,35	35
B	73477002-67 LIJA FAN-150	10387	1861	0,24	0,11	0,02	0,05	0,10	89
B	73989024-67 WYPE DE HILO	7971	3708	0,10	0,01	0,01	0,06	0,04	143
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	1476	263	1,58	0,01	0,01	1,38	0,03	71
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	17	5	26,94	5,99	7,56	12,50	11,20	8
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	19	10	21,14	3,78	4,73	7,28	2,99	10
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	233	59	1,60	0,13	0,11	1,11	0,82	21
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	483	95	1,29	0,16	0,14	0,74	0,36	35

Clasificación ABC	Producto	Pedidos pendientes planeados X*	Inventario máximo	Tiempo Ciclo_días	Costo de mantenimiento	Costo de pedido	Costo de pedidos pendientes	COSTO COMPRA	Costo Total
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	23	99	16	17,80	14,40	41376,48	13616,66	55025,34
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	3	108	23	1,11	1,08	302,37	7135,26	7439,82
A	59899035-06 ESPESANTE	35	46	17	23,65	13,38	38649,68	4063,18	42749,89
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	34	47	10	10,54	6,17	16820,01	11322,85	28159,56
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	10	25	33	2,48	1,77	637,81	352,80	994,86
B	73477002-67 LIJA FAN-150	47	42	3	4,90	2,33	9691,30	519,35	10217,88
B	73989024-67 WYPE DE HILO	32	111	6	0,72	0,56	2523,15	478,26	3002,69
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	16	54	17	0,35	0,27	310,56	2036,88	2348,07
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	3	5	172	24,30	15,83	363,04	212,50	615,67
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	6	5	196	19,60	8,66	519,78	138,32	686,36
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	3	18	33	1,39	1,20	74,88	258,63	336,10
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	11	25	26	2,83	1,96	758,09	357,42	1120,31
							COSTO BODEGA		954855,25

Luego de haber aplicado el modelo de Agotamiento Planeado el Costo Total es igual a **954239,58** dólares.

5.4 MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN CONTINUA

En base a la teoría ya detallada en el capítulo 3 se procede a la aplicación de este modelo, donde se tomo en cuenta los siguientes datos:

Promedio de unidades vendidas.- Se dispone de los datos históricos de demandas en los años 2005 y 2006, con los que se calcula el promedio de unidades vendidas mensualmente.

Costos.- Costo de compra (C), Costo de almacenamiento (H), y Costo de Pedido (K); en relación a cada producto; datos que fueron proporcionados por la empresa.

Tiempo guía.- (L) = 2 semanas tiempo en que se demora en llegar los pedidos de todos los productos, pero para el análisis del presente proyecto este tiempo guía se convierte en 0,50 meses debido a que los datos serán analizados de forma mensual.

La siguiente tabla resume la aplicación de las fórmulas (3.19) a la (3.21) detalladas en capítulos 3, en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1: Modelos.xls**, Hoja: Modelo Revisión Continua.

Tabla 5.3: Aplicación modelo de inventarios de revisión continua

								Z	1,645
Clasificación ABC	Producto	PROM.UNID . VENDIDAS	DESV.EST	P.U.	COSTO COMPRA C	COSTO MANT. H	COSTO PEDIDO K	TIEMPO GUIA	CANT.PEDIDO Q
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	2762	432	7,24	4,93	0,29	0,64	0,50	110
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	1707	439	5,29	4,18	0,02	0,07	0,50	109
A	59899035-06 ESPESANTE	1679	380	4,56	2,42	0,58	0,65	0,50	61
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	2941	1520	5,87	3,85	0,26	0,17	0,50	62
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	392	160	1,81	0,90	0,14	0,16	0,50	30
B	73477002-67 LIJA FAN-150	10387	1861	0,24	0,05	0,11	0,02	0,50	61
B	73989024-67 WYPE DE HILO	7971	3708	0,10	0,06	0,01	0,01	0,50	126
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	1476	263	1,58	1,38	0,01	0,01	0,50	62
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	17	5	26,94	12,50	5,99	7,56	0,50	7
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	19	10	21,14	7,28	3,78	4,73	0,50	7
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	233	59	1,60	1,11	0,13	0,11	0,50	20
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	483	95	1,29	0,74	0,16	0,14	0,50	29

			A= 0,95					
Clasificación ABC	Producto	UL=R=D L	DELTA L	S EXISTENCIAS	COSTO DE ORGANIZACIÓN	COSTO DE CONSERVACION	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	27	42	70	16,01	75,40	13616,66	13708
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	16	43	71	1,09	56,07	7135,26	7192
A	59899035-06 ESPESANTE	16	37	61	17,79	66,23	4063,18	4147
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	28	149	245	8,06	94,76	11322,85	11426
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	4	16	26	2,10	18,59	352,80	373
B	73477002-67 LIJA FAN-150	100	183	300	3,38	63,76	519,35	586
B	73989024-67 WYPE DE HILO	77	364	598	0,63	69,11	478,26	548
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	14	26	42	0,31	31,40	2036,88	2069
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	0	0	1	19,61	7,63	212,50	240
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	0	1	2	13,03	9,24	138,32	161
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	2	6	10	1,29	11,17	258,63	271
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	5	9	15	2,36	17,20	357,42	377
							COSTO BODEGA	70336,64

Luego de haber aplicado el modelo de Revisión Continua el Costo Total es igual a **70336,64** dólares.

5.5 MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN PERIÓDICA

En base a la teoría ya detallada en el capítulo 3 se procede a la aplicación de este modelo, donde se tomo en cuenta los siguientes datos:

Promedio de unidades vendidas.- Se dispone de los datos históricos de demandas en los años 2005 y 2006, con los que se calcula el promedio de unidades vendidas mensualmente.

Costos.- Costo de compra (C), Costo de almacenamiento (H), y Costo de Pedido (K); en relación a cada producto; datos que fueron proporcionados por la empresa.

Tiempo guía.- (L) = 2 semanas tiempo en que se demora en llegar los pedidos de todos los productos, pero para el análisis del presente proyecto este tiempo guía se convierte en 0,50 meses debido a que los datos serán analizados de forma mensual.

La siguiente tabla resume la aplicación de las fórmulas (3.22) a la (3.24) detalladas en capítulos 3, en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1: Modelos.xls**, Hoja: Modelo Revisión Periódica.

Tabla 5.6: Aplicación modelo de inventarios de revisión periódica

CLASIFICACIÓN ABC	PRODUCTO	PROM.UNID. VENDIDAS	P.U.	COSTO DE COMPRA C	COSTO MANT. H	COSTO PEDIDO K	TIEMPO GUIA	Cantidad de pedido Q (EQO) Mensual
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	2762	7,24	4,93	0,29	0,64	0,50	110
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	1707	5,29	4,18	0,02	0,07	0,50	109
A	59899035-06 ESPESANTE	1679	4,56	2,42	0,58	0,65	0,50	61
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	2941	5,87	3,85	0,26	0,17	0,50	62
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	392	1,81	0,90	0,14	0,16	0,50	30
B	73477002-67 LIJA FAN-150	10387	0,24	0,05	0,11	0,02	0,50	61
B	73989024-67 WYPE DE HILO	7971	0,10	0,06	0,01	0,01	0,50	126
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	1476	1,58	1,38	0,01	0,01	0,50	62
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	17	26,94	12,50	5,99	7,56	0,50	7
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	19	21,14	7,28	3,78	4,73	0,50	7
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	233	1,60	1,11	0,13	0,11	0,50	20
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	483	1,29	0,74	0,16	0,14	0,50	29

CLASIFICACIÓN ABC	PRODUCTO	Cantidad de pedido Q (EQO) Anual	Tiempo Ciclo_días	Desviación estandar	UL = R=D*L	alfa 0.95 delta L	z = S existencias de seguridad	T+L	1,645 MEDIA UT+L
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	1325	0,04	1203	1381	850,9	1959,3	1	2706
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	1312	0,06	795	854	562,4	1473,7	1	2165
A	59899035-06 ESPESANTE	736	0,04	771	840	545,4	1229,1	1	1576
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	744	0,02	1809	1471	1279,4	2582,8	1	2215
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	359	0,08	212	196	150,0	415,3	1	555
B	73477002-67 LIJA FAN-150	737	0,01	4760	5194	3365,8	5916,7	1	5931
B	73989024-67 WYPE DE HILO	1515	0,02	4669	3986	3301,1	6379,6	1	5501
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	743	0,04	652	738	460,8	1073,9	1	1481
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	79	0,39	13	9	9,1	47,8	5	87
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	83	0,36	15	10	10,9	55,9	5	92
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	238	0,09	109	117	76,7	220,3	2	355
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	354	0,06	214	242	151,6	391,5	1	595

CLASIFICACIÓN ABC	PRODUCTO	DesT+L	q	COSTO PEDIDOS	COSTO DE ALMACENAMIENTO	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	1191	1903	15,36	584,21	13616,66	14216,23
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	896	1932	1,68	30,57	7135,26	7167,51
A	59899035-06 ESPESANTE	747	1126	15,60	730,64	4063,18	4809,42
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	1570	1856	4,08	679,59	11322,85	12006,52
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	252	579	3,84	60,24	352,80	416,88
B	73477002-67 LIJA FAN-150	3597	1461	0,48	654,22	519,35	1174,05
B	73989024-67 WYPE DE HILO	3878	3909	0,24	64,43	478,26	542,93
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	653	1079	0,31	11,05	2036,88	2048,24
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	29	118	181,32	305,75	212,50	699,57
C	50305000-46 ACRYL.WHITE	34	129	113,47	224,45	138,32	476,24
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	134	342	2,64	29,93	258,63	291,20
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	238	504	3,46	65,00	357,42	425,88
						COSTO BODEGA	78470,80

Luego de haber aplicado el modelo de Revisión Periódica el Costo Total es igual a **78470,80** dólares.

5.6 MODELO DE INVENTARIOS SIMULADO

Los datos a tomar para la aplicación de este modelo son los siguientes:

S, cantidad máxima de inventario = cantidad determinada a través de la simulación para cada uno de los productos.

s, cantidad mínima de inventario = cantidad determinada a través de la simulación para cada uno de los productos.

X₀, cantidad de inventario inicial = cantidad determinada a través de la simulación para cada uno de los productos.

L, tiempo de llegada de los pedidos, para todos los productos se mantiene constante (2 semanas) = 0,50

h , costo de almacenamiento por unidad, dato proporcionado por la empresa, para cada artículo.

$c(Y)$, costo de hacer un pedido y el costo de comprar y unidades de artículos, dato proporcionado por la empresa, para cada artículo.

r , precio de venta unitario de cada artículo, dato proporcionado por la empresa, para cada artículo.

C , costo total de hacer un pedido, el cual iniciará con 0

H , costo total de almacenamiento, el cual iniciará con 0.

R , ingreso total, de cada los artículos vendidos, el cual iniciará con 0.

D , cantidad demandada para cada producto. Para la determinación de este dato se tomaron las demandas históricas del periodo 2005 y 2006, estos datos fueron ingresados en el Stat Graphics para cada uno de los productos, Anexo 4; y poder ver que distribución siguen pero después de hacer el análisis no se ajustaron a ninguna; lo que nos llevo a la utilización de la metodología inversa para distribuciones discretas y se elaboró un algoritmo que permite obtener una demanda empírica; a continuación se presenta un ejemplo de lo que se realizó partiendo de las ventas mensuales, esto se aplicó para todos y cada uno de los productos:

Como se mencionó anteriormente se tomaron las ventas mensuales y se calculó con las respectivas funciones lo que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5.7: Cálculos para una distribución empírica del producto Carbonato A

Producto:	51016018-84	CARBONATO TIPO A
	MINIMO	1904
	MAXIMO	3817
	LONG	1913
	N	7

A continuación se realizó una tabla de frecuencias y para ello se utilizó en el menú herramientas de Excel: Análisis de datos.

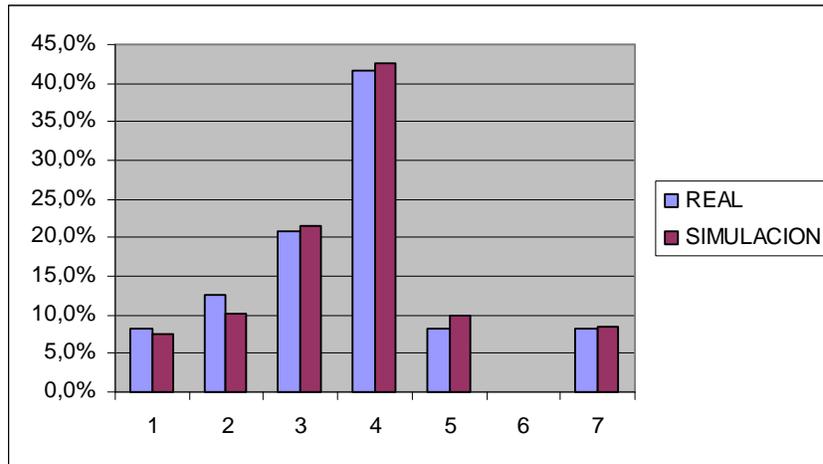
Tabla 5.8: Cuadro de frecuencias para producto Carbonato A

Intervalos		Frecuencia	% acumulado	%
1904	2177	2	8,33%	8,3%
2178	2450	3	20,83%	12,5%
2451	2723	5	41,67%	20,8%
2724	2997	10	83,33%	41,7%
2998	3270	2	91,67%	8,3%
3271	3543	0	91,67%	0,0%
3544	3817	2	100,00%	8,3%
		24		

Y por último se generó una aleatoriedad RANDOM que siga una distribución uniforme y que se encuentre dentro de las respectivas clases y por último se realizó un histograma.

Tabla 5.9: Generación de aleatoriedad para producto Carbonato A

RANDOM 1	CLASE	NUMERO
0,36760548	3	2453
0,61363617	4	2945
0,96119092	7	3642
0,26607689	3	2486
0,85862537	5	3188
0,55000864	4	2991
0,76913924	4	2768
0,29960864	3	2629
0,97909354	7	3727
0,7045224	4	2926
0,68421489	4	2836
0,21764459	3	2661
0,95106512	7	3686
0,83498986	5	3178
0,15538686	2	2436
0,93095414	7	3744
0,75289564	4	2872
0,09488538	2	2408
0,59785523	4	2781
0,52011262	4	2814

Gráfico 5.1: Histograma de la distribución real con la empírica para producto Carbonato A

Una vez realizado todo este proceso se llevó a cabo la simulación para cada producto; a continuación se presenta el ejemplo para el carbonato A:

Tabla 5.10: Datos de entrada para producto Carbonato A

Datos		
S --->	3256	
s --->	1254	
X_0 --->	3769	
L --->	0,25	
h --->	0,29	
$C(Y)$ --->	0,64	4,93
r --->	7,24	
C --->	0	
H --->	0	
R --->	0	
UTILIDAD	113811,6	
COSTOS		
		239420,7

El modelo ya simulado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5.11: Modelo Simulado para producto Carbonato A

I_0	I_1	Y	I	EVENTO	H	D	C	W	R	X	$I_{1 aux}$	Y_{aux}
1	999999	0	1	V	1093,0	2539	0	2539	18382,4	1230	1,25	2026
2	1,25	2026	1,25	P	1182,2	2728	9988,82	0	18382,4	3256	999999	0
2	999999	0	2	V	1890,4	2746	9988,82	2746	38263,4	510	2,25	2746
3	2,25	2746	2,25	P	1927,3	2695	23527,2	0	38263,4	3256	999999	0
3	999999	0	3	V	2635,5	2442	23527,2	2442	55943,5	814	3,25	2442
4	3,25	2442	3,25	P	2694,5	2057	35566,9	0	55943,5	3256	999999	0
4	999999	0	4	V	3402,7	3649	35566,9	3256	79516,9	0	4,25	3256
5	4,25	3256	4,25	P	3402,7	2374	51619,7	0	79516,9	3256	999999	0
5	999999	0	5	V	4110,9	2735	51619,7	2735	99318,3	521	5,25	2735
6	5,25	2735	5,25	P	4148,7	2155	65103,9	0	99318,3	3256	999999	0
6	999999	0	6	V	4856,8	2705	65103,9	2705	118902,5	551	6,25	2705
7	6,25	2705	6,25	P	4896,8	2769	78440,1	0	118902,5	3256	999999	0
7	999999	0	7	V	5605,0	2887	78440,1	2887	139804,4	369	7,25	2887
8	7,25	2887	7,25	P	5631,7	2758	92673,7	0	139804,4	3256	999999	0
8	999999	0	8	V	6339,9	2770	92673,7	2770	159859,2	486	8,25	2770
9	8,25	2770	8,25	P	6375,1	2247	106330	0	159859,2	3256	999999	0
9	999999	0	9	V	7083,3	2948	106330	2948	181202,7	308	9,25	2948
10	9,25	2948	9,25	P	7105,7	2189	120865	0	181202,7	3256	999999	0
10	999999	0	10	V	7813,8	2613	120865	2613	200120,8	643	10,25	2613
11	10,25	2613	10,25	P	7860,5	2901	133747	0	200120,8	3256	999999	0
11	999999	0	11	V	8568,6	2528	133747	2528	218423,6	728	11,25	2528
12	11,25	2528	11,25	P	8621,4	2671	146211	0	218423,6	3256	999999	0
12	999999	0	12	V	9329,6	2093	146211	2093	233576,9	1163	12,25	2093

Esto se realizó 100 veces, cambiando los valores para S y s hasta determinar aquella política que genere mayor utilidad y para ello se presenta la siguiente tabla:

Tabla 5.12: Política de Inventarios para producto Carbonato A

Producto	Política de Inventarios			Utilidad	Costo
	Máx	Mín	Inv.Inicial		
51016018-84 CARBONATO TIPO A	3256	1254	3769	123930,9	255343,7

De esta manera se llevó a cabo la simulación y se obtuvo los resultados para los 120 productos. Anexo magnético 2: PRUEBAREAL2.xls y PRUEBAREAL22.xls, previa apertura del anexo magnético 3: SIMULACION VENTASprueba.xls y SIMULACION VENTASprueba2.xls

Luego de haber realizado varias simulaciones en el modelo básico de inventarios, pudimos establecer las políticas como los inventarios máximos y mínimos de donde el costo total de la bodega es de **29265,76** dólares.

CAPITULO 6

ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 ANALISIS DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS

6.1.1 MODELO DE LA CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR

Para poder analizar los datos obtenidos en este modelo, es indispensable tomar en cuenta la **Tabla 5.1**: Aplicación modelo de inventarios (EOQ); en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1**: Modelos.xls, Hoja: BASEUNICAEQQ.

Carbonato tipo A, tomando en cuenta que el modelo dice que conforme cambia la estrategia de pedidos, los costos de pedir K y de almacenar H también cambian; en la actualidad la empresa Expocolor exclusivamente para este producto tiene que el costo de pedir es de 0,64 centavos de dólar por unidad mientras que el costo de almacenar es de 0,29 centavos de dólar por unidad es decir que el costo de pedir es mayor al costo de almacenar, por lo tanto fue preciso determinar una estrategia que se detalla a continuación que permitió equilibrar estos dos costos.

Por lo tanto se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 27 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 110 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 14 días.

Ahora para el **Carbonato tipo B**, al momento que el inventario alcance un nivel de 16 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 109 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 23 días.

Espesante, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 16 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 61 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 13 días.

Sika Empaste Inter. Bco, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 28 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 62 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 8 días.

Brocha 3 Multiuso, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 4 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 30 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 27 días.

Lija Fan 150, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 100 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 61 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 2 días.

Wype de Hilo, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 77 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 126 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 6 días.

Wype Fino Bco, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 14 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 62 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 15 días.

Abanico de Colores, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 0 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 7 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 139 días.

Acrílico White, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 0 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 7 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 131 días.

Rodillo Esp. Master, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 2 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 20 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 31 días.

Masking Auto, se dice que cuando el inventario alcance un nivel de 5 unidades (Punto de nuevos pedidos) debe colocarse un nuevo pedido de 29 unidades; y se tendrá que realizar pedidos cada 22 días.

6.1.2 MODELO DE INVENTARIOS CON AGOTAMIENTOS PLANEADOS

Para poder analizar los datos obtenidos en este modelo, es indispensable tomar en cuenta la **Tabla 5.2:** Aplicación modelo de inventarios con agotamientos planeados; en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. **Ver Anexo Magnético 1:** Modelos.xls, Hoja: Modelo Agotamiento Planeado.

En este modelo es indispensable analizar el costo total del inventario comparado con el costo total del inventario del modelo de la cantidad óptima a ordenar y se ilustra de mejor manera en la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Incremento del costo total del inventario

MODELOS	Clasificación ABC	PRODUCTOS	COSTO TOTAL DEL INVENTARIO	INCREMENTO
M. EOQ.	A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	13648,68	41376,66
M. A. P.	A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	55025,34	
M. EOQ.	A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	7137,45	302,37
M. A. P.	A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	7439,82	
M. EOQ.	A	59899035-06 ESPESANTE	4098,76	38651,13
M. A. P.	A	59899035-06 ESPESANTE	42749,89	
M. EOQ.	A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Bco	11338,97	16820,59
M. A. P.	A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Bco	28159,56	
M. EOQ.	B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	994,86	637,87
M. A. P.	B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	356,99	
M. EOQ.	B	73477002-67 LIJA FAN-150	10217,88	9691,77
M. A. P.	B	73477002-67 LIJA FAN-150	526,11	
M. EOQ.	B	73989024-67 WYPE DE HILO	3002,69	2523,16
M. A. P.	B	73989024-67 WYPE DE HILO	479,52	
M. EOQ.	B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	2348,07	310,57
M. A. P.	B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	2037,50	
M. EOQ.	C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	615,67	363,95
M. A. P.	C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	251,73	
M. EOQ.	C	50305000-46 ACRYL.WHITE	686,36	521,98
M. A. P.	C	50305000-46 ACRYL.WHITE	164,38	
M. EOQ.	C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	336,10	74,89
M. A. P.	C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	261,21	
M. EOQ.	C	73884007-67 MASKING AUTO	1120,31	758,17
M. A. P.	C	73884007-67 MASKING AUTO	362,14	

6.1.3 MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN CONTINUA

Para poder analizar los datos obtenidos en este modelo, es indispensable tomar en cuenta la **Tabla 5.3:** Aplicación modelo de inventarios de revisión continua; en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. Ver Anexo Magnético 1: **Modelos.xls, Hoja: Modelo Revisión Continua.**

Carbonato tipo A, la recomendación es pedir 110 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 27 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 70 unidades.

Carbonato tipo B, la recomendación es de pedir 109 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 16 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 71 unidades.

Espesante, la recomendación es de pedir 61 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 16 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 61 unidades.

Sika Empaste Inter. Bco, la recomendación es de pedir 62 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 28 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 245 unidades.

Brocha 3 Multiuso, la recomendación es de pedir 30 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 4 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 26 unidades.

Lija Fan 150, la recomendación es de pedir 61 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 100 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 300 unidades.

Wype de Hilo, la recomendación es de pedir 126 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 77 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 598 unidades.

Wype Fino Bco, la recomendación es de pedir 62 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 14 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 42 unidades.

Abanico de Colores, la recomendación es de pedir 7 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 0 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 1 unidades.

Acrílico White, la recomendación es de pedir 7 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 0 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 2 unidades.

Rodillo Esp. Master, la recomendación es de pedir 20 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 2 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 10 unidades.

Masking Auto, la recomendación es de pedir 29 unidades siempre que el nivel del inventario caiga 5 unidades, mientras la existencia de seguridad debe mantenerse en 15 unidades.

6.1.4 MODELO DE INVENTARIOS DE REVISIÓN PERIÓDICA

Para poder analizar los datos obtenidos en este modelo, es indispensable tomar en cuenta la **Tabla 5.4**: Aplicación modelo de inventarios de revisión continua; en dicha tabla solo se presentan 4 artículos de cada clase pero se aplicaron a los 120 artículos. Ver Anexo Magnético 1: **Modelos.xls**, **Hoja: Modelo Revisión Periódica**.

En este modelo es indispensable analizar el costo total del inventario comparado con el costo total del inventario del modelo de revisión continua y se ilustra de mejor manera en la siguiente tabla:

Tabla 6.2: Incremento del costo total del inventario Del Modelo Revisión Continua Vs Revisión Periódica

MODELOS	Clasificación ABC	PRODUCTOS	COSTO TOTAL DEL INVENTARIO	INCREMENTO
M. R.C	A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	13708,07	508,16
M. R. P	A	51016018-84 CARBONATO TIPO A	14216,23	
M. R.C	A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	7192,42	-24,92
M. R. P	A	51016022-84 CARBONATO TIPO B	7167,51	
M. R.C	A	59899035-06 ESPESANTE	4147,20	662,22
M. R. P	A	59899035-06 ESPESANTE	4809,42	
M. R.C	A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Bco	11426,00	580,52
M. R. P	A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Bco	12006,52	
M. R.C	B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	373,00	-43,88
M. R. P	B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	416,88	
M. R.C	B	73477002-67 LIJA FAN-150	586,00	-588,05
M. R. P	B	73477002-67 LIJA FAN-150	1174,05	
M. R.C	B	73989024-67 WYPE DE HILO	548,00	5,07
M. R. P	B	73989024-67 WYPE DE HILO	542,93	
M. R.C	B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	20,69	-2027,55
M. R. P	B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	2048,24	
M. R.C	C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	240,00	-459,57
M. R. P	C	41399211-67 ABANICO DE COLORES	699,57	
M. R.C	C	50305000-46 ACRYL.WHITE	161,00	-315,24
M. R. P	C	50305000-46 ACRYL.WHITE	476,24	
M. R.C	C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	271,00	-20,20
M. R. P	C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	291,20	
M. R.C	C	73884007-67 MASKING AUTO	377,00	-48,88
M. R. P	C	73884007-67 MASKING AUTO	425,88	

En otras palabras, el costo total del inventario del modelo de Revisión Continua es de 13708,07 \$ para el **Carbonato A**, mientras que el costo del inventario de Revisión Periódica es de \$ 14216,23 por lo tanto el modelo de Revisión Continua es mejor ya que el costo es más bajo en \$ 508,16.

El costo total del inventario del modelo de Revisión Continua es de \$ 7192,42 para el **Carbonato B**, mientras que el costo del inventario de Revisión Periódica es de \$ 7167,51 por lo tanto el modelo de Revisión Periódica es mejor ya que el

costo es más bajo en \$ 24,92; y de esta manera se realizó el análisis para todos los productos

6.1.5 MODELO DE INVENTARIO

Luego de realizar la simulación y se obtuvo las nuevas políticas de inventarios para los 120 productos. Anexo magnético 2: PRUEBAREAL2.xls y PRUEBAREAL22.xls, previa apertura del anexo magnético 3: SIMULACION VENTASprueba.xls y SIMULACION VENTASprueba2.xls.

La siguiente tabla ilustra de mejor manera los resultados obtenidos:

Tabla 6.3: Cuadro de nuevas políticas de inventario.

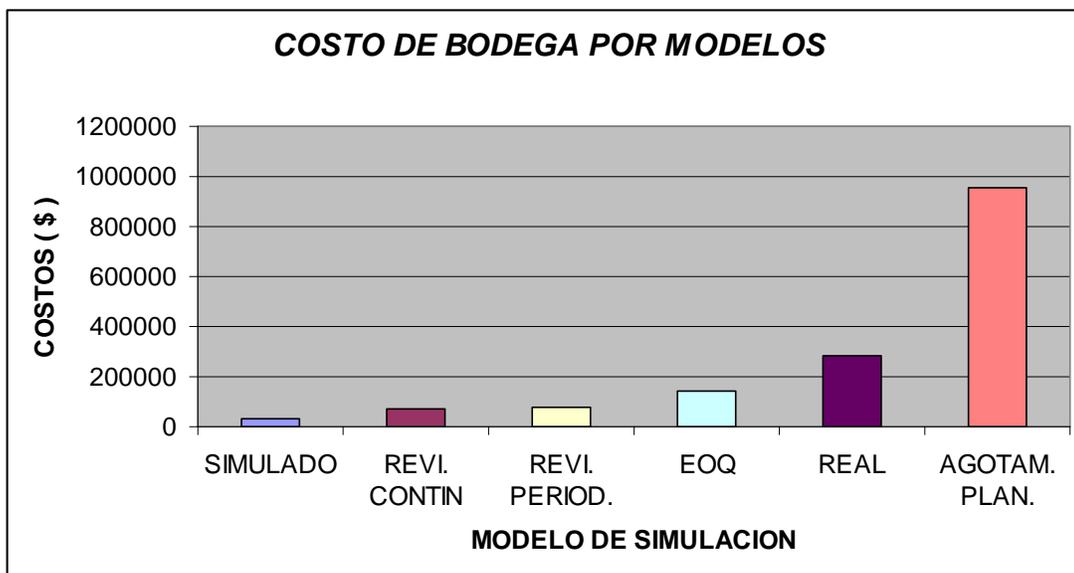
Producto	Política de Inv.			Utilidad	Costo
	Max	Min	Inv.Inicial		
51016018-84 CARBONATO TIPO A	3256	1254	3769	123930,9	255343,7
51016022-84 CARBONATO TIPO B	2848	2640	1598	26854,2	130131,8
59899035-06 ESPESANTE	2371	1031	993	54605,3	90334,3
73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco	6533	3946	1925	102724,4	309009,1
71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO	620	87	134	5692,8	7554,6
73477002-67 LIJA FAN-150	13744	7406	7570	16913,4	26357,9
73989024-67 WYPE DE HILO	13893	8568	7790	4054,1	10468
73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB	1919	915	1052	3283,4	33881,4
41399211-67 ABANICO DE COLORES	27	12	11	2474,1	6739,4
50305000-46 ACRYL.WHITE	46	19	27	3560,3	5804,8
71695028-67 RODILLO ESP.MASTER	316	213	224	1439,4	5149,5
73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM	671	390	472	3436,9	7876,4
			PROMEDIO	15393,65	31420,40

6.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS APLICADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos de cada uno de los Modelos de Inventarios, se tiene en resumen la siguiente tabla:

Tabla 6.4: Resumen de Costos de Bodega

MODELO	COSTO	%REDUCCION
MODELOS BASICO	29.265,76	89,67%
REVI. CONTIN	70.336,64	75,17%
REVI. PERIOD.	78.470,80	72,30%
EOQ	143.066,41	49,49%
AGOTAM. PLAN.	954.239,58	(236,90%)
REAL	283.237,16	

Gráfico 6.1: Resumen de Costos de Bodega

Ahora, de acuerdo al porcentaje de reducción de costos, el mejor modelo de inventario es el Modelo de Inventarios que fue simulado, con una reducción de hasta el 89,6% ya que existe una planificada adquisición en el tiempo, de acuerdo a la demanda, a la misma vez este modelo permite, determinar las mejores políticas para manejar el inventario en un punto máximo y un punto mínimo, lo que conlleva a una reducción de costos y por ende a una mejor utilidad, con el fin de satisfacer las demandas de los clientes.

6.3 PROBLEMA DEL BIN PACKING

6.3.1 ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA PRIMERA HEURÍSTICA

- Esta heurística, despojo dos de los grupos de productos los consignados y los de Hogar-materiales aunque hay espacio en dos de los tramos, pero la capacidad impidió su ubicación. Por tanto no es una buena opción aplicarla al a caso de estudio.

6.3.2 ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA SEGUNDA HEURÍSTICA

- Esta heurística ubicó a los productos de una buena manera, la cantidad de espacio inutilizado es relativamente poca, es una buena opción para la distribución de los productos.

6.3.3 ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA TERCERA HEURÍSTICA

- De hecho esta heurística fue rechazada a rechazamos ya que no se logró empaquetar todos los productos y deja mucho espacio inutilizado.

6.3.4 ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA CUARTA HEURÍSTICA

- Al aplicar la cuarta Heurística, se puede concluir que esta es una buena opción y la recomendada para la empresa, puesto que los productos han cubierto el mayor espacio.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos a través de la aplicación teórica de los siguientes modelos: Cantidad Económica a Ordenar generando un Costo Total de **143066,41** dólares, Agotamientos Planeados generando un Costo Total de **954239,58** dólares, Revisión Continúa generando un Costo Total de **70336,64** dólares, Revisión Periódica generando un Costo Total de **70336,64** dólares y Modelo Básico para una simulación generando un costo total de la bodega es de **29265,76** dólares; se puede concluir que todos los modelos propuestos reducen porcentualmente el costo total del inventario actual de la Bodega EXPOCOLOR, sin embargo el modelo básico para una simulación que reduce el **89,67%** es aquel modelo que se sugiere ya que contribuye enormemente a la reducción del costo total del inventario.
- Una vez aplicado el método del Bin Packing los resultados obtenidos determinan que la heurística **Best Fit Decreasing**, es la mejor alternativa para asignar espacios inteligentemente en la Bodega EXPOCOLOR ya que a través de esta se reduce en gran medida el espacio inutilizado.
- Independientemente del modelo de simulación que se estudie, el factor que más incide en las variables de costo y beneficio es la demanda, por tal razón es importante analizar el comportamiento de los otros factores cuando interactúan con los niveles bajos, medios o altos de este factor. Sólo así, puede definirse la(s) política(s) de inventario más apropiada para cada caso.
- La simulación ha comprobado ser una herramienta muy útil para analizar los elementos que intervienen en el manejo y control de inventario, permitiendo evaluar los principales indicadores de medición de la eficiencia de algunas políticas de control de inventario.

- El diseño de experimentos junto con la simulación han confirmado ser herramientas complementarias, las cuales permiten diseñar y evaluar profundamente el comportamiento real de un sistema con el fin de proponer estrategias o alternativas de mejoramiento.
- Puesto que EXPOCOLOR no cuenta actualmente con una asignación de espacios para cada uno de sus artículos, se plantea el método del Bin Packing como una alternativa para asignar espacios de una manera inteligente, ya que este método proporciona heurísticas que son lo más cercanas a lo óptimo.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener actualizado el sistema computacional BANN, utilizado por la empresa, descargando diariamente las ventas e ingresando las compras de cada artículo; de tal forma que proporcione resultados confiables.
- Se recomienda a la empresa la utilización del modelo básico de inventarios para una simulación porque les permite establecer buenas políticas de inventarios para cada uno de los artículos que maneja esta bodega; dicho en otras palabras les permite acercarse a resultados más óptimos de cuándo y en que cantidades pedir cada uno de sus artículos, minimizando el costo total del inventario que es lo que persigue esta empresa.
- Se recomienda estudiar la posibilidad de trabajar, utilizando la simulación y el diseño de experimentos, los modelos de inventario adecuados en base al concepto de demanda.
- Se recomienda realizar muestreos de inventarios de cualquier artículo en tiempos no determinados (inventarios sorpresas); con el propósito de dar de

baja artículos caducados o establecer estrategias con artículos de baja venta (promociones).

- Se recomienda establecer criterios de utilización de los artículos existentes en la bodega, generando las categorías de productos como por ejemplo en la línea del pintor, categoría acrílicos.

- Se recomienda a la empresa la utilización del método del Bin Packing para la asignación de espacios, ya que este les permitirá aprovechar de mejor manera la capacidad de almacenamiento de la bodega, agrupándolos por líneas de artículos en los lugares adecuados, favoreciendo de esta manera la localización de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, R.A., SWEENEY, D.J., WILLIAMS, T.A.(1993): introducción a los Modelos Cuantitativos para Administración. Grupo Editorial Iberoamericana.
- BAZARAA, M.S. Y JARVIS, J.J, (1990): Programación Lineal Entera. Ed. Díaz Santos.
- HILLER, F.S., LIEBERMAN, G.J. (1997): Introducción a la investigación de Operaciones. McGraw Hill
- MATHUR, K., SOLOW, D. (1996): Investigación de Operaciones. Prentice Hall Hispanoamericana.
- PRAWDA, J. (1988): Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. Vol. I y II. Ed. Limusa.
- ROMERO LOPEZ, C. Técnicas de Programación y Control de Proyectos Pirámide.
- RIOS INSUA, D., RIOS INSUA, S., MARTIN J., (1997): Simulación. Métodos y Aplicaciones. Ra-Ma Textos Universitarios.
- R. Baroggi M. Malavolti, G. Raimondi, G. Vignati y G. Zecchini (1979): Almacenamiento, Transporte y Embalaje.
- SCHROEDER, R.G, Administración de Operaciones, Tercera edición, McGraw Hill, Atlacomulco, Mexico, 1992.
- TAHA, H.A. (1997): Investigación de Operaciones: Una introducción. Prentice Hall.

PAGINAS DE INTERNET

- http://www.suis.org.u/infosuis/tema/temas/_08-1.shtml
- <http://www.iniciativacientificamilenio.htm>
- www.gestiopolis.com/canales2/marketing/1/logcadabas.htm

ANEXOS

ANEXO 1

RECLASIFICACIÓN ABC DE ARTÍCULOS

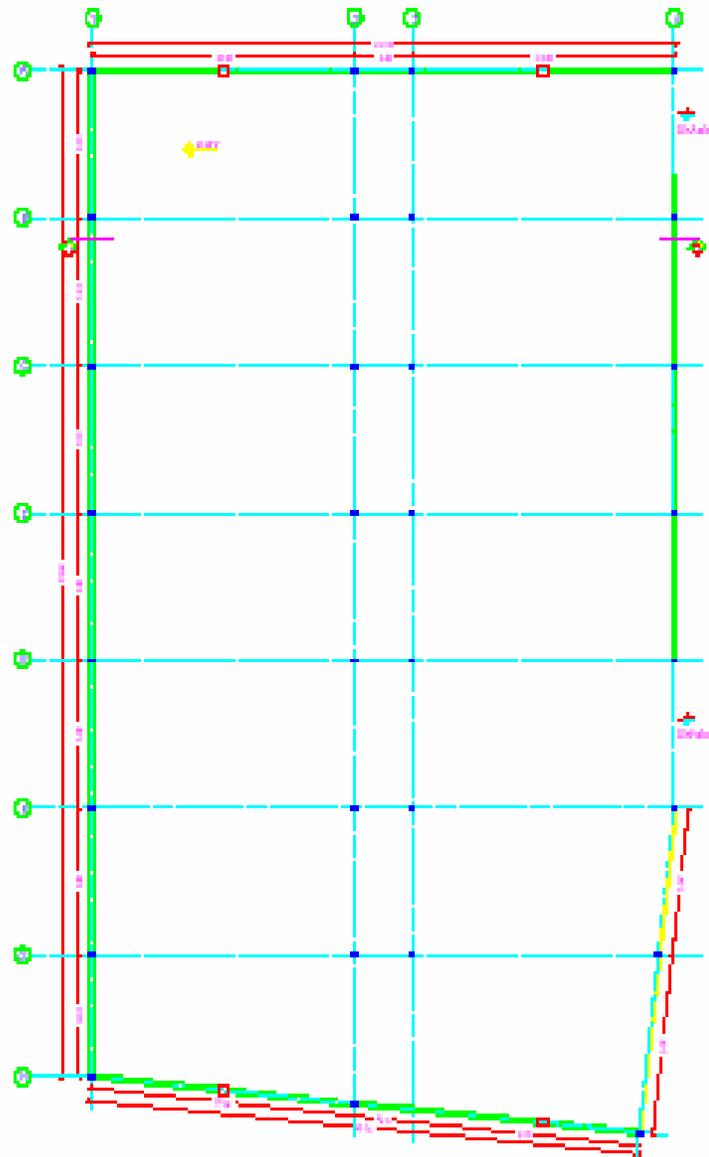
Clasificación ABC	PRODUCTO
C	11034001-10 ALBALUX 25 KLOS
C	11034004-10 GRANO RAYAR 4A 50kg
A	11034007-10 CEMENTO BLANCO NARE 50 kg
B	11034011-10 YESO EXTRAFINO 35 KG
C	11034016-10 SILICEN BLANCO 50 kg
C	40332001-44 SK Plus Q065
C	40332069-47 SK Plus REDUCER MEDIUM
C	40343501-38 WANDA Sellador p/Plastico
B	40343920-27 WANDA PRIMER PU
B	40359001-39 THINER PARA PU WANDA
C	40359073-67 Tag Rag (Paño Gomoso Sikkens)
A	40359093-21 Wanda Cat/Bar.Pol. 3093 R.S.
B	40359100-27 Wanda Bar.Pol.5100R.S.
C	40360100-44 AUTOCRYL BLANCO
B	40362003-29 SK AUTOCLEAR PLUS
C	40363680-29 SIKKENS Primer filler grey 680
B	40367123-29 THINNER SLOW 1.2.3
B	40602910-61 RUSTBOND PS
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES
B	50001000-46 EXTRALTX BCO
C	50003000-29 L.V.A.BCO
C	50003305-46 LVA Prety Woman
C	50003405-46 L.V.A. Verde Manzana
C	50003500-29 LVA Intenso Amarillo 1Lt
C	50003503-46 L.V.A. Mostaza
C	50003601-46 LVA Terracota
C	50004999-46 PERM. Mezcla
B	50007000-29 S.C.SATIN.BCO
C	50007006-46 SC SATIN.BCO HUESO
C	50007015-46 S.C.SATIN.BLANCO NACAR
B	50008000-29 S.C.SATIN.BASE P
B	50008001-29 S.C.SATIN.BASE T
B	50008002-29 S.C.SATIN.BASE D
C	50008003-29 S.C.SATIN.BASE A
C	50008004-29 S.C.SATIN.BASE L
C	50010000-51 CONDORLASTIC BLANCO
C	50013300-46 ETERNACRYL AZUL
C	50016000-29 REC.IMP.AQUA STOP
B	50018000-29 Permalatex Tropicalizado
B	50019000-29 Perm.Trop.Base P
A	50019001-46 Perm.Trop.Base T
B	50019002-29 Perm.Trop.Base D
C	50019003-29 Perm.Trop.Base A
C	50025000-46 L.V.A. Base P
B	50028000-46 EXPOLATEX Blanco
C	50099000-29 Masilla Elastomérica
C	50099100-46 SELL.ASFALTICO NEGRO
B	50099401-46 RECUB.DEP.VERDE

B	50101001-46 TAN.BCO MT
A	50101001-51 TAN Blanco MT Caneca
B	50101320-46 TAN AZUL COLONIAL
B	50101402-46 TAN VERDE ANTIGUO
B	50101503-46 TAN AMARILLO CATERPILAR
B	50101520-46 TAN MEDITERRANEO
C	50108000-29 Extra Esmalte Blanco LT.
B	50111106-46 ANTIOX Convertidor Gris Mate
C	50204514-29 VERNIN A.S.SELL.
C	50212500-29 TINTE MADERA AMAR.
B	50212721-29 TINTE MADERA CAFE
B	50302000-46 COND.BCO ACAB.
B	50302001-46 COND.BCO MT
C	50302101-46 COND.NEG.MT
C	50302801-46 COND.ALUM.FINO
C	50303106-29 FONDOLAC GRIS
C	50305000-46 ACRYL.WHITE
B	50306900-46 ACRYL.CLEAR COAT 380A
A	50309106-46 UNIPRIMER GRIS
B	50309403-46 UNIP.VERDE OLIVA
B	50318001-09 MASILLA POLIESTER Polyfill
B	50319000-46 SINTETICO SECADO RAPIDO Blanco
B	50319801-46 SINT.SECA.RAPID.Aluminio fino
C	50320910-22 CATALIZADOR Spectrum CPU100
C	50505002-51 PINTURA BLANCA DE TRAFICO VIAL
B	50505003-46 MARKA ACRILICA Blanca
B	50505503-46 MARKA ACRILICA Amarilla
B	50620002-28 Bucanero 7100 8litros
C	50620002-65 Bucanero 7100 10GI
B	50620004-28 BUCANERO EPOX.BASE ACCENT
B	50702900-46 TCNI THINNER LA
A	50702900-52 TECNI THINNER LACA SIN METANOL
B	50705072-46 Thiner Bucanero 111 GL
A	50801000-15 RESAFLEX
A	50805003-17 RESINA POLI.TRANSL.
B	50902000-12 RESINCOLA P PARQUET
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B
C	59899008-10 YESO EXTRAFINO KILOS
A	59899035-06 ESPESANTE
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO
B	71301013-67 BROCHA 4 MULTIUSO
B	71301014-67 BROCHA 5 MULTIUSO
B	71301015-67 BROCHA 6 MULTIUSO
B	71301018-67 BROCHA 2 PREMIER
B	71301020-67 BROCHA 3 PREMIER
B	71301021-67 BROCHA 4 PREMIER
B	71301022-67 BROCHA 5 PREMIER
C	71695028-67 RODILLO ESP.MASTER
C	71695030-67 RODILLO FELPA
C	71695035-67 T-PISTOLA 527 THOMAS

B	71695039-67 LLANA ANGELITO ALEM.
B	71695102-67 ATLASRodi y M 21cm AT2723ER-1
C	73477000-67 LIJA FAN-100 MAD.
C	73477001-67 LIJA FAN-80 MAD.
B	73477002-67 LIJA FAN-150
C	73477003-67 LIJA FAN-180
C	73477005-67 LIJA FAN-240
C	73477008-67 LIJA FAN-360
C	73477013-67 LIJA FAN-1200
C	73477019-67 LIJA UNI-3
C	73727000-67 3M-MASCARILLA FILTRO
B	73729002-67 RESPIRADOR CON FILTRO 3M
B	73803001-67 ENV.PLAST-T-R 4000CC
B	73806001-67 PLASTICO X MT.1 1/2
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Interior Blanco
C	73884007-67 MASKING AUTO 40Yx24MM
B	73989024-67 WYPE DE HILO
C	73989025-67 WIPE NYLON
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB
C	74230056-11 S-SIKAFILL GRIS 4 kg
C	74230062-67 S-SIKA TOP 144 BCO 5 kg

ANEXO 2

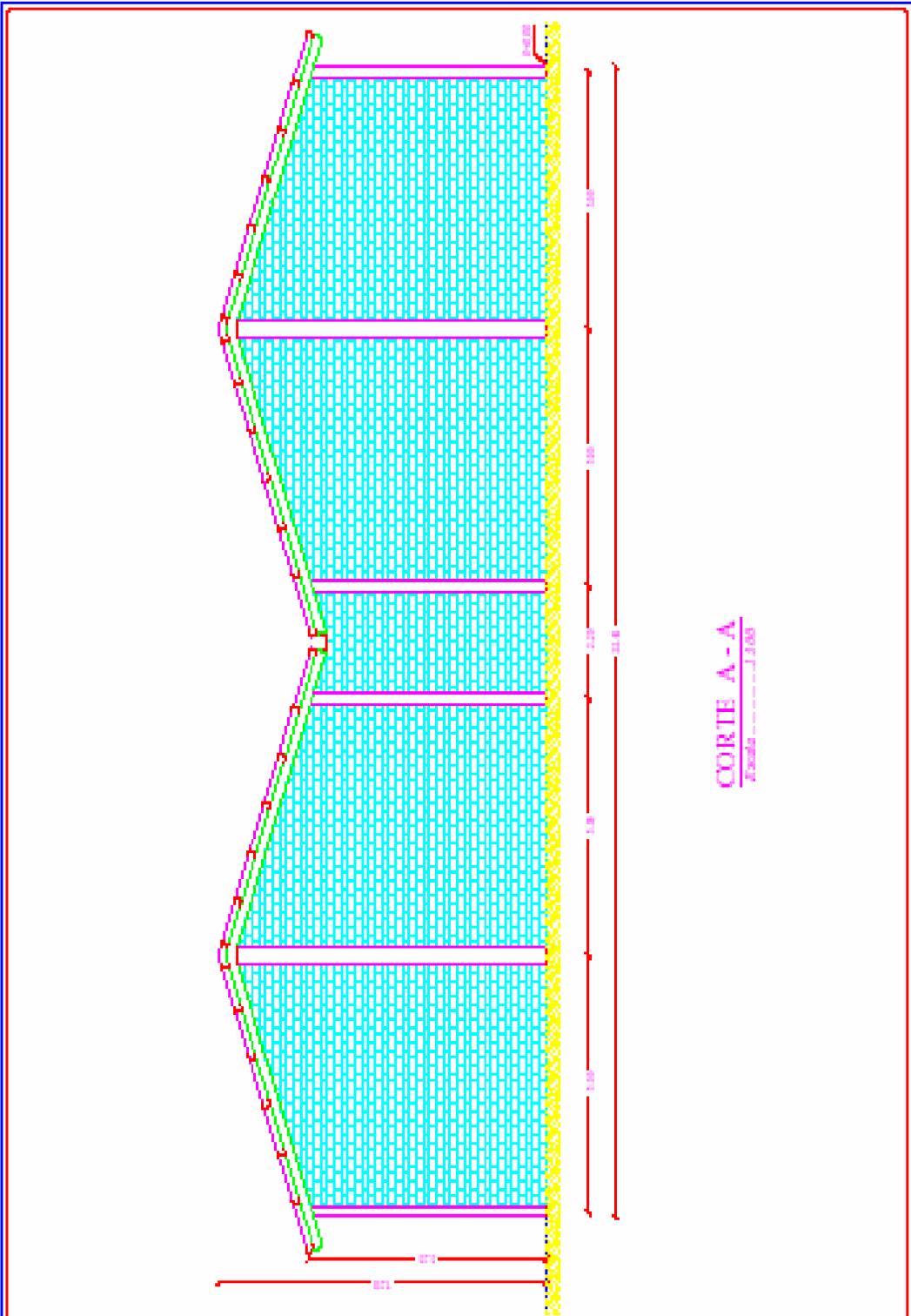
PLANO BODEGA EXPOCOLOR



VISTA EN PLANTA

Escala: 1:200

 PINTURAS CÓNDOR S.A.		CONTIENE:	ACTIVIDAD
DIBUJADO POR: <i>Elvira Alvarado</i>		BODEGA EXPOCOLOR	MATERIALES:
REVISADO POR:			ESCALA: <i>1:200</i>
APROBADO POR:			LÁMINA: <i>1 de 2</i>
FECHA: <i>2011-08-21</i>		UNIDAD DE PROYECTOS	



	PINTURAS CONDOR S.A.	CONTENIDO:	ACTIVIDAD:
DISEÑADO POR: Jg. Adalberto Arévalo		BOLEGA EXPOSICION	MATERIAL:
REDISEÑADO POR:	ESCALA:	UNIDAD DE PROYECTOS	ESCALA:
APROBADO POR:	FECHA: 2008-08-27		LÍNEA:

ANEXO 3

CUADRO DE RESUMEN DE ARTÍCULOS ANALIZADOS

Clasificación ABC	PRODUCTOS
A	51016018-84 CARBONATO TIPO A
A	51016022-84 CARBONATO TIPO B
A	59899035-06 ESPESANTE
A	73809002-67 SIKA EMPASTE Inter. Bco.
B	71301012-67 BROCHA 3 MULTIUSO
B	73477002-67 LIJA FAN-150
B	73989024-67 WYPE DE HILO
B	73989044-67 WYPE FINO BCO. C/LB
C	41399211-67 ABANICO DE COLORES
C	50305000-46 ACRYL. WHITE
C	71695028-67 RODILLO ESP. MASTER
C	73884007-67 MASKING AUTO

Tests de Bondad de Ajuste para **CARBONATO A**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	2335,04	4	4,00	0,00
2335,04	2571,72	2	4,00	1,00
2571,72	2761,67	5	4,00	0,25
2761,67	2951,62	8	4,00	4,00
2951,62	3188,29	2	4,00	1,00
mayor 3188,29		3	4,00	0,25

Chi-cuadrado = 6,49975 con 3 g.l. P-Valor = 0,0896704

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,171008
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,112896
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,171008
 P-Valor aproximado = 0,495013

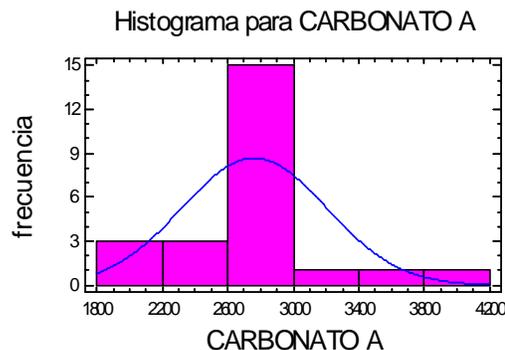
Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,171008	0,865726	<0.10*
Anderson-Darling A^2	0,732192	0,757933	0,0487*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada. Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy onservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si CARBONATO A puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de CARBONATO A en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de CARBONATO A y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,171008. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es inferior a 0.10, podemos rechazar que CARBONATO A procede de una distribución normal con un nivel de confianza del 90%.



Tests de Bondad de Ajuste para **CARBONATO B**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	1295,56	2	3,83	0,88
1295,56	1535,18	4	3,83	0,01
1535,18	1727,48	9	3,83	6,96
1727,48	1919,78	4	3,83	0,01
1919,78	2159,39	2	3,83	0,88
mayor 2159,39		2	3,83	0,88

Chi-cuadrado = 9,60839 con 3 g.l. P-Valor = 0,022205

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,230059

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,104618

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,230059

P-Valor aproximado = 0,175315

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,230059	1,1418	<0.01*
Anderson-Darling A^2	1,57117	1,62909	0,0004*

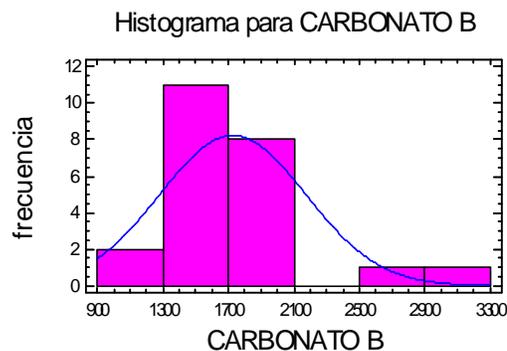
*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si **CARBONATO B** puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de **CARBONATO B** en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de **CARBONATO B** y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,230059. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es inferior a 0.01, podemos rechazar que **CARBONATO B** procede de una distribución normal con un nivel de confianza del 99%.



Tests de Bondad de Ajuste para **ABANICO DE COLORES**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	12,2569	5	4,00	0,25
12,2569	14,7264	3	4,00	0,25
14,7264	16,7083	2	4,00	1,00
16,7083	18,6903	5	4,00	0,25
18,6903	21,1598	7	4,00	2,25
mayor 21,1598		2	4,00	1,00

Chi-cuadrado = 5,00004 con 3 g.l. P-Valor = 0,171791

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0921522
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,152205
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,152205
 P-Valor aproximado = 0,634496

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,152205	0,770535	$\geq 0.10^*$
Anderson-Darling A^2	0,338982	0,3509	0,4706*

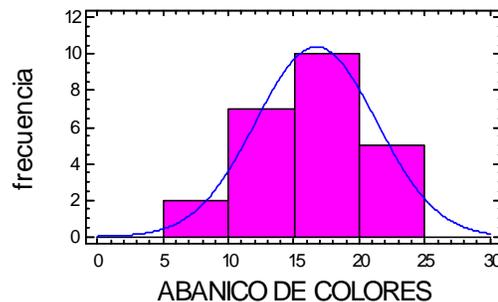
*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada. Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si ABANICO DE COLORES puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de ABANICO DE COLORES en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ABANICO DE COLORES y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,152205. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que ABANICO DE COLORES proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

Histograma para ABANICO DE COLORES



Tests de Bondad de Ajuste para **ESPESANTE**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	1303,8	2	4,00	1,00
1303,8	1512,18	7	4,00	2,25
1512,18	1679,42	5	4,00	0,25
1679,42	1846,65	5	4,00	0,25
1846,65	2055,03	1	4,00	2,25
mayor 2055,03		4	4,00	0,00

Chi-cuadrado = 5,99994 con 3 g.l. P-Valor = 0,111611

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,162893
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0973314
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,162893
 P-Valor aproximado = 0,547385

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,162893	0,824643	<0.10*
Anderson-Darling A^2	0,554916	0,574425	0,1359*

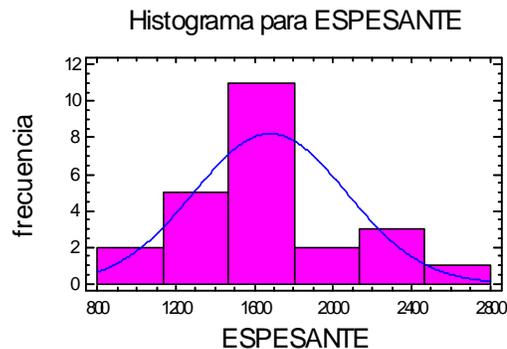
*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si ESPESANTE puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de ESPESANTE en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ESPESANTE y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,162893. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es inferior a 0.10, podemos rechazar que ESPESANTE procede de una distribución normal con un nivel de confianza del 90%.



Tests de Bondad de Ajuste para BROCHA 3 MULTIUSO

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	233,315	4	4,00	0,00
233,315	321,256	5	4,00	0,25
321,256	391,833	2	4,00	1,00
391,833	462,411	6	4,00	1,00
462,411	550,352	1	4,00	2,25
mayor	550,352	6	4,00	1,00

Chi-cuadrado = 5,5 con 3 g.l. P-Valor = 0,138636

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0997404
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,111556
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,111556
 P-Valor aproximado = 0,926277

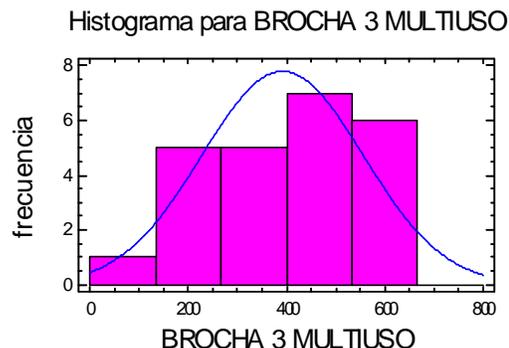
Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,111556	0,564752	$\geq 0,10^*$
Anderson-Darling A ²	0,252798	0,261685	0,7058*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada. Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si BROCHA 3 MULTIUSO puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de BROCHA 3 MULTIUSO en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de BROCHA 3 MULTIUSO y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,111556. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que BROCHA 3 MULTIUSO proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.



Tests de Bondad de Ajuste para **WYPE FINO BLANCO**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	1215,26	5	4,00	0,25
1215,26	1359,66	1	4,00	2,25
1359,66	1475,54	4	4,00	0,00
1475,54	1591,43	7	4,00	2,25
1591,43	1735,82	3	4,00	0,25
mayor 1735,82		4	4,00	0,00

Chi-cuadrado = 4,99987 con 3 g.l. P-Valor = 0,171804

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,105541
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,140865
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,140865
 P-Valor aproximado = 0,727653

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,140865	0,713128	$\geq 0.10^*$
Anderson-Darling A^2	0,546194	0,565396	0,1433*

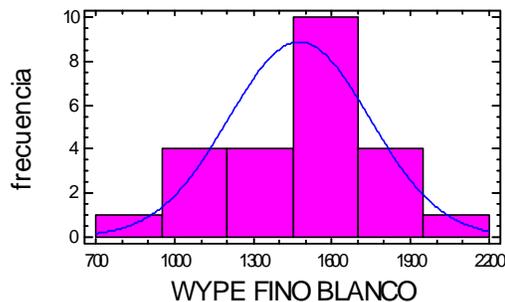
*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada. Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si WYPE FINO BLANCO puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de WYPE FINO BLANCO en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de WYPE FINO BLANCO y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,140865. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que WYPE FINO BLANCO proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

Histograma para WYPE FINO BLANCO



Tests de Bondad de Ajuste para WYPE DE HILO

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	4306,75	4	4,00	0,00
4306,75	6339,58	8	4,00	4,00
6339,58	7971,04	1	4,00	2,25
7971,04	9602,51	0	4,00	4,00
9602,51	11635,3	5	4,00	0,25
mayor	11635,3	6	4,00	1,00

Chi-cuadrado = 11,5002 con 3 g.l. P-Valor = 0,00930638

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,204738
 Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,12974
 Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,204738
 P-Valor aproximado = 0,267751

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,204738	1,03648	<0.01*
Anderson-Darling A^2	1,09824	1,13685	0,0057*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

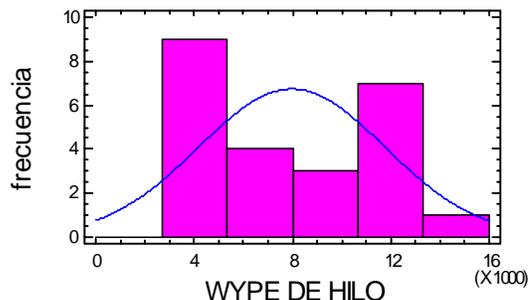
Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si WYPE DE HILO puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de WYPE DE HILO en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de WYPE DE HILO y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,204738. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es inferior a 0.01, podemos rechazar que WYPE DE HILO procede de una distribución normal con un nivel de confianza del 99%.

Histograma para WYPE DE HILO



Tests de Bondad de Ajuste para SIKA EMPASTE INTER BCO

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	1888,83	3	4,00	0,25
1888,83	2550,81	6	4,00	1,00
2550,81	3082,08	4	4,00	0,00
3082,08	3613,36	5	4,00	0,25
3613,36	4275,33	3	4,00	0,25
mayor 4275,33		3	4,00	0,25

Chi-cuadrado = 1,99996 con 3 g.l. P-Valor = 0,572412

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,159288

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,126978

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,159288

P-Valor aproximado = 0,576423

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,159288	0,806391	$\geq 0,10^*$
Anderson-Darling A ²	0,944256	0,977453	0,0140*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

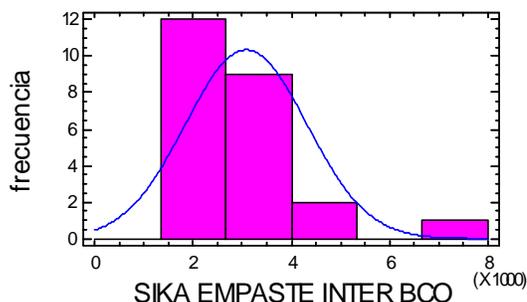
Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si SIKA EMPASTE INTER BCO puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de SIKA EMPASTE INTER BCO en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de SIKA EMPASTE INTER BCO y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,159288. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que SIKA EMPASTE INTER BCO proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

Histograma para SIKA EMPASTE INTER BCO



Tests de Bondad de Ajuste para LIJA FAN150

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	8547,81	4	4,00	0,00
8547,81	9568,32	5	4,00	0,25
9568,32	10387,3	3	4,00	0,25
10387,3	11206,3	4	4,00	0,00
11206,3	12226,9	4	4,00	0,00
mayor 12226,9		4	4,00	0,00

Chi-cuadrado = 0,500039 con 3 g.l. P-Valor = 0,918882

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,114118

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,068128

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,114118

P-Valor aproximado = 0,913427

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,114118	0,577722	$\geq 0,10^*$
Anderson-Darling A ²	0,18329	0,189734	0,8998*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

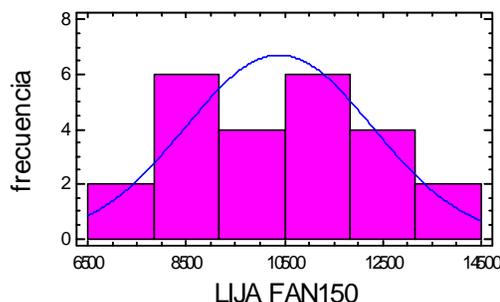
Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si LIJA FAN150 puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de LIJA FAN150 en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de LIJA FAN150 y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,114118. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que LIJA FAN150 proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

Histograma para LIJA FAN150



Tests de Bondad de Ajuste para RODILLO ESPUMA MASTER

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	174,87	4	4,00	0,00
174,87	207,35	4	4,00	0,00
207,35	233,417	4	4,00	0,00
233,417	259,484	5	4,00	0,25
259,484	291,963	4	4,00	0,00
mayor 291,963		3	4,00	0,25

Chi-cuadrado = 0,499954 con 3 g.l. P-Valor = 0,918901

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,0843073

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0767478

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,0843073

P-Valor aproximado = 0,995612

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
-----------------	-------	------------------	---------

Kolmogorov-Smirnov D	0,0843073	0,426805	$\geq 0.10^*$
----------------------	-----------	----------	---------------

Anderson-Darling A ²	0,249411	0,258179	0,7175*
---------------------------------	----------	----------	---------

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

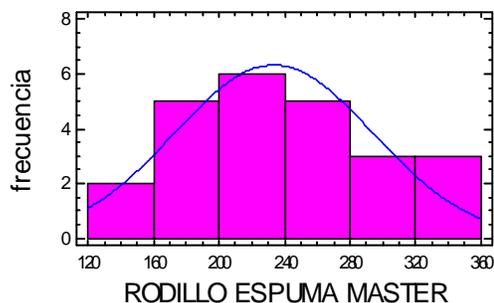
Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si RODILLO ESPUMA MASTER puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de RODILLO ESPUMA MASTER en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de RODILLO ESPUMA MASTER y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,0843073. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que RODILLO ESPUMA MASTER proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

Histograma para RODILLO ESPUMA MASTER



Tests de Bondad de Ajuste para MASKING AUTO

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	389,001	4	4,00	0,00
389,001	441,195	5	4,00	0,25
441,195	483,083	4	4,00	0,00
483,083	524,972	4	4,00	0,00
524,972	577,166	3	4,00	0,25
mayor	577,166	4	4,00	0,00

Chi-cuadrado = 0,500003 con 3 g.l. P-Valor = 0,91889

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,123473

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,103816

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,123473

P-Valor aproximado = 0,857738

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,123473	0,625081	$\geq 0,10^*$
Anderson-Darling A ²	0,422339	0,437187	0,2962*

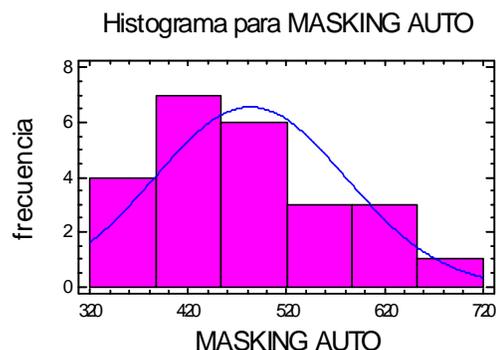
*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si MASKING AUTO puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de MASKING AUTO en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de MASKING AUTO y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,123473. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que MASKING AUTO proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.



Tests de Bondad de Ajuste para **ACRILICO WHITE**

Contraste Chi-cuadrado

Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencia Observada	Frecuencia Esperada	Chi-cuadrado
menor o igual	9,48112	5	4,00	0,25
9,48112	14,6925	4	4,00	0,00
14,6925	18,875	2	4,00	1,00
18,875	23,0575	6	4,00	1,00
23,0575	28,2689	3	4,00	0,25
mayor	28,2689	4	4,00	0,00

Chi-cuadrado = 2,49998 con 3 g.l. P-Valor = 0,475291

Estadístico DMAS de Kolmogorov = 0,120547

Estadístico DMENOS de Kolmogorov = 0,0877865

Estadístico DN global de Kolmogorov = 0,120547

P-Valor aproximado = 0,876535

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	P-Valor
Kolmogorov-Smirnov D	0,120547	0,610266	$\geq 0,10^*$
Anderson-Darling A ²	0,323097	0,334456	0,5080*

*Indica que el p-valor se ha comparado con las tablas de valores críticos especialmente construido para el ajuste de la distribución actualmente seleccionada.

Otros p-valores están basados en tablas generales y pueden ser muy conservadores.

El StatAdvisor

Esta ventana muestra los resultados de los tests ejecutados para determinar si ACRILICO WHITE puede ser modelado adecuadamente por distribución normal. El test chi-cuadrado divide el rango de ACRILICO WHITE en intervalos no solapados y compara el número de observaciones en cada clase con el número esperado basado en la distribución ajustada. El tests de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de ACRILICO WHITE y el CDF de la distribución normal ajustada. En este caso, la distancia máxima es 0,120547. Los otros estadísticos EDF comparan de diferentes maneras la función de distribución empírica con el CDF ajustado.

Dado que p-valor más pequeño de los tests realizados es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar que ACRILICO WHITE proceda de una distribución normal con un nivel de confianza de al menos un 90%.

