

**Universidad de Valparaíso**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**“Propuesta de un modelo de inventario y rediseño de bodega de la Empresa Textil  
Karmy S.A.”**

Por

**Maritza Fernanda Zamora Ibacache**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de  
Ingeniero civil industrial

Prof. Guía Hugo Zuloaga

Junio 2016

**Agradecimientos:**

*“Debo agradecer de manera especial y sincera a mi familia, Rubén Zamora (papá), Maritza Ibacache (mamá), Rubén Zamora (hermano) y Antonella Zamora (hermana) ,por ser el principal cimiento de construcción de mi vida profesional, por darme la oportunidad de estudiar, por su apoyo absoluto y confianza que me han permitido seguir adelante para cumplir mis sueños. También agradecer a Diego Aldunate por ser un pilar fundamental en mi vida y en el desarrollo de mi carrera, con su alegría, comprensión y amor incondicional”.*

## INDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2.1 Productos:</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2.2 Clientes:</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2.3 Tiendas (locales):</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2.4 Estructura organizacional.</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.5 Proceso productivo:</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>17</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, DIAGNÓSTICO Y OBJETIVOS:</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.1 Diagnostico:</b> .....	<b>18</b>
2.1.1.1 Ishikawa: análisis causa/efecto: .....	18
2.1.1.2 Conclusión de diagnóstico: .....	20
<b>2.2 OBJETIVOS:</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.1 Objetivo general:</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.2 Objetivos Específicos:</b> .....	<b>21</b>
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTROS:</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.1 Cadena de valor de Porter:</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2 FUNCIONES DE INVENTARIOS:</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.1 Definición de inventario:</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3. COSTOS DE INVENTARIO:</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.1. Costo del artículo:</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.2. Costo de ordenar pedidos (o preparación):</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.3. Costos de inventario (o conservación):</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3.4. Costos de inexistencias:</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4 TIPOS DE INVENTARIO:</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4.1 Tipos de inventario según la forma:</b> .....	<b>29</b>
3.4.1.1. Inventario de materias primas: .....	29
3.4.1.2. Inventario de trabajo en proceso (WIP, Work In Process): .....	30
3.4.1.3. Inventarios para mantenimiento, reparación y operaciones (MRO): .....	30
3.4.1.4. Inventario de bienes terminados: .....	30
<b>3.4.2. Tipos de inventario según su función:</b> .....	<b>30</b>
3.4.2.1. Inventario de seguridad: .....	30
3.4.2.2. Inventario de desacoplamiento: .....	30
3.4.2.3. Inventario en tránsito: .....	30
3.4.2.4. Inventario cíclico: .....	30

3.4.2.5. Inventario de previsión o estacional: .....	30
3.4.2.6. Inventario especulativo: .....	31
3.4.2.7. Inventario de contingencia: .....	31
<b>3.5. DEMANDA: .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.1. Tipos de demanda:.....</b>	<b>31</b>
3.5.1.1. Demanda dependiente: .....	31
3.5.1.2. Demanda independiente:.....	32
<b>3.5.2. Herramientas para determinación de la demanda:.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6. SISTEMAS DE INVENTARIO: .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6.1. Sistemas de inventario con demanda independiente, según Chase en su libro</b>	
<b>Administración de Operaciones. [Chase09] .....</b>	<b>34</b>
3.6.1.1. Modelos de cantidad de pedido fija o modelo Q: .....	35
3.6.1.2 Modelos de periodos fijos o modelo P: .....	39
<b>3.6.2 Sistema de inventario con demanda dependiente según Jay Heizer y Barry Render en</b>	
<b>su libro Principios de Administración de operaciones. ....</b>	<b>41</b>
3.6.2.1 Requerimiento del modelo de inventario dependiente:.....	41
3.6.2.2 Objetivos de los sistemas MRP: .....	43
<b>3.7 TÁCTICAS DE ANÁLISIS: .....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.1 Análisis ABC:.....</b>	<b>44</b>
<b>3.8 DIMENSIONAMIENTO DE ALMACENES: .....</b>	<b>44</b>
<b>3.8.1 Cubicación de almacén: .....</b>	<b>45</b>
<b>3.9 DISEÑO Y LAYOUT DE ALMACENES O BODEGAS: .....</b>	<b>46</b>
<b>3.9.1 Función de los almacenes: .....</b>	<b>46</b>
<b>3.9.2 Significado de diseño y layout de un almacén: .....</b>	<b>46</b>
<b>3.9.3 Principios de la distribución de almacenes: .....</b>	<b>47</b>
<b>3.9.4 Etapas de la distribución física de un almacén: .....</b>	<b>47</b>
<b>3.9.5 Diseño interno de almacenes (layout): .....</b>	<b>47</b>
<b>3.9.6 Identificación de ubicaciones: .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>49</b>
<b>PROPUESTA OPERACIONAL PARA EL ÁREA DE DESPACHO .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS EN BODEGA:.....</b>	<b>50</b>
4.1.2 Análisis de clasificación y propuesta: .....	51
<b>4.2 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA: .....</b>	<b>55</b>
4.2.1 Cálculo del coeficiente de variabilidad:.....	55
4.2.2 Resumen del comportamiento de la demanda: .....	57
.....	59
<b>4.3 CÁLCULO DE INVENTARIO DE SEGURIDAD E INVENTARIO MÍNIMO: .....</b>	<b>59</b>
4.3.1 Aplicación del modelo de periodo fijo (modelo P).....	60
<b>4.4 DIMENSIONAMIENTO DE BODEGA: .....</b>	<b>63</b>
4.4.1 Cálculo de almacenaje teórico en bodega: .....	64
4.4.2 Cálculo de almacenaje real en bodega. ....	65
4.4.3 Cálculo de cajas de almacenaje para cubrir inventario mínimo: .....	67
<b>4.5 REDISEÑO DE BODEGA Y DISPOSICIÓN DE MERCADERÍA: .....</b>	<b>68</b>
4.5.1 Rotulación de estanterías: .....	69
4.5.2 Disposición de mercaderías: .....	70

<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>72</b>
<b>ESTRUCTURA DE APLICACIÓN: .....</b>	<b>72</b>
<b>CONCLUSIONES:.....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>81</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS:

Fig. N° 1.1 “Organigrama Textil Karmy S.A.....	13
Fig. N° 1.2 “Proceso Productivo” .....	15
Fig. N° 2.1 “Ishikawa, Causa/efecto del retraso de entrega de productos.....	18
Fig. N° 2.2 “Proceso de un Pedido” .....	18
Fig. N° 3.1 “Procesos de la cadena de suministros.....	23
Fig. N° 3.2 “Cadena de Valor de Porter.....	24
Fig. N° 3.3 “Proceso de Flujo de Materiales” .....	26
Fig. N° 3.4 “Analogía de un sistema de tanques de agua” .....	26
Fig. N° 3.5 “Diagrama de demanda” .....	30
Fig. N° 3.6 “Cuadro comparativo de Modelos Q y P.....	33
Fig. N° 3.7 “Modelo básico de cantidad de pedido fijo” .....	34
Fig. N° 3.8 “Costos Totales” .....	36
Fig. N° 3.9 “Modelo de cantidad fija con inventario de seguridad” .....	37
Fig. N° 3.10 “Modelo de periodo fijo” .....	39
Fig. N° 3.11 “Ejemplo de vista frontal y Aérea” .....	44
Fig. N° 4.1 “Grafico de Pareto de los 266 productos” .....	50
Fig. N° 4.2 “Grafico de Pareto de los 56 productos” .....	53
Fig. N° 4.3 “Línea de tiempo de periodo fijo” .....	60
Fig. N° 4.4 “Mapa de bodega con tipo de estanterías” .....	62
Fig. N° 4.5 “Vista frontal y lateral de estantería rotuladas” .....	68
Fig. N° 4.6 “Vista Aérea de estanterías codificadas” .....	69
Fig. N° 4.7 “Disposición de mercadería en bodega” .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 4.1 “Análisis ABC de los artículos a fabricar” .....	51
Tabla 4.2 “Comportamiento de la demanda, Determinístico v/s Probabilístico” .....	57
Tabla 4.3 “Resultados de inventario de seguridad e inventario mínimo” .....	61
Tabla 4.4 “Cálculos de dimensionamiento de bodega” .....	63
Tabla 4.5 “Resumen de cantidad de cajas por categoría” .....	67
Tabla 4.6 “Análisis de proporciones de estanterías en bodega” .....	70

## ÍNDICE DE ECUACIONES:

Ec. 2.1 “Índice, Despacho v/s Pedidos” .....	17
Ec. 3.1 “Coeficiente de variabilidad” .....	31
Ec. 3.2 “Media” .....	32
Ec. 3.3 “Desviación estándar y varianza” .....	32
Ec. 3.4 “Costo total anual” .....	35
Ec. 3.5 “Cantidad económica” .....	35
Ec. 3.6 “Punto de volver a pedir” .....	36
Ec. 3.7 “Punto de volver a pedir con inventario de seguridad” .....	37
Ec. 3.8 “Demanda promedio” .....	37
Ec. 3.9 “Desviación diaria de la demanda” .....	38
Ec. 3.10 “Desviación de la demanda por más de un día” .....	38
Ec. 3.11 “Nivel de servicio” .....	38
Ec. 3.12 “Inventario de seguridad” .....	38
Ec. 3.13 “Inventario de seguridad para modelo P” .....	39
Ec. 3.14 “Inventario mínimo” .....	39
Ec. 3.15 “Cantidad de pedido para modelo P” .....	40
Ec. 3.16 “Valor de consumo” .....	43
Ec. 3.17 “Volumen de bodega” .....	44
Ec. 3.18 “Capacidad de almacenaje” .....	44
Ec. 3.19 “Volumen caja de almacenaje” .....	45
Ec. 3.20 “Espacio necesario” .....	45

## Resumen:

La administración y control de inventarios es una tarea compleja en la mayoría de las empresas, especialmente aquellas en las que la demanda de los productos que ofrecen es altamente variable. Cuando esto ocurre el problema debe ser atacado de una forma diferente a lo que se acostumbra. La correcta gestión de los sistemas de inventario, es uno de los ítems que mayores costos genera en las empresas. Textil Karmy S.A, es una empresa textil de la región de Valparaíso, cada año ve que sus pérdidas van aumentando por problemas de quiebres de stock y por la baja gestión administrativa del inventario, provocando problemas de planificación en la producción.

En la presente investigación se realizó un diagnóstico de la problemática que acontecía la empresa Textil Karmy , mediante herramientas se realizó un diagnóstico para así determinar la causa que provoca el retraso en la entrega de pedidos y por la aplicación de métodos se estableció un estándar determinado.

Se propone una disminución en la variedad de productos que fabricaban, ya que, hoy en día tienen una variedad de 266 variedades de productos y cada uno de ellos está dividido por tallas y color. Esta propuesta se determinó mediante un análisis de clasificación ABC de la demanda y su costo unitario, donde se determinará el sistema adecuado para la capacidad productiva que tiene, y con ello mejorar el despacho a los clientes.

Luego se hizo un análisis de la demanda, estableciendo su comportamiento, dando como resultado una demanda probabilista y dado a ello se planteó un modelo de inventario, donde se realizó una gestión stock, se determinó el stock de seguridad y mínimos dentro de bodega central, para así optimizar costos de almacenamiento.

Para finalizar se realizó una dimensionamiento de bodega, para validar si el inventario mínimo cumplen con el lugar físico adecuado para su almacenamiento. Por último se realiza un rediseño de bodega y disposición de mercadería (layout), rotulando las estanterías para un mayor orden estratégico de los productos y también su ubicación estratégica de cada uno de ellos, mediante el análisis ABC.

## **Capítulo I**

### **Introducción y descripción de la empresa.**

## 1.1 Introducción:

Dado al dinamismo en el mercado, el entorno económico tiende a cambiar con el pasar del tiempo, causando que a si mismo afecte a las empresas en su funcionamiento y su estructura estable, por ello siempre tienen que estar alerta y preparadas ante cualquier cambio, ya sea que afecte de manera indirecta o directamente y adaptarse al mundo globalizado, además de conocer las competencias que existen en el mercado.

Por medio de la utilización de un sistema logístico las empresas tienen la oportunidad de resolver sus problemas y optimizar de mayor forma sus recursos. Uno de los problemas más frecuentes que se presentan en las empresas, es el stock de productos o inventarios que se necesitan en un determinado periodo de tiempo, ya que la organización necesita tener información confiable y lo más exacta posible sobre los distintos costos, cantidad de pedidos, etc. para tomar la decisión correcta y a la vez distinguirse de sus competidores.

La idea es minimizar los constantes problemas que estas empresas enfrentan en la gestión de inventarios, vinculados principalmente con altos inventarios o con stock outs, por lo general causan altos costos financieros que afectan los negocios e inmovilizan capital, reducen el flujo de efectivo, y pueden también ocasionar reclamos constantes de sus clientes llevando así pérdida de mercado.

Un ejemplo ante la situación; si el cliente tiene la necesidad de comprar "X" producto, pero en la organización no hay stock, la empresa incurre en un costo de oportunidad de poder haber vendido tal producto y no se vendió. Por consiguiente el cliente recurre a la competencia, perdiendo así la oportunidad de adherir un cliente potencial. Pero también está el caso que si sobrepasa el stock máximo de productos, ya que existe el costo de mantención de los inventarios, mientras más productos tengo mayor es el costo. Por eso es tan necesario el control y buen manejo de inventarios dentro de la organización, tanto las políticas y medidas que se adopten, porque determina la viabilidad del negocio, el grado de productividad y eficacia en la utilización de los recursos.

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar una solución efectiva ante el control de inventarios y abastecimiento a locales a la empresa textil karmy S.A, una empresa dedicada a la fabricación de ropa interior y pijamas ubicada en la quinta región, el propósito es analizar el abastecimiento de mercadería a los clientes mayoristas y los 5 locales que tiene alrededor de la quinta región, para el aprovisionamiento y distribución, mediante una gestión de stock que es indispensables para el desarrollo de un sistema de planificación de inventarios, utilizando herramientas y modelos logísticos.

El propósito es analizarlos y dar a conocer los errores que se están cometiendo y así mismo dar una solución óptima para mejorar sus operaciones, y apoyar con mejores decisiones, relaciones con los clientes y por consecuencia, restablecer los procesos administrativos.

Mediante plan de estrategia de inventarios se pretende aumentar los niveles de ventas, prevenir las perdidas por obsolescencia, y como principal objetivo satisfacer al cliente proporcionándole todos los pedidos de manera correcta y en la cantidad requerida, disminuyendo así las devoluciones en el servicio post venta.

También se dará a conocer en el informe los detalles de la empresa investigada, el problema detectado, los objetivos tanto generales como específicos y la metodología tentativa para dar fin o disminuir el problema que ocasiona en la empresa.

## 1.2 Descripción de la empresa:

### Textil Karmy S.A:



La empresa Textil Karmy está ubicada actualmente en Condell 1547 Valparaíso, sin embargo, dado a nuevos proyectos de infraestructura prontamente se ubicara en Viña del Mar, con estructura más moderna y mayor capacidad productiva. La empresa fue creada por Roberto Karmy en 1965, por lo que tiene una trayectoria de 50 años en el mercado. Es una empresa del rubro textil, específicamente en la fabricación de ropa interior y pijamas de mujer, hombre y niños, donde su marca representativa es “Catz”.

La empresa cuenta con 417 productos a la venta, que se descomponen en calzoncillos, cuadros, camisetas y pijamas, donde cada uno de ellos está dividido en talla y color según sea el producto. Va desde 1 hasta 20 diferentes tonos y las tallas desde 4 hasta 27 tallas aproximadamente en cantidad.

Sus ventas anuales son cercanas a los 1000 millones de pesos y una participación en el mercado de un 5%.

### Visión:

“Nuestra aspiración es que toda persona que piense en ropa interior y pijamas, piense en Catz y disfrute de ella por su calidad y diseño”

### Misión:

“Ser líderes en el mercado nacional de la ropa interior y pijamas de algodón, destacando por su calidad y diseño.

El desarrollo de Catz se debe sustentar en una gestión equilibrada que busque la satisfacción de nuestros consumidores y clientes, el reconocimiento a las personas que trabajan en la organización, y la creación de valor para los socios”

**Nuestros valores:**

- Trabajo en equipo y compromiso: promovemos consistentemente el trabajo en equipo, entendiendo que es la mejor forma para lograr resultados sorprendentes. Valoraremos a nuestro equipo por su compromiso con la visión, misión y valores de la empresa.
- Comunicación y honestidad: entre todos los integrantes del equipo será la base del crecimiento de nuestras relaciones. Asimismo la comunicación honesta con nuestros clientes sembrara relaciones fructíferas y de largo plazo.
- Calidad y excelencia: estamos comprometidos con la calidad de nuestros productos y la excelencia de nuestros servicios. Cada uno de nosotros seremos un control de calidad de nuestros procesos y promovemos la mejora continua.
- Perseverancia: seremos perseverantes ante la adversidad y las dificultades. Porque tenemos sueños grandes el camino no será fácil pero sabemos que nuestra perseverancia dará frutos.

**Nuestros principios:**

- Valoramos a las personas y los respetamos integralmente.
- Privilegiamos la conducta honesta.
- Nos comprometemos profundamente con la empresa.
- Administramos los recursos con austeridad y eficiencia.
- Sentimos pasión por el trabajo bien hecho.

## 1.2.1 Productos:

Textil Karmy cuenta con una gama de productos limitados, entre ellos se encuentran las siguientes familias:

Slip Algodón Peinado	Calza Primera Capa Microfibra
Camiseta Térmica Panal Manga Larga	Camiseta Sin Mangas Algodón Peinado
Camiseta Manga Larga Algodón Peinado	Cuadro Faja Elasticidad con Encaje
Camiseta Manga Corta Algodón Peinado	Bóxer elástico Plata Lycra
Cuadro Algodón Peinado	Calzón con pierna Algodón Peinado
Slip Jersey	Bóxer Trevira
Calzoncillo Largo Térmico Panal	Bóxer Algodón Peinado
Calza Larga Térmica Panal	Bikini Elasticidad
Bóxer Elástico Expuesto Lycra	Cuadro Algodón Peinado Elástico Expuesto
Bóxer Elástico Expuesto Lycra	Beatles Dama
Camiseta Sin Mangas Algodón Peinado	Camiseta Primera Capa Mujer Microfibra
Camiseta Mujer Manga Larga Algodón Peinado	Camiseta con Aplicación Manga Larga Mujer
Calzoncillo Largo Algodón Peinado	Pantaletas Lycra con Focalizado
Bóxer Con aplicación al costado Lycra	Bóxer Deportivo Mujer
Cuadro Niña Gamuza	Pantaletas Lycra Estampada
Camiseta Manga Corta Jersey	Pantaletas Lycra Elástico Recubierto
Calzoncillo Largo Franela	Beatles Hombre
Camiseta con Pata Manga Larga Franela	Camiseta Borlón Manga Corta
Slip Jersey	Bikini Lycra con Bordado
Bóxer Jersey con botones	Cuadro Lycra con Bordado
Camiseta sin mangas algodón peinado colores	Tanga Algodón elástico
Camiseta Manga Corta Cuello V Algodón Peinado	Tanga Lycra estampada
Camiseta Primera Capa Microfibra	Camiseta Térmica Panal Manga Larga Cuello V
Bóxer Elástico Recubierto Lycra	Camiseta Borlón Cuello V Manga Larga
Camiseta Manga Larga Franela	Tanga Lycra con Focalizado
Bóxer Estampado Lycra	Modelador Niña Blanco
Camiseta Manga Larga Cuello V Algodón Peinado	Peto Deportivo Lycra
	Modelador Niña Estampado

## 1.2.2 Clientes:

### Mayoristas:

Cuenta con aproximadamente 250 clientes mayoristas entre los cuales destacan:

- PUNTO UNO LTDA
- CENCOSUD RETAIL S.A
- DISTRIBUIDORA MULTIHOGAR S.A
- ALBERTO ANICH CIA
- GRANDES TIENDAS FÉNIX LTDA
- LÓPEZ Y CIA LTDA.
- DIST Y COM SANTA PATRICIA LTDA
- JUAN BENDECK Y CIA LTDA
- SOC. COM. NOCERA Y CIA LTDA
- DOMB Y CIA LTDA. SOC. COM
- UARAC Y CO

## 1.2.3 Tiendas (locales):

Cuenta con 5 tiendas en la Quinta Región:

1. Mall Plaza Quilpué: ventas anuales cercanas a 66 millones de pesos.
2. Portal Álamo loc. 5, Viña del Mar: ventas anuales cercanas 200 millones de pesos.
3. Pedro Montt 1716, Valparaíso: ventas anuales cercanas a 50 millones de pesos.
4. Outlet Park L.45, Viña del Mar: ventas anuales cercanas a 85 millones de pesos.
5. New Love Condell 1537, Valparaíso: ventas anuales cercanas a 80 millones de pesos.

## 1.2.4 Estructura organizacional.

En la actualidad Textil Karmy S.A. basa el desarrollo de sus operaciones en su esquema organizativo, el cual está compuesto por diferentes niveles jerárquicos, se encuentra dividido en 4 grandes departamentos; administración y finanzas, operaciones, comercial y marketing, que se encuentran dirigidos por la gerencia general. (Véase en Fig N° 1.1).

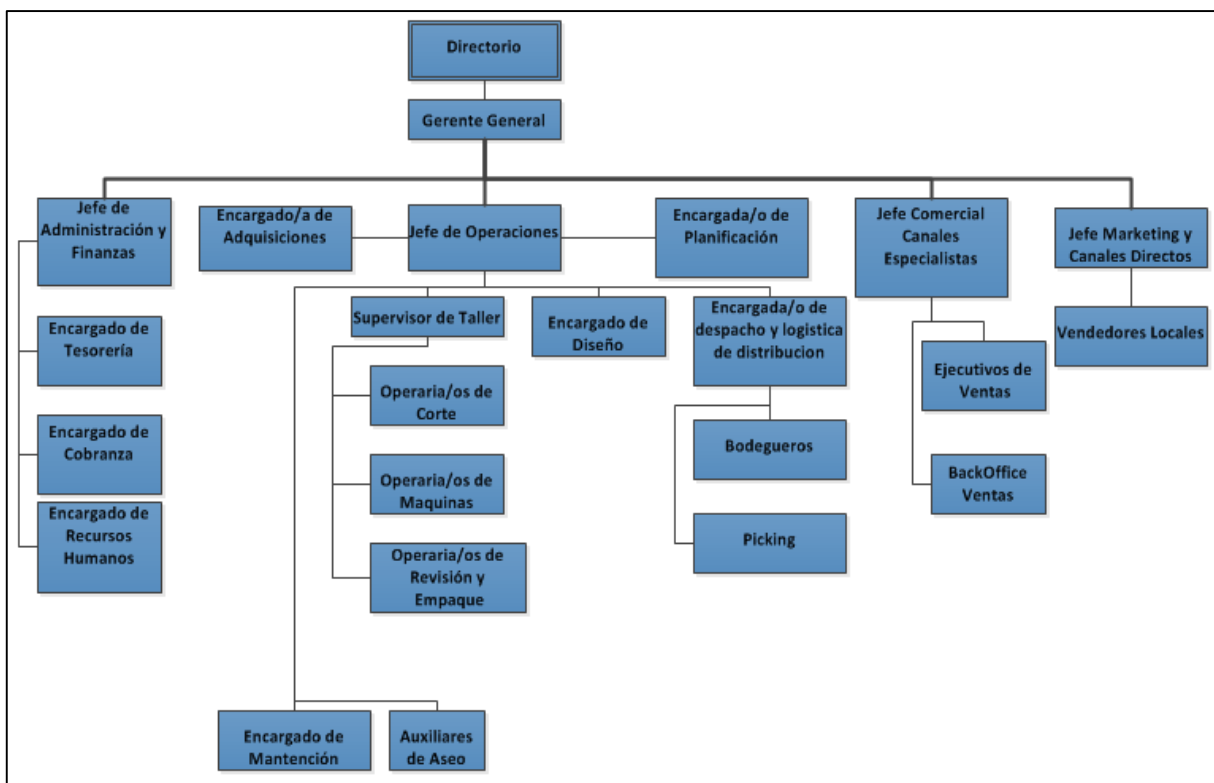


Fig. N° 1.1, Organigrama Textil Karmy S.A. Fuente propia en base de información entregada por textil Karmy S.A.

### 1.2.4.1 Áreas:

Cuenta con aproximadamente 60 trabajadores entre los que se distribuyen en diferentes áreas.

El nombre del gerente general es Gabriel Tumani, que está a la cabeza de las siguientes áreas:

### **Área administración y finanzas:**

Jefe finanzas: Hugo Lazo.

En este departamento se tiene a cargo el control diario de todas las facturas emitidas por la empresa y también es responsable de los flujos de dinero. Dado que estos flujos también son distribuidos a los trabajadores bajo sus remuneraciones, en este departamento también se encuentra la administración de recursos humanos y tesorería; las cuales trabaja la contadora, encargada de RRHH y cobranza.

### **Área de producción:**

Jefe de operaciones: Jaime Burgos.

Este departamento de manufactura transforma la materia prima en productos finales que va desde el tizado de las telas hasta el embazado del producto. Esta es el área que ocupa más espacio físico en la empresa. También se encarga de la distribución logística, despacho y bodega. Dentro de esta área se encuentra el departamento de diseño de productos.

### **Área comercial:**

Jefe comercial: Lucia Silva.

Este departamento es el responsable de establecer relaciones directas con los clientes, ya sea estable y duradera y con ello lograr así objetivos de ventas de la empresa. Es necesaria la aplicación de un buen marketing estratégico y planificación.

### **Área marketing y canales directos:**

Se encarga de los canales directos, es decir tiendas propias y la publicidad de la empresa, para el conocimiento de la marca.

### **Marcas:**

Durante el 2015 se trabajara con "Catz", que es la marca propia de textil Karmy, pero desde el 2016 se pretende trabajar con marcas "Textil Karmy", "Karmy" y "Karmy active"

### **Sistema de información:**

La empresa cuenta con un sistema de gestión integral denominado ERP manager, que almacena tanto información contable, comercial y de producción, como provenientes de las ventas diarias, producción diaria, pedidos diarios, etc., que se emiten es reportes necesarios para el control de los movimientos.

### 1.2.5 Proceso productivo:

En la Figura N° 1.2, se muestra el diagrama del proceso de producción de un lote de productos a fabricar. Desde que se hace el pedido por los clientes hasta su entrega.

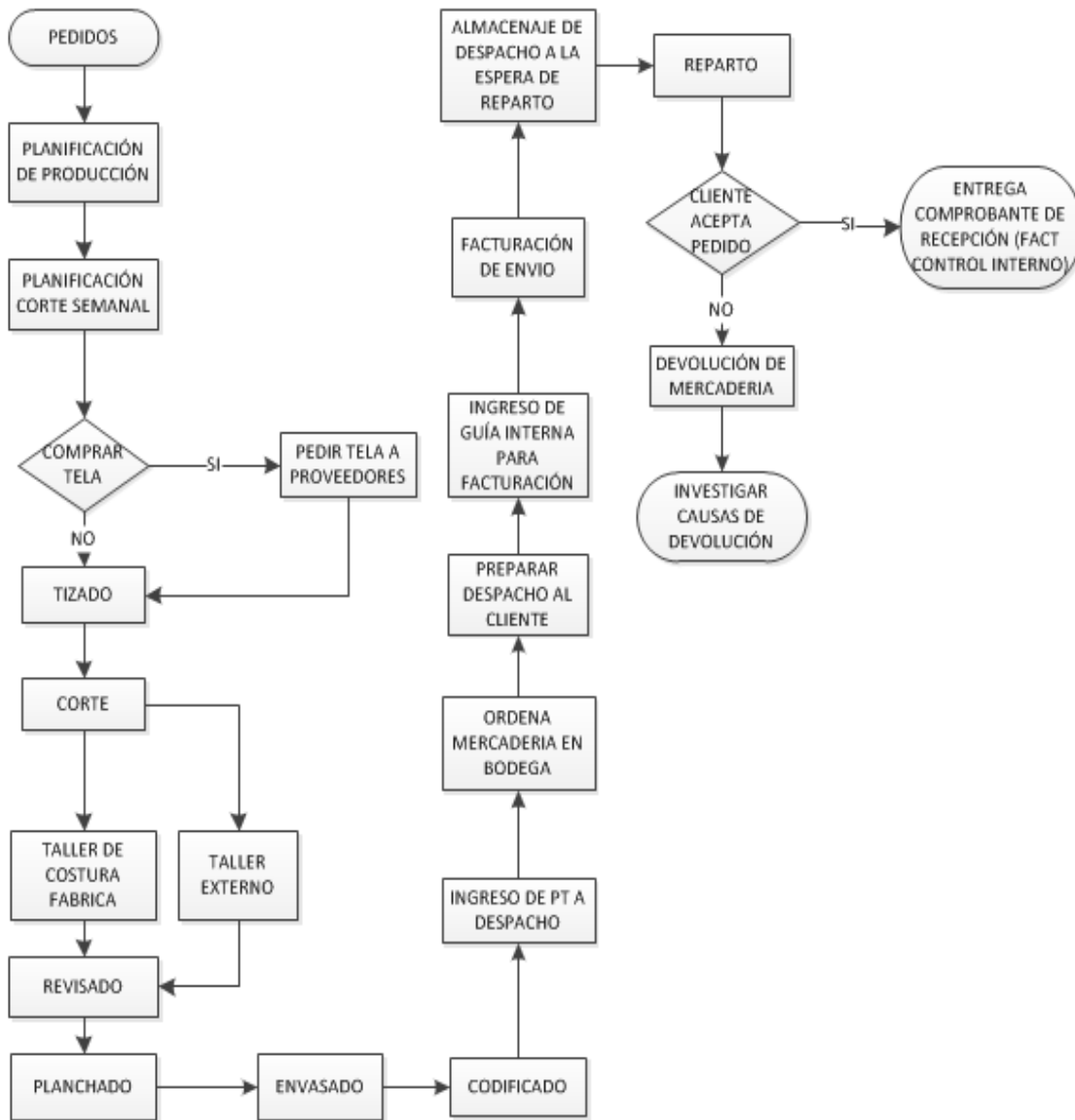


Fig. N° 1.2. Proceso productivo. Fuente propia en base a información entrega por Textil Karmy S.A.

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del problema, diagnóstico y objetivos:**

En este capítulo se definirá la problemática que acontece la empresa y mediante la herramienta de análisis de Ishikawa se hizo su respectivo diagnóstico, identificando las causas principales de tal conflicto. También se definirán los objetivos generales y específicos que se pretenden cumplir.

## 2.1 Planteamiento del problema:

En la actualidad lograr la plena “satisfacción al cliente” es un requisito indispensable para ganarse un lugar en la “mente” de los clientes y por ende, en el mercado meta. Por ello, el objetivo de mantener satisfecho al cliente ha traspasado los límites de mercadotecnia para definirse en unos de los principales objetivos de los departamentos de la organización, como producción, finanzas, recursos humanos, etc. de las empresas exitosas.

Por ese motivo, resulta de vital importancia que tanto el área comercial, como todas las personas que trabajan en una empresa u organización, conozcan cuales son los beneficios de lograr la satisfacción del cliente, como definirla, cuales son los niveles de satisfacción, como se forman las expectativas en los clientes y en que consiste el rendimiento percibido.

En la actualidad Textil Karmy presenta problemas de diferencias excesivas entre la cantidad de pedidos y la cantidad de despachos o ventas, es decir, la sumatoria de los pedidos no iguala la sumatoria de artículos despachados, causando la insatisfacción al cliente por el no cumplimiento de sus requerimientos. A modo de aclaración el índice “despachos v/s pedidos” debería estar bordeando el 1, pero hoy en día está bordeando los 0,6 del total.

$$\text{Ec 2.1} \quad \text{indice} = \frac{\text{despachos}}{\text{pedidos}}$$

Esta problemática provoca una desconfianza al cliente, por lo tanto la falta de credibilidad de la fuente de información que es un factor fundamental para lograr la buena reputación dentro del mercado.

### 2.1.1 Diagnostico:

¿Por qué se presenta este problema?

#### 2.1.1.1 Ishikawa: análisis causa/efecto:

Para resolver esta incógnita se hace una investigación dentro de la empresa donde se interrogaron y observaron a las personas que forman parte del área de despacho. Se llegó a 3 puntos de importancia en el retraso de entrega de los pedidos; proceso de hacer un pedido ineficiente, sin stock de productos y débil nivel de comunicación. (Véase en la figura 2.1 Ishikawa “causa/efecto del retraso en estrega de pedidos”):

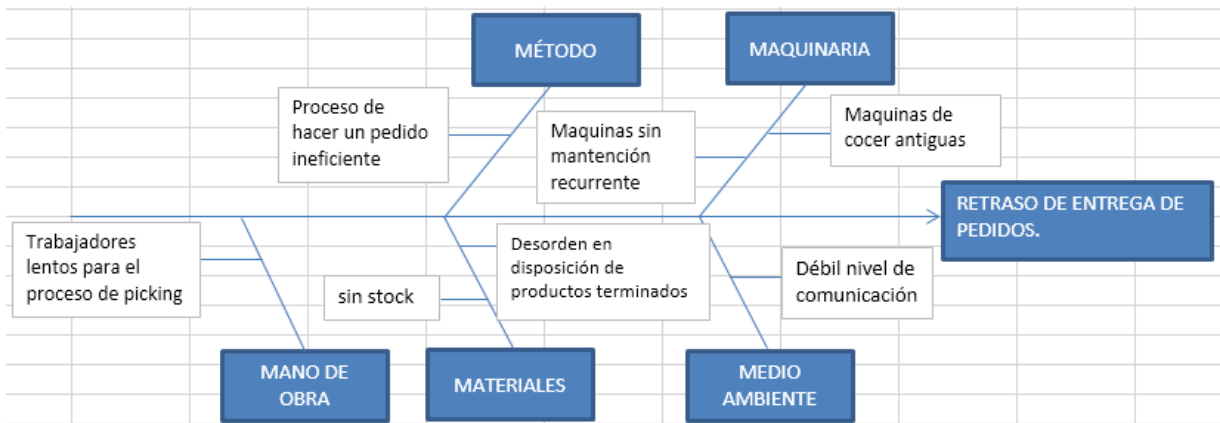


Fig. N° 2.1 Ishikawa “causa/efecto del retraso de entrega de pedidos” fuente propia

**Análisis de cada uno de los puntos:**

**Método:**

**Proceso de hacer un pedido:** Este proceso tiene participación de diferentes departamentos. Cuando el cliente hace el pedido, bodega de productos terminado o también llamada bodega principal es quien lo recibe, es decir el jefe de bodega se encarga de verificar si existen existencias de lo requerido. Si hay stock de despacha, en cambio, si no hay stock se comunica a producción para su fabricación y pronto despacho. (Véase en la Fig. 2.2 proceso de un pedido).

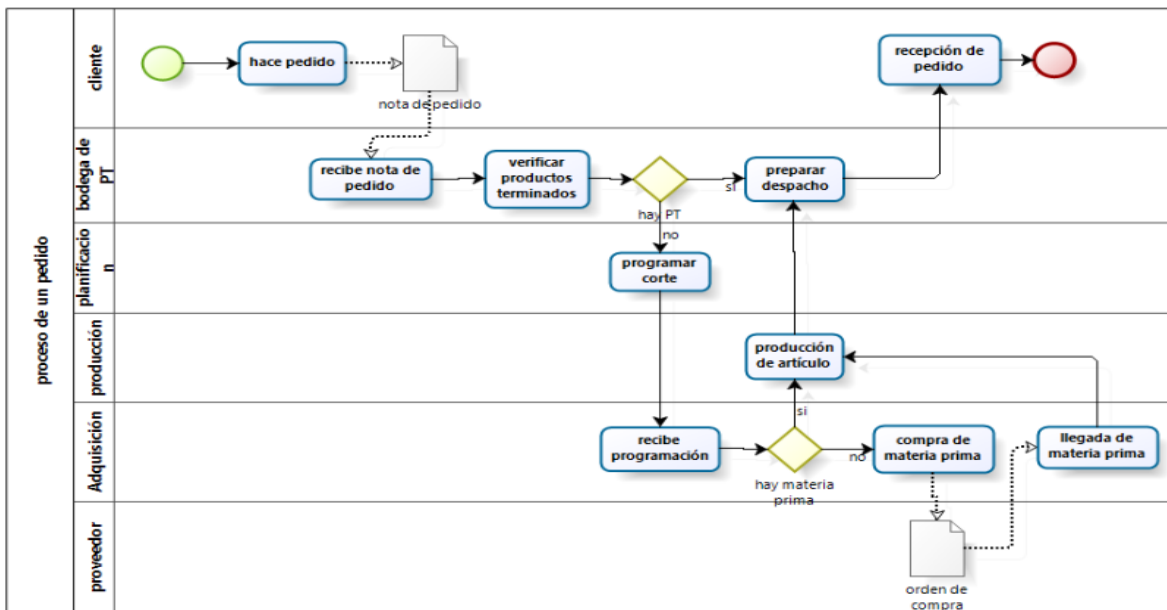


Fig. N° 2.2 Proceso de un pedido. Fuente propia en base a información entregada por empresa Textil Karmy S.A.

Si existiese un plan de estrategia con su debida estandarización de stock mínimos y puntos de pedidos, siempre bodega tendría productos sin causar atrasos en la entrega, y lograr así la satisfacción al cliente, aumentando su ventaja competitiva ante sus competidores. De este modo solo interactuarían el jefe de bodega de productos terminado y el cliente.

#### **Mano de obra.**

**Trabajadores lentos para el proceso de picking:** El proceso de Picking o preparación del pedido, cuenta con un déficit en tiempo, a simple vista los trabajadores no cumplen con los requisitos y conocimientos en el tema. Otra de las causas es el notable desorden que se genera en bodega sin tener su disposición establecida de productos.

#### **Maquinaria:**

**Máquinas en mal estado y poca recurrencia en su mantención:** Dado que la empresa tiene más de 50 años, las maquinas también tienen una cantidad de años importantes. Por lo que su utilidad eficiencia no es la suficiente para cubrir con la demanda. Recurrentemente tiene n problemas en su funcionamiento ocasionando pérdidas de producción y retraso en la entrega de estos a bodega para su pronto despacho.

#### **Materiales:**

**Sin stock y desorden en disposición de productos:** En la mayor parte de los casos el atraso de los despachos se debe a quiebres de stock, la causa más evidente es, la falta de planificación de producción y estandarización de stock. Los actuales sistemas de control de inventarios no están dando resultados esperados, ya que, cuenta con productos en obsolescencia o productos que tienen poca rotación, que están almacenados sin generar ingresos.

#### **Medio ambiente:**

**Débil nivel de comunicación:** El área de producción funciona en base a lo que se necesita, es decir, bodega de despacho tiene que dar a conocer sus urgencias en productos para que su próxima fabricación. Se observó en la empresa un bajo nivel de comunicación entre estos dos departamentos, que es de vital importancia, para cumplir con los tiempos de despacho.

#### **2.1.1.2 Conclusión de diagnóstico:**

Dado a que la mayoría de ítems analizados (proceso de un pedido, maquina, sin stock) tienen un punto en común, el bajo control de stock de productos, nos enfocaremos a encontrar un plan que logre controlar de manera óptima, el despacho de los productos, con tal de estandarizar los stocks de forma permanente. Y así se acotara el proceso de un pedido a solo el trato de bodega de productos terminado y el cliente, y la comunicación entre producción y bodega será casi nula.

La gestión de inventarios en estos tiempos es de vital importancia para la organización, ya que, representan entre el 50% hasta el 70% de los activos de las empresas. Su factor crítico está determinado por la demanda del consumidor presentando una relación proporcional, es decir si la demanda sube, se necesita más producción de artículos.

## **2.2 Objetivos:**

### **2.2.1 Objetivo general:**

Proponer un modelo de inventarios y rediseño de bodega, con el fin de permitir contar con los productos que los clientes necesiten en forma oportuna.

### **2.2.2 Objetivos Específicos:**

- Definir stock de seguridad y mínimos en bodega.
- Proponer un modelo de control de inventario.
- Dimensionar el lugar de posicionamiento de mercadería.
- Definir la disposición de mercadería (layout en bodega central)

## **Capitulo III**

### **Marco Teórico**

Éste capítulo sirve como ayuda referencial y como fundamento teórico para las bases de esta presentación. Aquí se encuentra todo lo relacionado con la cadena de suministros, proceso productivo hasta llegar al área que nos convoca, que es despacho, tanto la logística externa, gestión de stock, dimensionamiento de almacén y su diseño interno. Introduciéndonos así en el tema de base con fundamentos teóricos y matemáticos, y su diseño e implementación de cada uno de ellos, para la toma de decisiones.

### 3.1 Procesos de transformación en la cadena de suministros:

El sector industrial se mueve ahora al ritmo de nuevas técnicas de producción, comunicaciones y transporte, así como de incontables servicios empresariales e instrumentos financieros. Una cadena de suministros engloba los procesos de negocios, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materias primas en productos y servicios intermedios y terminados que son ofrecidos y distribuidos al consumidor para satisfacer su demanda.

*“Los procesos de transformación son utilizados por todo tipo de empresas. Un proceso de transformación utiliza recursos para convertir los insumos en un producto deseado. Los insumos pueden ser una materia prima, un cliente o un producto terminado de otro sistema. En general los procesos de transformación se pueden calificar de la siguiente manera”* [Chopra08]

- Físicos (como la manufactura).
- De ubicación (como el transporte).
- De intercambio (como las ventas al detalle).
- De almacenaje (como en los almacenes).
- Fisiológicos (como en los servicios médicos).
- Informativos (como en las telecomunicaciones).

Estas transformaciones no son mutuamente excluyentes. Por ejemplo, una tienda de departamentos puede permitir a los compradores comparar precios y calidad (informativo), llevar inventarios de artículos hasta que estos se necesiten (almacenamiento) y vender bienes (intercambio).

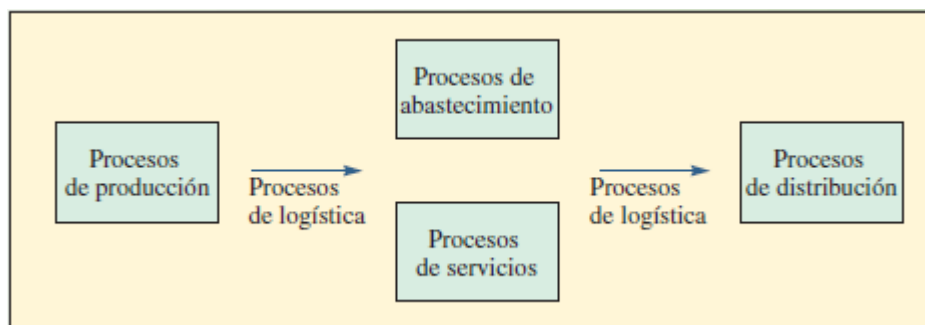
La administración de operaciones y suministro trata de como diseñar estos procesos de transformación. En el contexto de las cadenas de suministro, la figura 3.1 describe procesos especializados en la cadena de suministro. Las compañías se esfuerzan para encontrar la mejor manera de desempeñar cada tarea, donde cada función se puede desempeñar de diferentes maneras y se presentan muchos retos importantes en el desempeño que es preciso considerar. Por ejemplo, los procesos de abastecimiento se refieren a la forma en que una compañía compra las materias primas y otros bienes necesarios para apoyar los procesos de fabricación y servicios. Los procesos de abastecimiento o compras van desde los artículos que se adquieren por licitación hasta los que simplemente se compran por catálogo. Los mejores procesos dependerán de factores como el volumen, el costo y la velocidad de entrega.

Los procesos logísticos se refieren a las distintas maneras de trasladar ese material. En este caso, existen varios enfoques para mover los bienes, desde el uso de barcos, camiones y aviones hasta la entrega en mano. Por lo general se utilizan combinaciones, por

ejemplo, en el traslado el artículo viaja por barco, a continuación es descargado en un puerto de ingreso y, de ahí, es transportado por camión a su destino final. Los procesos para trasladar los materiales a procesos de manufactura o servicios se conocen como “logística interna” y el movimiento a centros de distribución es “logística externa”.

Los procesos de distribución están relacionados con las funciones del almacén. Algunos de ellos son el almacenaje del material, la forma en que este es recogido y empacado para su entrega, y los métodos para moverlo en el interior del almacén. Estas funciones pueden ser procedimientos manuales simples o sistemas altamente automatizados con robots y sistemas de bandas. Los procesos de abastecimiento, la logística y la distribución enlazan los elementos de la cadena de suministro y deben estar muy bien coordinados para que sean efectivos.

Los procesos de producción y servicios se vinculan con la producción de los bienes y servicios que desean diferentes clases de consumidores. La enorme variedad de productos que se requieren deriva en muchos tipos diferentes de procesos que, por ejemplo, van desde líneas de ensamble para grandes volúmenes hasta centros de trabajo muy flexibles donde se fabrican los bienes.



*Fig. 3.1 Procesos de la cadena de suministros. Fuente "Administración de operaciones Chase, Jacobs y Aquilano"*

### 3.1.1 Cadena de valor de Porter:

Ante un mercado cada vez más competitivo, las empresas tienen que encontrar estrategias para que no queden atrás de sus pares, es por ello que se tiene que analizar cada proceso en el que está inmersa, por ello se analizará la cadena de valor de cada producto en una organización, que implica la asignación de valor en cada uno de sus procesos, aumentando los costos, analizando las fortalezas y debilidades, permitiendo así buscar una ventaja competitiva o desventaja competitiva.

Para que se entienda mejor, la cadena de valor es una herramienta de análisis, que facilita la comprensión de algo tan dinámico e interactivo como es la estrategia de una empresa. Es un excelente modelo que nos permite realizar diagnóstico interno, las fortalezas y debilidades, que tiene la empresa para detectar ventajas competitivas, ya que permite separar a la empresa en actividades que son estratégicamente relevantes.

Dado el análisis se podrá potenciar las fortalezas, convirtiéndolas en ventajas competitivas y así de esta forma comprender mejor el comportamiento de los costos y así verificar su relación con el valor que se agrega con el fin de minimizar los costos.

Las actividades de agrupan en nueve categorías genéricas mostradas en la Fig 3.2 cadena de valor de Porter.



Fig. 3.2 Fuente: Cadena de valor de Porter

#### Actividades primarias:

1. **Logística interna:** Actividades relacionadas con la recepción, almacenaje de insumos o materias primas para la fabricación del producto. También se encarga de las devoluciones a los proveedores.
2. **Producción:** Actividades relacionadas con la transformación de los insumos a un producto final.
3. **Logística externa:** Actividades relacionadas con el almacenamiento del producto terminado y la distribución de ellos al cliente.
4. **Marketing y ventas:** Dar a conocer, promocionar y vender el producto.
5. **Servicios:** son servicios post ventas, como reparación, mantenimiento, etc.

#### Actividades secundarias:

Son aquellas actividades que agregan valor al producto, pero no están directamente relacionados con la producción, sino que prestan apoyo para su realización.

6. **Infraestructura de empresa:** Prestan apoyo a toda la empresa, finanzas, contabilidad, planeación, etc.
7. **Recursos humanos:** Relacionadas con las personas (trabajadores) de la empresa, tanto en sus capacitaciones, entrenamiento, selección, etc.
8. **Desarrollo tecnológico:** Investigación y desarrollo de las tecnologías para el apoyo a las actividades primarias, con la capacidad de estar a la vanguardia de los avances tecnológicos y no caer en la obsolescencia.
9. **Aprovisionamiento:** Relacionadas con el departamento de adquisiciones, que se encargan del proceso de compras, ya sea de insumos para la fabricación del producto, elementos de oficina, etc., lo que necesite la empresa.

## 3.2 Funciones de inventarios:

Unas de las áreas de decisión más antigua enfrentada por los gerentes de operaciones es la administración de los inventarios. En una compañía manufacturera, el inventario y la capacidad son dos lados de la misma moneda; deben administrarse juntas.

*“La administración del inventario se puede considerar como una de las funciones administrativas de producción más importantes, es virtud de que requiere una buena parte de capital y de que afecta la entrega de los bienes a los consumidores. La administración del inventario tiene un fuerte impacto en todas las áreas de la empresa, particularmente en la producción, la comercialización y la de finanzas. Los inventarios proporcionan un buen servicio al cliente. Lo que es de vital interés para la mercadotecnia. Las finanzas están enfocadas al manejo financiero global de la organización, incluyendo fondos asignados para el inventario. Y el área de operaciones requiere inventarios para asegurar una producción homogénea y eficiente [Schroeder 92]”.*

Existen sin embargo, objetivos de inventario diferentes dentro de la empresa. La función financiera generalmente prefiere mantener los inventarios en un nivel bajo para conservar el capital, la mercadotecnia se inclina por tener niveles altos de inventarios para reforzar las ventas, entre tanto, la parte operativa desea inventarios adecuados para una producción eficiente.

### 3.2.1 Definición de inventario:

*“Es una cantidad almacenada de materiales que se utilizan 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 [Chase 09]”.* Esta definición se ajusta muy bien al punto de vista del área de operaciones como un proceso de transformación.

En la figura 3.3 se presenta una operación como un proceso de flujo de material con inventarios de materia prima, inventario de producto en proceso e inventario de productos terminados.

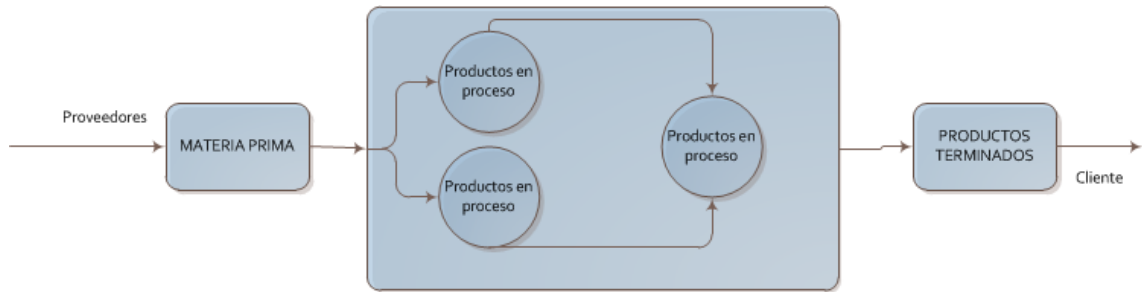


Fig. 3.3. Proceso de flujo de materiales. Fuente Administración de operaciones Schroeder Roger 3ra edición.

El tanque de agua que se presenta en la figura 3.4, es una buena analogía para estos conceptos de flujo y existencias de materiales. El inventario actúa como un amortiguador entre la diferencia de tasas de oferta y demanda. Donde el nivel de agua es el amortiguamiento. Si la demanda excede la oferta el nivel de agua bajara hasta que las tasas de demanda y oferta se vuelvan a equilibrar o hasta que el agua se agote. De la misma forma, si la oferta excede a la demanda, el nivel de agua aumentara.

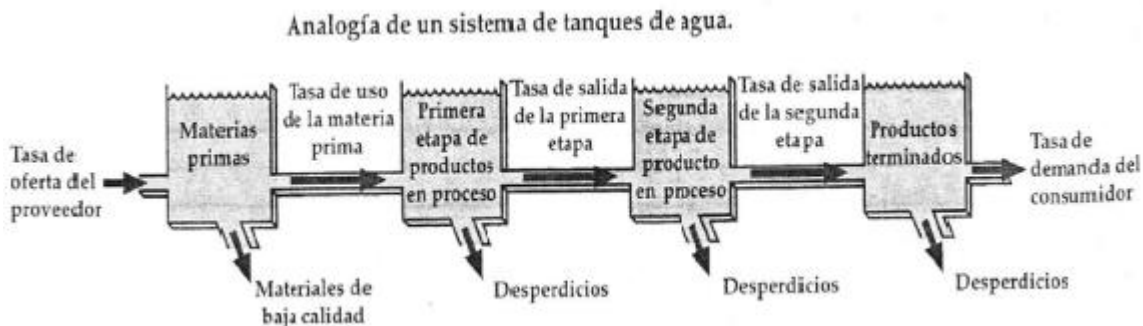


Fig. 3.4. Analogía de un sistema de tanques de agua. Fuente Administración de operaciones Schroeder Roger 3ra edición.

### 3.2.2. Propósito de los inventarios:

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

#### 1. Protección contra incertidumbres:

*“Hay incertidumbres acerca de la oferta, la demanda y el tiempo de consumo. Se conservan existencias mínimas en inventario para protegerse contra estas*

*incertidumbres. Si se conociera la demanda del consumidor, se produciría al mismo ritmo del consumo, por lo tanto no sería necesario un inventario de producto terminado, sin embargo, cada cambio en la demanda se transmitiría inmediatamente al sistema productivo con objetivo de mantener el servicio al cliente [schroeder92]”.*

**2. Para permitir producción y compra bajo condiciones económicas ventajosas:**

*“Dado que es más económico producir en lotes, las empresas prefieren ahorrar el costo del cambio de maquinarias, por lo tanto, el inventario amortigua los excesos de productos sobre la demanda. También permite el uso del mismo equipo productivo para diferentes productos. Se presenta una situación similar a la compra de materias primas. Debido a los costos de compra, a los descuentos y a los costos de transporte, algunas veces es más económico comprar en grandes cantidades, aun cuando parte de ellas se conservan en inventario para uso posterior [Schroeder92]”.*

**3. Para cubrir cambios anticipados en la demanda o la oferta:**

*“Cambios en la oferta, donde el precio o la disponibilidad de materias primas están expuestos al cambio, ejemplo una empresa almacena productos ante alguna huelga de trabajadores. Cambios en la demanda, donde las compañías de negocios de temporada generalmente anticipan la demanda con objeto de atenuar el empleo [Schroeder92]”.*

**4. Para mantener el tránsito:**

*“Los inventarios en tránsito consisten en materiales que están en camino de un punto a otro. A estos inventarios los afectan las decisiones de la ubicación de la plata productiva y la selección de la forma de transporte [Schroeder92]”.*

### **3.3. Costos de inventario:**

Muchos problemas de decisión de inventario se pueden resolver mediante la utilización de criterios económicos. Sin embargo, uno de los requisitos más importantes es el entender la estructura del costo, la cual incorpora los cuatro siguientes tipos de costo.

#### **3.3.1. Costo del artículo:**

Este es el costo de comprar y producir los artículos individuales del inventario. El costo del artículo generalmente se expresa como un costo unitario multiplicado por la cantidad adquirida o producida. [heizer09]

#### **3.3.2. Costo de ordenar pedidos (o preparación):**

El costo de ordenar pedidos 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. Este costo incluye la orden de compra, la expedición de la orden, los costos de transporte, los costos de recepción, etc. Cuando el artículo se produce dentro de la empresa, existen costos asociados con la colocación de una orden que son independientes de la cantidad de artículos producidos. Estos costos llamados de preparación incluyen los costos de papeleo más los costos requeridos para poner a funcionar el equipo de producción.

### 3.3.3. Costos de inventario (o conservación):

Los costos de inventario están relacionados con la permanencia de artículos de inventario durante un periodo. El costo de conservación usualmente se carga como un porcentaje del valor por unidad en el tiempo.

Los costos de inventario consisten de tres componentes:

**Costo de capital:** esto representa un costo de oportunidades perdidas para otras inversiones, lo cual se asigna al costo de inventario como un costo de oportunidad.

**Costo de almacenamiento:** este costo incluye costos variables del espacio, seguros e impuestos.

**Costos de obsolescencia, deterioro y pérdida:** los costos de obsolescencia deben asignarse a los artículos que tienen un alto riesgo de hacerse obsoletos, entre mayor es el riesgo, mayor es el costo. Los costos de deterioro se le asignan a productos perecederos, cuando el artículo se daña con el tiempo. Los costos de pérdidas incluyen costos de hurto y daños relacionados con la conservación de artículos en el inventario.

### 3.3.4. Costos de inexistencias:

El costo de inexistencias refleja las consecuencias económicas cuando se terminan los artículos almacenados. Cuando las existencias de un artículo están agotadas, los pedidos de ese artículo deben esperar hasta que estas se repongan o cancelen. El costo de no poder vender un producto por tener falta de un ítem para fabricarlos tiene un costo, una forma de cuantificar el costo de las roturas de stock es estimar el costo unitario por faltante, el cual corresponde a la proporción del valor del producto que pierde cuando hay un artículo faltante.

## 3.4 Tipos de inventario:

A fin de cumplir con las funciones del inventario, las empresas mantienen cuatro tipos de inventario, según Jay Heizer y Barry Render en su libro "Principios de administración de operaciones" [Heizer09]

### 3.4.1 Tipos de inventario según la forma:

#### 3.4.1.1. Inventario de materias primas:

Es el stock de materiales que todavía no entran en proceso. Este inventario se puede usar para separar a los proveedores del proceso de producción. Sin embargo, el enfoque preferido consiste en eliminar la variabilidad en cantidad, en calidad o en tiempo de entrega por parte del proveedor, así que la separación no es necesaria.

#### **3.4.1.2. Inventario de trabajo en proceso (WIP, Work In Process):**

Es de componentes o materias primas que han sufrido ciertos cambios pero no están terminados. Este inventario existe por el tiempo de ciclo, es decir, el tiempo requerido para hacer un producto, mientras menor es el tiempo de ciclo disminuye el inventario.

#### **3.4.1.3. Inventarios para mantenimiento, reparación y operaciones (MRO):**

Son necesarios para mantener productivos la maquinaria y los procesos. Estos inventarios existen porque no se conocen la necesidad y los tiempos de mantenimiento y reparación de algunos equipos. Aunque la demanda del inventario MRO suele ser una función de los programas de mantenimiento, es necesario anticipar las demandas no programadas de MRO.

#### **3.4.1.4. Inventario de bienes terminados:**

Está constituido por productos completados que esperan su despacho. Los bienes terminados pueden entrar en inventario por no conocer las demandas futuras del cliente.

### **3.4.2. Tipos de inventario según su función:**

#### **3.4.2.1. Inventario de seguridad:**

Son aquellos que existen como resultado de la incertidumbre de la demanda u oferta de productos. Se generan para amortiguar variaciones de la demanda del producto, debido a factores como tiempo de espera, huelgas, vacaciones o unidades que al ser rechazadas por control de calidad que no podrán ser vendidas.

#### **3.4.2.2. Inventario de desacoplamiento:**

Es aquel que se requiere dentro de dos procesos u operaciones adyacentes cuyas tareas de producción no pueden ser sincronizadas. Se mantienen para independizar unas operaciones de otras o evitar esperas en los procesos de producción.

#### **3.4.2.3. Inventario en tránsito:**

Se refiere a los productos que están en tránsito entre el proveedor y la empresa, empresa y cliente o entre dos procesos consecutivos. Son materiales o artículos que se han pedido pero que no se han recibido todavía. Existe exclusivamente por el tiempo de transporte.

#### **3.4.2.4. Inventario cíclico:**

Se crean al producir en lotes y no de manera continua, es decir que es lugar de comprar, producir o transportar inventarios de una unidad a la vez, se puede decidir trabajar por lotes. Esto facilita las operaciones en los sistemas clásicos de producción.

#### **3.4.2.5. Inventario de previsión o estacional:**

Se tienen con el fin de cubrir una necesidad futura perfectamente definida, además, se diseñan para cumplir la demanda estacional variando los niveles de producción para satisfacer fluctuaciones en la demanda. Sirve para suavizar el nivel de reducción de las operaciones, para que no tengan que contratarse o despedirse trabajadores frecuentemente.

### 3.4.2.6. Inventario especulativo:

Se acumulan inventarios con carácter especulativo, cuando se espera un aumento de precios en los artículos o materias primas para elaborarlos. La idea es comprar todo lo que sea necesario y que lo permita el flujo de caja.

### 3.4.2.7. Inventario de contingencia:

Se genera con la finalidad de que la empresa sea capaz de superar un problema en un periodo determinado debido a complicaciones futuras de diversos aspectos.

## 3.5. Demanda:



Fig. N° 3.5. Diagrama de demanda. Fuente propia en base a investigación.

### 3.5.1. Tipos de demanda:

Una distinción crucial en la administración de los inventarios es si la demanda es independiente o dependiente (ver figura 3.5. diagrama de demanda). Por lo tanto es necesario conocer el comportamiento de los artículos, pues este comportamiento definirá el tipo de modelo a aplicar para estimar los niveles de inventario que desde el punto de vista económico son los óptimos. [Schroeder92]

#### 3.5.1.1. Demanda dependiente:

Se refiere a una dependencia conocida de la demanda de un producto con otro. Puede ser la materia prima, componentes y sub embalajes que son usados en su producción. Cuando se realiza un proceso de planeación de producción, esta demanda debe predecirse. Cuando los productos están formados de partes y ensambles, la demanda por estos componentes depende de la demanda por el producto final. Esta demanda presenta un patrón intermitente, una vez sí, una vez no, debido a que producción esta generalmente programada en lotes. Se requiere una cantidad de partes cuando se hace un lote; y en seguida no se requieren partes hasta que el siguiente lote se procesa.

### 3.5.1.2. Demanda independiente:

Son aquellas en las cuales se desconoce la dependencia de la demanda con otro artículo o producto. Esta demanda está influenciada por las condiciones del mercado. Por lo general requiere de alguna clase de pronósticos. Los inventarios de productos terminados y partes de repuesto para reemplazo generalmente tienen demanda independiente. Dado que esta demanda está sujeta a las fuerzas del mercado, con frecuencia presenta algún patrón fijo en tanto que también responde a influencias aleatorias que usualmente surgen de muy diferentes preferencias del consumidor.

#### La demanda independiente puede ser:

- **Demanda determinística:** Es la demanda de un artículo que se conoce con certeza. Esta a su vez puede ser:
  - **Estática:** Es aquella donde la tasa de consumo permanece constante durante el trascurso del tiempo.
  - **Dinámica:** Es aquella donde la demanda se conoce con certeza, pero varía de un periodo al siguiente.
  
- **Demanda probabilística:** Es cuando la demanda de un artículo está sujeta a incertidumbre y variabilidad, y se describe en términos de una función de probabilidad. Estas pueden ser:
  - **Estacionaria:** Donde la función de densidad de probabilidad de la demanda, se mantiene sin cambio con el tiempo.
  - **No estacionaria:** Donde la función de densidad de probabilidad varía con el tiempo.

### 3.5.2. Herramientas para determinación de la demanda:

#### Coeficiente de variabilidad:

Es una medida relativa que suele expresarse como porcentaje en vez de unidades. Se comparan dos o más conjuntos de datos que se expresan en diferentes unidades. Mide la dispersión con respecto a la media. A menos porcentaje (menos a 20%) los datos son más homogéneos y (mayor a 20%) son más variables. Su fórmula:

$$\text{Ec. 3.1} \quad CV = \frac{S^2}{\bar{X}^2} * 100$$

Dónde:

CV: coeficiente de variabilidad

s<sup>2</sup>= varianza del conjunto de datos.

$X^2$ = media del conjunto de datos al cuadrado.

### La media:

Es la suma de todos los valores de la distribución dividida por el número total de datos. Su fórmula:

$$\text{Ec. 3.2} \quad x = \frac{\sum x_i * f_i}{\sum f_i}$$

### Propiedades de la media:

- La suma de las desviaciones de los valores de la variable con respecto a la media aritmética es cero.
- Si todos los valores de la variable se le suma una misma cantidad, la media aritmética queda aumentada en dicha cantidad.
- Si todos los valores de variable se multiplican por una constante, la media aritmética queda multiplicada por dicha constante.

### Desviación estándar y varianza:

La desviación estándar en la medida de dispersión más importante y de mayor utilidad práctica. Proporciona la variación de las observaciones con respecto a la media aritmética. La varianza es lo mismo que la desviación estándar solo que esta expresada en unidades elevadas al cuadrado, mientras que la desviación estándar se expresa en las mismas unidades de la variable. Su fórmula:

$$\text{Ec. 3.3} \quad S^2 = \frac{\sum (X_i - X)^2}{n-1}$$

## 3.6. Sistemas de inventario:

Un sistema de inventario proporciona la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes o existencia y es el responsable de pedir y recibir los bienes: establecer el momento de hacer los pedidos y llevar un registro de lo que se pidió, la cantidad ordenada y a quien. Chase en su libro Administración de operaciones en la duodécima edición clasifica a estos sistemas según la demanda que los rige, la que puede ser dependiente e independiente.

### 3.6.1. Sistemas de inventario con demanda independiente, según Chase en su libro Administración de Operaciones. [Chase09]

Estos modelos de inventarios están administrados por una demanda independiente. Como se dijo anteriormente, los principales inventarios que son parte de esta demanda son de productos terminados y de partes de repuestos.

Una de las decisiones para definir qué modelo de inventario usar, es responder, si la empresa quiere minimizar los costos o maximizar el nivel de servicio.

En general, se debe lograr el mejor equilibrio entre los distintos costos asociados y a proveer un buen nivel de servicio. Hay dos tipos generales de sistemas de inventarios de demanda independiente: los modelos de revisión continua (modelos Q) y los modelos de revisión periódica (modelos P), donde el primero se activa por eventos y el segundo es activado por el tiempo.

En el modelo de cantidad de pedido fija, se hace un pedido cuando el inventario restante baja a un punto predeterminado, R, es necesario vigilar continuamente el inventario restante, ya que, cada vez que se haga un retiro o una adición al inventario, se actualizan los registros para que reflejen si se ha llegado al punto en que es necesario volver a pedir. Por otro lado el modelo de periodo fijo, el conteo se lleva a cabo solo en el periodo de revisión que se establece.

A continuación se hace un cuadro comparativo entre los dos modelos mencionados:

CARACTERISTICAS	MODELO Q	MODELO P
Cantidad de pedido	Q, constante (siempre se pide la misma cantidad)	q, variable (varia cada vez que se hace un pedido).
Donde hacerlo	R, cuando la posición del inventario baja al nivel de volverla a pedir.	T, cuando llega el momento de la revisión.
Registros	Cada vez que se realiza un retiro o un ingreso.	Solo se cuenta en el periodo de revisión.
Tamaño de inventario	Es más pequeño que el modelo de periodo fijo.	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fijo.

*Fig. 3.6. Cuadro comparativo de modelos Q y P. Fuente administración de operaciones producción v cadena de suministros. Chase. Jacobs. Auilano.*

### 3.6.1.1. Modelos de cantidad de pedido fija o modelo Q:

Los modelos de cantidad de pedido fija tratan de determinar el punto específico,  $R$ , en que se hará un pedido, así como el tamaño de este,  $Q$ . Estos se relacionan, ya que se hace un pedido de tamaño  $Q$ , cuando el inventario disponible llega al punto  $R$ . La posición del inventario se define como la cantidad disponible más la pedida menos los pedidos acumulados.

Las características del modelo son los siguientes:

- La demanda del producto es constante y uniforme durante todo el periodo
- El tiempo de entrega es constante.
- El precio por unidad del producto es constante.
- El costo por mantener el inventario se basa en el inventario promedio.
- Los costos de pedido o preparación son constantes.
- Se van a cubrir todas las demandas del producto.

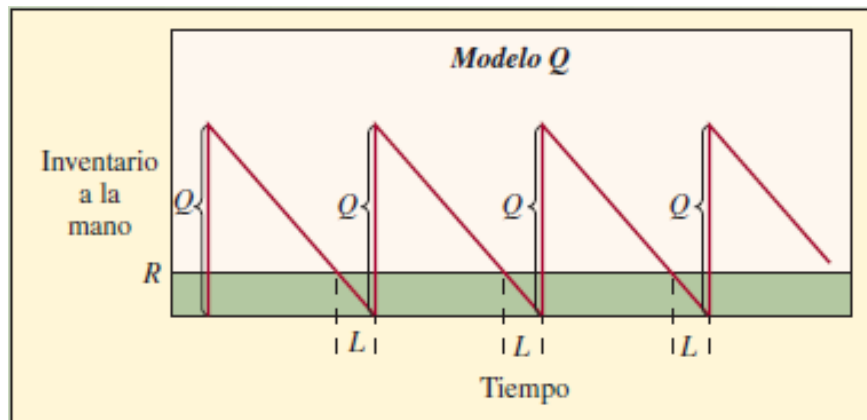


Fig. 3.7. Modelo básico de cantidad de pedido fijo. Fuente administración de operaciones producción y cadena de suministros, Chase, Jacobs, Aquilano.

En la figura 3.7 se observa el "efecto sierra" relacionado con  $Q$  y  $R$ , donde muestra que cuando la posición del inventario baja al punto  $R$ , se vuelve hacer un pedido, y se recibe al final del periodo  $L$ , que no varía en este modelo.

Éste modelo está relacionado con el costo, donde se representa en la siguiente ecuación.

Ec 3.4 
$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

O *costo anual total = costo de compra anual + costo de pedidos anual + costo de mantenimiento anual*

Dónde:

TC= Costo anual total.

D= demanda (anual)

C= costo por unidad.

Q= cantidad a pedir (cantidad económica de pedido, EOQ).

S= costo de preparación o costo de hacer un pedido.

R= punto de volver a pedir.

L= tiempo de entrega.

H= costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (se toma como un porcentaje del costo del artículo,  $H=iC$ , donde  $i$  es un porcentaje del costo de manejo).

En la ecuación  $DC$  es el costo de compra anual para las unidades,  $(D/Q) S$  es el costo de pedido anual (el número real de pedidos hechos,  $D/Q$ , por el costo de cada pedido,  $S$ ) y  $(Q/2) H$  es el costo de mantenimiento anual (el inventario promedio,  $Q/2$ , por el costo de mantenimiento y almacenamiento de cada unidad,  $H$ ).

Para encontrar el valor de  $Q$ , se tiene que encontrar el costo mínimo. Ver la figura 3.8 de costos totales.

Se deriva la ecuación de costos Ec 3.4:

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2}\right) + \frac{H}{2} = 0$$

Ec 3.5 
$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Como este modelo supone una demanda y un tiempo de entrega constantes, no es necesario tener inventario de seguridad y el punto de volver a pedir,  $R$ , es:

Ec 3.6

$$R = d L$$

Donde:

d= demanda diaria promedio (constante).

L= tiempo de entrega en días (constante).

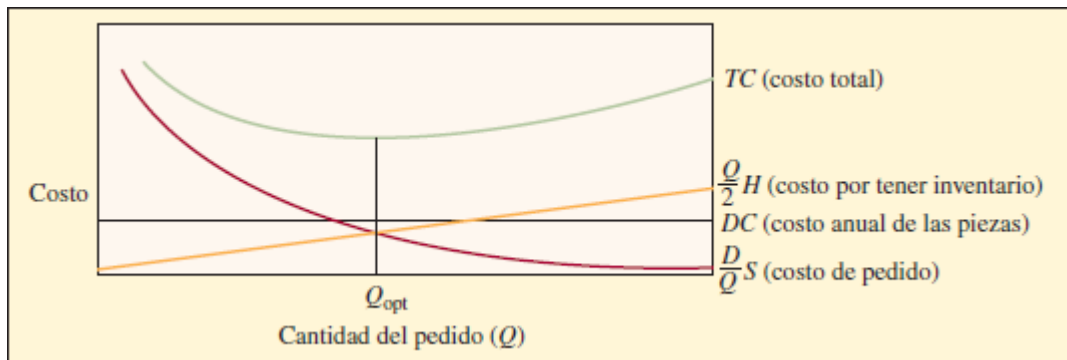


Fig. Nº 3.8. Costos totales. Fuente Administración de operaciones producción y cadena de suministros, Chase, Jacobs, Aquilano.

### Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad:

El modelo anterior supone una demanda constante y conocida. Sin embargo en la mayor de las partes los casos, de mandas o es constante, sino que varía de un día para otro. Por lo tanto es necesario mantener inventarios de seguridad para ofrecer cierto nivel de protección contra las existencias agotadas. El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre solo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción.

El inventario de seguridad depende del nivel de servicio deseado. La cantidad que se va a pedir,  $Q$ , se calcula de la manera normal considerando la demanda, el costo de faltantes, el costo de pedido, el costo de mantenimiento, etc. Luego se establece el punto de volver a pedir para cubrir la demanda esperada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad determinados por el nivel de servicio deseado (ver fig. 3.9 *modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad*). Por lo tanto, la diferencia entre el modelo anterior y este, es que en el primero se conoce la demanda y en el otro la demanda es incierta, donde el cálculo del punto de volver a pedir cambia. La cantidad del pedido es la misma en ambos casos. En los inventarios de seguridad se toma en cuenta el elemento de la incertidumbre.

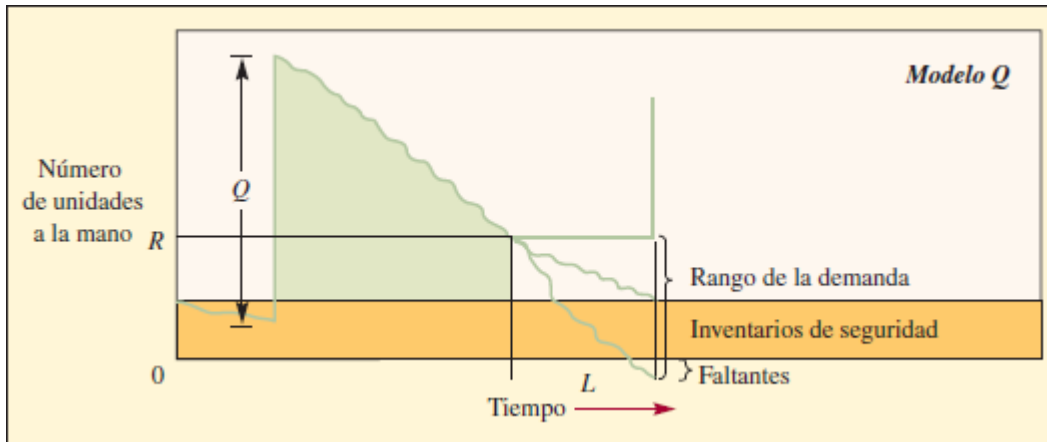


Fig. Nº 3.9 Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad. Fuente administración de operaciones producción y cadena de suministros, Chase, Jacobs, Aquilano.

El punto de volver a pedir es:

$$\text{Ec. 3.7} \quad R = dL + z\sigma_L$$

Donde:

R= punto de volver a pedir en unidades.

d= demanda diaria promedio.

L= tiempo de entre en días.

z= número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

$\sigma_L$ = desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega.

El término  $z\sigma_L$  es el inventario de seguridad, es decir, R sin inventario de seguridad es simplemente la demanda promedio durante el tiempo de entrega.

**Calculo de d,  $\sigma_L$ , z:**

La demanda durante el tiempo de reemplazo es en realidad un estimado del uso esperado del inventario desde el momento de hacer un pedido hasta el momento de recepción. Puede ser, por ejemplo, si el tiempo de entrega es de un mes, la demanda se puede tomar como la demanda del año anterior dividida entre 12 o también la suma de las demandas esperadas durante el tiempo de entrega.

$$\text{Ec. 3.8} \quad d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

La desviación estándar de la demanda diaria es:

$$\text{Ec. 3.9} \quad \sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - d)^2}{n}}$$

Como  $\sigma_d$  se refiere a un día, si el tiempo de entrega se extiende varios días, se puede utilizar la premisa estadística de que la desviación estándar de una serie de ocurrencias independientes es igual a la raíz cuadrada de la suma de las varianzas:

$$\text{Ec. 3.10} \quad \sigma_L = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 \dots}$$

A continuación, es necesario encontrar  $z$ , el número de desviaciones estándar del inventario de seguridad.

Nivel de servicio:

Si por rotura de stock parte de la demanda queda insatisfecha, es posible que estos consumidores busquen ese mismo producto en la competencia. El nivel de servicio es la satisfacción que proporciona la empresa a sus clientes, lo que significa que los clientes encuentran el artículo que buscan en el momento en que lo buscan. El indicador se expresa:

$$\text{Ec. 3.11} \quad \text{nivel de servicio}(\%) = \frac{\text{despacho}}{\text{demanda}} * 100$$

Supóngase que se quiere que la probabilidad de que el inventario no se agote durante el tiempo de entrega sea del 95% (nivel de servicio), se revisa en la tabla de distribución normal, ver anexo 4. Dado lo anterior, el inventario de seguridad se calcula como sigue:

$$\text{Ec. 3.12} \quad SS = z\sigma_L$$

### **3.6.1.2 Modelos de periodos fijos o modelo P:**

En un sistema fijo, el inventario se cuenta solo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Este modelo genera cantidades de pedidos que varían de un periodo a otro, dependiendo de los índices de uso. Por lo general, para esto es necesario un nivel más alto de inventario de seguridad que en el sistema de cantidad de pedido fija. El sistema de

cantidad de pedido fija supone el rastreo continuo del inventario disponible y que se hará un pedido al llegar al punto correspondiente. En cambio el modelo de periodo fijo supone que el inventario solo se cuenta en el momento específico de la revisión. Es posible que una demanda alta provoque que el inventario quede en cero justo después de hacer un pedido. Esta condición pasara inadvertida hasta el siguiente periodo de revisión: además, el nuevo pedido tardará en llegar. Por lo tanto, es probable que el inventario se agote durante todo el periodo de revisión,  $T$ , y el tiempo de entrega,  $L$ . Por consiguiente el inventario de seguridad debe ofrecer una protección contra las existencias agotadas en el periodo de revisión mismo, así como durante el tiempo de entrega desde el momento en que se hace el pedido hasta que se recibe.

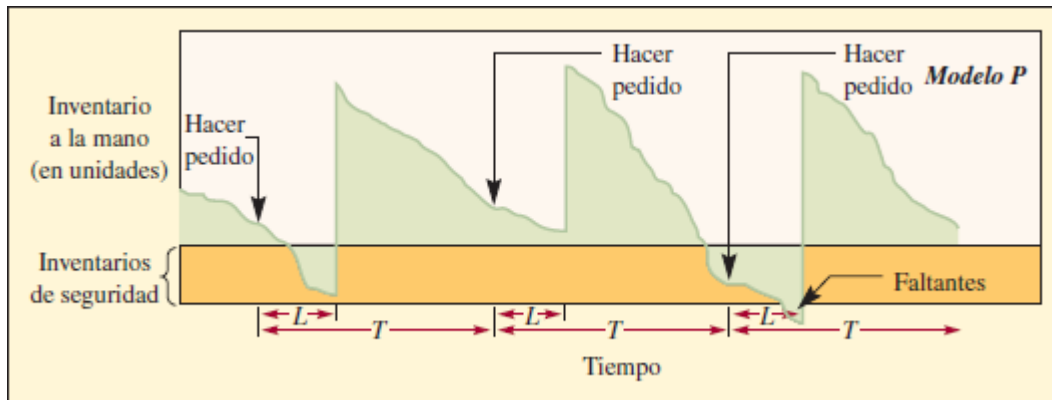


Fig.3.10. Modelo de periodos fijo. Fuente administración de operaciones producción y cadena de suministros, Chase, Jacobs, Aquilano.

### Modelo de periodos fijos con inventario de seguridad, por Chase, Jacobs y Aquilano:

En un sistema de periodo fijo, los pedidos se vuelven a hacer en el momento de la revisión ( $T$ ), y el inventario de seguridad que es necesario volver a pedir es:

$$\text{Ec. 3.13} \quad \text{Inventario de seguridad} = z\sigma_{T+L}$$

$$\text{Ec. 3.14} \quad \text{Inventario mínimo} = d(T + L) + z\sigma_{T+L}$$

La fig. 3.10 muestra un sistema de pedido fijo con un siglo de revisión  $T$  y un tiempo de entrega constante de  $L$ . en este caso, la demanda tiene una distribución aleatoria alrededor de una media  $d$ . la cantidad a pedir,  $q$ , es:

*cantidad de pedido*

*= demanda promedio durante el periodo vulnerable  
+ inventarios de seguridad – existencias disponibles*

$$\text{Ec. 3.15} \quad q = d(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Dónde:

q= Cantidad a pedir.

T= El número de días entre revisiones.

L= Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo).

d= Demanda diaria promedio pronosticada.

z= Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

$\sigma_{T+L}$ = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

I= Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas).

La demanda, el tiempo de entrega, el periodo de revisión, etc., pueden estar en cualquier unidad de tiempo como días, semanas o años, siempre y cuando sean consistentes en toda la ecuación.

En este modelo, la demanda (d) puede ser pronosticada y revisada en cada periodo de revisión o se puede utilizar el promedio anual, siempre y cuando sea apropiado. Se supone que la demanda tiene una distribución normal.

### **3.6.2 Sistema de inventario con demanda dependiente según Jay Heizer y Barry Render en su libro Principios de Administración de operaciones.**

Demanda independiente significa que un artículo se relaciona con la demanda de otro artículo, es decir cuando es posible determinar la relación entre ellos. Por lo tanto, una vez que la administración recibe un pedido o pronostica la demanda para el producto final, es posible calcular las cantidades requeridas de todos los componentes, porque todos son artículos con demanda dependiente [Heizer09].

Cuando se cumplen los requerimientos de MRP, los modelos dependientes son preferibles a los modelos EOQ y una vez que se conoce el programa maestro existe la dependencia para todas las partes, sub ensambles y materiales. Los modelos de demanda dependiente no solo son mejoras para fabricantes y distribuidores, sino también para una amplia variedad de empresas que van desde restaurantes hasta hospitales. La técnica de demanda dependiente que se emplea en los ambientes de producción de llama planeación de requerimientos de materiales (MRP, Material Requirements Planning).

Las técnicas MRP son una solución relativamente nueva a un problema clásico en producción: controlar y coordinar los materiales para que tengan cuando son requeridos y al propio tiempo sin necesidad de tener un excesivo inventario.

#### **3.6.2.1 Requerimiento del modelo de inventario dependiente:**

El uso efectivo de los modelos de inventario dependiente requiere que el administrador de operaciones conozca lo siguiente:

1. El programa de producción maestro (que debe hacerse y cuándo).
2. Las especificaciones o la lista estructurada de materiales (materiales y partes necesarias para elaborar el producto).
3. El inventario disponible (qué hay existencia).
4. Las órdenes de compra pendiente (lo que está pedido, también se llaman recepciones esperadas).
5. Los tiempos de entrega (cuánto tiempo tardan en llegar los distintos componentes).

A continuación se estudiara brevemente estos requerimientos en el contexto de planeación de requerimientos de materiales.

### **Programa de producción maestro:**

El programa de producción maestro (MOS, master production Schedule) especifica que debe hacerse y cuándo. Este programa debe estar en concordancia con el plan de producción. El plan de producción establece el nivel global de producción en términos generales (por ejemplo, familias de productos, horas estándar o volumen en dinero). También incluye una variedad de entradas, incluidos planes financieros, demanda del cliente, capacidades de ingeniería, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones del inventario, desempeño del proveedor, y otras consideraciones.

El programa de producción maestro nos dice que se requiere para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este programa establece que artículos hacer y cuando hacerlos: desagrega el plan agregado de producción.

### **Lista estructurada de materiales:**

Lista estructurada de materiales, es una lista de las cantidades de componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto. Los dibujos individuales, además de describir las dimensiones físicas, detallan cualquier proceso especial y la materia prima necesaria para producir cada parte.

### **Inventarios disponibles:**

Para un sistema MRP funcione, es absolutamente necesario contar con una buena administración del inventario, tener una exactitud en los registro de ellos y el conocimiento de lo que hay. Si la empresa aun no logra un 99% de exactitud en sus registros, la planeación de requerimientos de materiales no funciona.

### **Órdenes de compra pendientes:**

El conocimiento de los pedidos pendientes debería existir como producto secundario del buen manejo de los departamentos de compras y control de inventarios. Cuando se ejecutan las órdenes de compra, el personal de producción debe tener acceso a los registros de los pedidos y a las fechas de entrega programadas. Solo con la información correcta de compras, el administrador puede preparar buenos planes de producción y ejecutar de manera efectiva un sistema de MRP.

### **Tiempo de entrega para componentes:**

El tiempo requerido para adquirir un artículo, es decir, comprarlo, producirlo, o ensamblarlo, se conoce como tiempo de entrega. Para un artículo manufacturado, el tiempo de entrega consiste en la suma de los tiempos necesarios para trasladar, preparar y ensamblar o implementar una corrida para cada componente. Para un artículo comprado, el tiempo de entrega incluye el tiempo que transcurre entre el reconocimiento de la necesidad de un orden y el momento en que el artículo está disponible para producción.

#### **3.6.2.2 Objetivos de los sistemas MRP:**

- Tener todo lo necesario en el momento de producir. Esto evita demoras. Por su parte, el no tener un buen sistema de planificación de materiales puede llevar a detener el proceso productivo por falta de materiales al no estar correcta y oportunamente informados de las necesidades reales.
- No anticipar compra con lo cual se ahorra capital y costo de inventario. Estos sistemas permiten comprar justo en el momento en que es necesario y no antes. Por su parte, si no está bien informado de cuándo y cuanta cantidad de material necesitará, es muy probable que se generen excesos de stock de materiales para evitar posibilidades de dejar desabastecidos los procesos productivos.
- Permitir cumplir el plan predefinido y no defraudar a los clientes. Este objetivo tiene que ver con la calidad de servicio que la empresa les debe brindar. Un buen sistema de MRP permitirá cumplir el plan definido de producción y respetar las promesas a los clientes.

### **3.7 Tácticas de análisis:**

Mantener el inventario mediante el conteo, la elaboración de pedidos, la recepción de existencias, etc., requiere de tiempo del personal y cuesta dinero. Cuando existen límites para estos recursos, el movimiento lógico consiste en tratar de utilizar los recursos disponibles para controlar el inventario de la mejor manera. Es otras palabras, enfocarse en las piezas más importantes en el inventario. [schroeder92].

En el siglo XIX, Vilefredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que 20% de las personas controlaban el 80% de la riqueza. Esto concluyó que la mayoría tiene menor importancia y viceversa, la minoría mayor importancia. Esto se conoce como el principio de Pareto.

En un sistema de inventario es importante clasificar las piezas, para asignarles importancia en el momento de pedir y su seguridad, ya que no resulta práctico dar un tratamiento uniforme a cada una de ellas. El esquema de análisis ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: volumen de pesos alto (A), volumen de pesos moderado (B) y volumen de pesos bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia.

### 3.7.1 Análisis ABC:

“El objetivo de aplicar una metodología adecuada, es evitar las pérdidas por no tener mercadería, perdidas por obsolescencia y deterioro de la mercadería por capital inmovilizado. Por ello se espera cumplir con los objetivos planeados y que la empresa textil Karmy satisfaga con todos los pedidos al cliente”. [schroeder92]

La metodología ABC establece que si una empresa revisa el inventario deberían estar clasificados los artículos de la A a la C, de acuerdo a las siguientes reglas:

ARTICULOS A: Los más importantes a los efectos del control.

ARTICULOS B: Aquellos artículos de importancia secundaria.

ARTICULOS C: Los de importancia reducida.

- Los artículos A son bienes cuyo valor de consumo anual es el más elevado. El principal 60-80 % del valor de consumo anual de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario totales.
- Los artículos B son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-30 % de valor de consumo anual generalmente representa el 30 % de los artículos de inventario totales.
- Los artículos C son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5 % más bajo del valor de consumo anual generalmente representa el 50 % de los artículos de inventario totales.

El valor de consumo anual se calcula con la fórmula:

$$\text{Ec. 3.16} \quad \text{Valor consumo} = \text{demanda anual} * \text{costo unitario por articulo}$$

La designación de las tres clases es arbitraria; puede haber cualquier número de clases. También el porcentaje exacto de artículos en cada clase varía de un inventario al siguiente. Los factores importantes son los dos extremos: unos pocos artículos que son significativos y un gran número de artículos que son relativamente significativos.

Para los artículos categoría A podría utilizarse un sistema de control que incluye la revisión continua de los niveles de existencias. Y para el otro extremo, artículos categoría C, se podría utilizar un control menos rígido, es decir, un sistema de revisión periódica para consolidar las ordenes surtidas por un mismo proveedor y podría ser suficiente menos exactitud en los registros.

### 3.8 Dimensionamiento de almacenes:

Unas de las decisiones más difíciles en la construcción de una bodega o almacén es coincidir en el tamaño y su instalación. Una vez ya determinado esto, el tamaño se convierte

en una restricción sobre las operaciones que se ejecuten en el mismo, ya sea que limiten el espacio de almacenaje o limiten el espacio destinado para desplazamientos y/o acondicionamientos.

El tamaño de un almacén hace referencia al volumen general de la locación en función de las tres dimensiones correspondientes.

### 3.8.1 Cubicación de almacén:

Primero se determina el espacio cubico disponible, que es igual al área interior del almacén utilizable para guardar productos. Mediante la fórmula:

$$\text{Ec. 3.17} \quad \text{volumen bodega} = \text{alto} * \text{ancho} * \text{largo}$$

Luego a esta capacidad se le resta el espacio cubico utilizado por los pasillos de tránsito, obteniéndose así capacidad de almacenaje:

$$\text{Ec. 3.18} \quad \text{Capacidad de almacenaje} = \text{volumen bodega} - \Sigma \text{volumen pasillos}$$

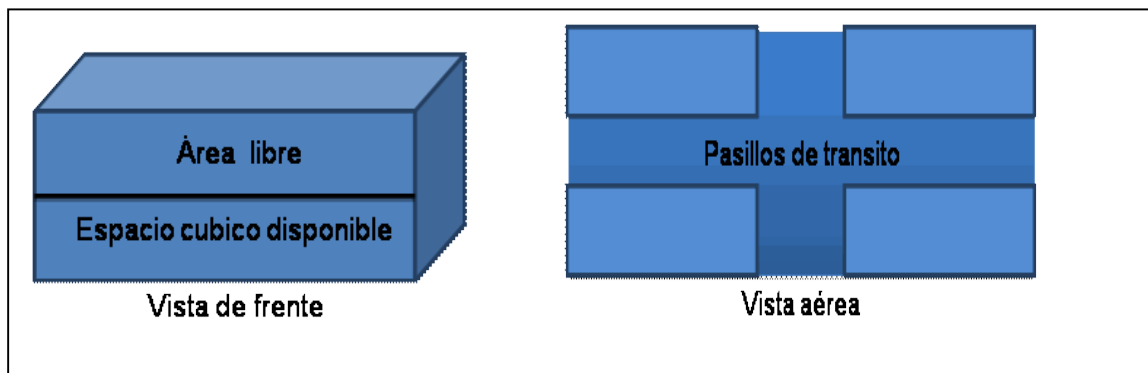


Fig. 3.11 "Ejemplo de Vista de frente y vista aérea". Fuente propia.

El producto en cuestión es almacenado en cajas con dimensiones (alto, ancho y largo) y cada caja contiene n cantidad de productos.

- Cálculo metro cubico por caja:

$$\text{Ec. 3.19} \quad \text{Volumen caja almacenaje} = \text{alto} * \text{ancho} * \text{largo}$$

- Cálculo espacio necesario de almacenaje:

Ec. 3.20 
$$\text{Espacio necesario} = \text{número de cajas} * \text{metro cúbico por caja}$$

### 3.9 Diseño y layout de almacenes o bodegas:

El papel de los almacenes en la cadena de abastecimiento ha evolucionado de ser simples instalaciones de almacenamiento a convertirse en centros enfocados al servicio y al soporte de la organización. Un almacén tiene vital importancia en la cadena logística por lo que debe estar ubicado en un lugar óptimo y diseñado para garantizar eficiencia y eficacia en la distribución del producto.

*“Los objetivos del diseño, y layout de los almacenes son facilitar la rapidez de la preparación de los pedidos, la precisión de los mismos y la colocación más eficiente de existencias, para potenciar las ventajas competitivas en el plan estratégico de la organización, regularmente consiguiendo ciclos de pedido más rápidos y con mejor servicio al cliente [Salazar 12]”.*

#### 3.9.1 Función de los almacenes:

Lejos de ser áreas destinadas al depósito de mercadería, estos deben cumplir con un nuevo papel más importante, ya que en ellos permanecen grandes volúmenes de recursos económicos en forma de suministros. Dentro de sus objetivos se encuentran:

- Mantienen los productos protegidos contra robos, incendios, etc.
- Control de los productos de sus entradas y salidas, dando a conocer las existencias reales de PT.
- Control sobre el stock mínimo y máximos de inventario.
- Mantención de la seguridad de las personas que entraran al lugar.
- Mantener la ubicación correcta de los bienes en el almacén.

#### 3.9.2 Significado de diseño y layout de un almacén:

Especialistas en logística (como es el caso del equipo de prince wáter house cooper) han identificado dos fases fundamentales al momento de diseñar un almacén, estas son:

- Fase de diseño de la instalación.

El diseño de las instalaciones hace parte de los procesos estratégicos que debe ejecutar la gestión de almacenes, dicho diseño debe incluir; número de plantas, diseño en vista de planta en la instalación, instalaciones principales (instalación eléctrica, ventilación, contraincendios, seguridad, medio ambiente), materiales.

- Fase de diseño de la disposición de los elementos; el layout del almacén:

El layout corresponde a la disposición de los elementos dentro del almacén. El layout de un almacén debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en el dispongan. Así un almacén alimentado continuamente de existencias tendrá unos objetivos de layout y tecnológicos diferentes que otro almacén que inicialmente almacena materias primas para una empresa que trabaje bajo pedido. Cuando se realiza el layout de un almacén se debe considerar las entradas y salidas, el tipo de almacenamiento, el método de transporte interno, rotación de los productos, nivel de inventario a mantener, el embalaje y preparación de los pedidos.

### **3.9.3 Principios de la distribución de almacenes:**

Existe una serie de principios que deben seguirse al momento de realizar la distribución en planta de un almacén, estos son:

- Los artículos con más movimiento deben ubicarse cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento.
- Los artículos pesados y difíciles de transportar deben localizarse de tal manera que minimicen el trabajo que se efectúa al desplazarlos y almacenarlos.
- Los espacios altos deben usarse para artículos predominantemente ligeros y protegidos.
- Los materiales inflamables y peligrosos o sensibles al agua y al sol pueden almacenarse en algún anexo, en el exterior del edificio del almacén.
- Deben dotarse de protecciones especiales a todos los artículos que lo requieran.
- Todos los elementos de seguridad y contra incendios deben estar situados adecuadamente en relación a los materiales almacenados.

### **3.9.4 Etapas de la distribución física de un almacén:**

La distribución física de un almacén puede dividirse en cinco etapas fundamentales, estas son:

- Determinar las ubicaciones de existencias y establecer el sistema de almacenamiento.
- Establecer el sistema de manejo de materiales.
- Mantener un sistema de control de intervalos.
- Establecer procedimientos para tramitar los pedidos.
- Seleccionar el medio de transporte.

### **3.9.5 Diseño interno de almacenes (layout):**

Efectuar la distribución del espacio interno de un almacén es un proceso sumamente complejo que requiere de superar las restricciones de espacio físico edificado y las necesidades proyectadas de almacenamiento. Las decisiones que desde la gestión de almacenes se tomen respecto a la distribución general deben satisfacer las necesidades de un sistema de almacenamiento que permita la consecución de los siguientes objetivos:

- Aprovechar eficientemente el espacio disponible.
- Reducir al mínimo la manipulación de materiales.
- Facilitar el acceso a la unidad logística almacenada.

- Conseguir el máximo índice de rotación de la mercadería.
- Tener la máxima flexibilidad para la ubicación de productos.
- Facilitar el control de las cantidades almacenadas.

El layout de un almacén debe evitar puntos de congestión, a la vez que debe facilitar las tareas de mantenimiento y poner los medios para obtener la mayor velocidad de movimiento; de esta forma se reduce por principio de flujo de materiales el tiempo de trabajo. La distribución interior de la planta de almacenaje se hace con la conexión entre las distintas zonas del almacén con las puertas de acceso, los pasillos y pasos de circulación. Sin embargo, los factores de mayor influencia en la planificación de las zonas interiores son los medios de manipulación y las características de las mercancías.

En todo almacén existen cuatro zonas que deben de estar preferentemente delimitadas, estas son:

**Zona de recepción:** Área de control de calidad, área de clasificación, área de adaptación.

**Zona de almacenaje:** Zona de baja y alta rotación, productos especiales, selección y recogida de mercancías, reposición de existencias.

**Zona de preparación de pedidos:** zona integradas (picking en estanterías), zonas de separación (picking manual).

**Zona de expedición o despacho:** Área de consolidación, área de embalajes, área de control de salidas.

### 3.9.6 Identificación de ubicaciones:

Para la mejor eficiencia en la búsqueda de productos, todas las zonas que componen el almacén deben estar identificadas, donde ésta codificación debe ser conocida por todo el personal habilitado para entrar al almacén. Las practicas más comunes abordan la delimitación de las zonas por colores, o la presencia de carteles con la denominación de las zonas, ya sean colgados o colocados en el suelo.

Toda ubicación que se encuentre en el almacén debe poseer su respectiva codificación (única) que la diferencie de las restantes. El método de codificación que se utilice es decisión de la empresa.

Las ubicaciones en la zona de almacenamiento pueden codificarse tanto por estantería como por pasillo.

**Codificación por estantería:** Cada estantería tendrá asociada una codificación correlativa, del mismo modo que en cada una de ellas, sus bloques también estarán identificados con numeración correlativa.

**Codificación por pasillo:** En este caso, son los pasillos los que se codifican con números consecutivos.

## **Capitulo IV**

### **Propuesta operacional para el área de despacho**

En este capítulo se presenta la propuesta metodológica para el área de despacho y bodega central. Mediante un análisis ABC se propone bajar la variedad de productos a fabricar, de acuerdo a esta cantidad se identifica el modelo de inventario, stock de seguridad, mínimos y su respectiva cantidad económica a solicitar. Luego se verifica si la cantidad calculada de stocks, cumplen con el dimensionamiento de bodega y finalmente se realiza el layout, rediseñado y disponiendo la mercadería en forma estratégica y ordenada con tal de no incurrir en demoras por búsqueda de ellas para despacho.

#### 4.1 Clasificación de productos en bodega:

El análisis ABC es el primer paso que se debe aplicar en una situación de control de inventario, en donde se identifican los artículos de mayor importancia y se visualiza la forma más idónea de administrar los inventarios.

Al aplicar este tipo de clasificación de materiales lo que se busca es una discriminación de los mismos, con el fin de caracterizarlos y determinar cuáles requiere de un control más riguroso en el sistema de gestión y control de inventario.

Para la realización de la clasificación ABC por costo anual de volumen de utilización, se obtuvieron los listados de materiales que maneja textil Karmy S.A.

Para ello se utilizara el costo receta (el costo de materias primas sin mano de obra) del producto y la demanda anual de cada uno de ellos, calculando así el valor de consumo, que es el dato que proporciona el valor final a evaluar.

El valor de consumo de cálculo con la *ecuación 3.16* descrita en el marco teórico. Se analizó un total de 266 artículos que textil Karmy fabrica.

Se obtuvo el consumo anual de los productos, con sus respectivos precios unitarios. En la siguiente tabla se resume la cantidad de artículos por categoría, *ver anexo 1* para revisar todos los artículos y cada uno de sus cálculos de valor de consumo.

<b>Categoría A</b>	<b>Categoría B</b>	<b>Categoría C</b>
46	75	145

Total artículos: 266

##### **Tipo A:**

Los 46 de ellos más vendidos (17%) corresponden al 70 % de las ventas en pesos.

##### **Tipo B**

Los 75 segundos más vendidos (28%) corresponden al 20% de las ventas en pesos.

##### **Tipo C**

Los 145 menos vendidos (55%) corresponden al 10% de las ventas en pesos.

#### 4.1.1 Gráfico de Pareto de los 226 artículos:

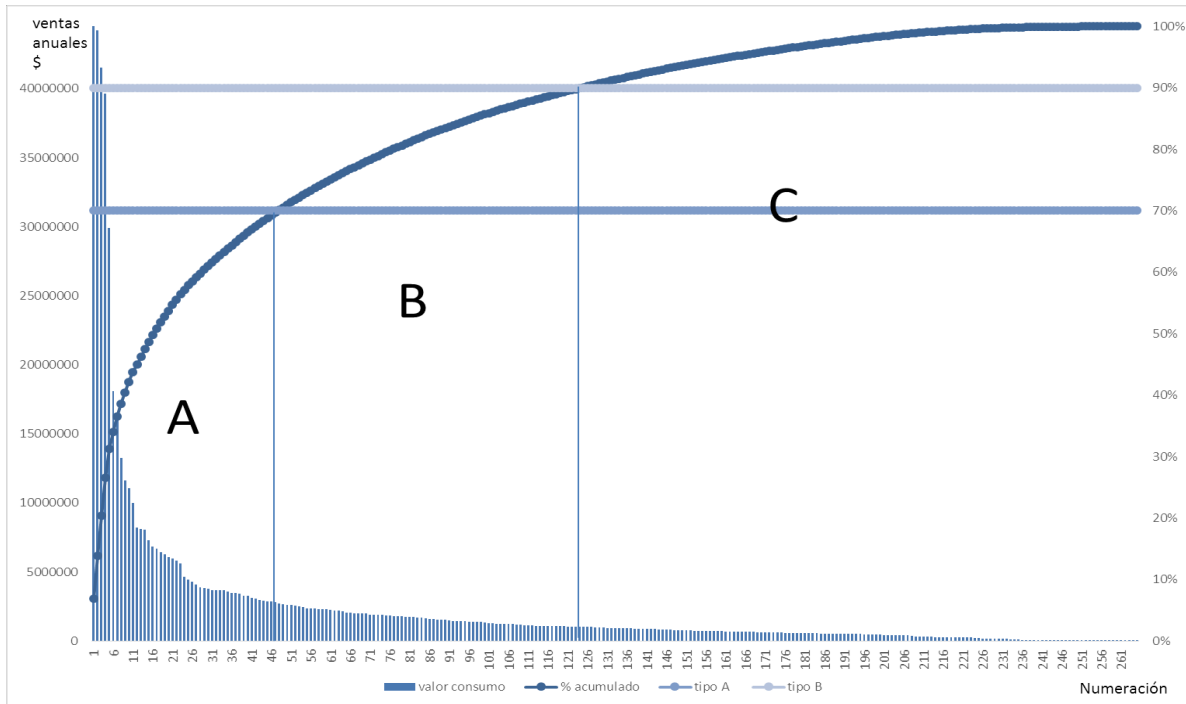


Fig. 4.1 Gráfico de Pareto de los 266 productos. Fuente propia.

#### 4.1.2 Análisis de clasificación y propuesta:

De acuerdo a la gran cantidad de productos que fabrica la empresa, se analizaron las ventajas y desventajas que se genera esto.

El tema de la variedad de productos debe considerarse tanto desde el punto de vista mercadotécnico como del de operaciones. En ambos casos existen ventajas y desventajas en el hecho de tener un gran número de productos.

Desde el punto de vista comercial, la ventaja es la posibilidad de ofrecer más opciones a los clientes. Ya que lo gerentes pueden pedir una línea completa de productos para satisfacer todas las necesidades. Sin embargo, también se hace difícil una amplia gama de artículos, ya que pueden confundir al cliente, que podría no diferenciar los productos similares. También esto provoca lo difícil de capacitar a los vendedores y la publicidad es más costosa y menos enfocada.

Desde el punto de vista de las operaciones, se considera como algo que ocasiona mayores costos, mayor complejidad y dificultad para especializar al equipo y a la gente. La situación ideal para operaciones con frecuencia es poco productos con alto volumen.

Como esto es un desacuerdo contante entre estas dos áreas, se reestructuro la producción, en consideración a la poca capacidad productiva de la fábrica textil Karmy con

aproximadamente 50 mil unidades mensuales, dando la posibilidad de optar por una mejora en la logística de entrega de los pedidos.

Esta restructuración consiste en solo considerar para producción los artículos pertenecientes a la categoría A, y eliminar los restantes B y C. Esta decisión se basa en los siguientes argumentos:

- Los productos pertenecientes a tipo B y C, dan la empresa Textil Karmy solo el 30% de la ventas anuales, pero a la vez representan una cantidad importante del 83% del total de productos. La gran variedad de estos provoca un sobre stock en bodega, ya que, la fabricación se hace en base a lotes óptimos que es significativamente mayor a lo vendido, provocando un costo de oportunidad, de almacenarlo en vez de venderlo.
- La empresa cuenta con una variedad de más de 250 productos, dividido en 5 líneas; calzoncillos, cuadros, bóxer, calzoncillo largo y camisetas, se presenta una enorme variedad de productos en una línea, provocando similitud en ellos. Donde solo se diferenciaría en detalles o accesorios adicionales, sin mayor importancia en su costo. Por lo tanto el margen de utilidad que dan estos productos a la empresa es el mismo que dan los productos más vendidos, es decir, no se incurre en pérdidas al eliminarlos.
- La eliminación de ellos potenciaría, área comercial, la venta de los que si conllevan utilidades, por lo tanto producción fabricaría artículos que aseguran la venta. Con esto bodega tendría un mayor espacio aprovechado para los inventarios de seguridad y se estimaría que los tiempos de entrega se cumplan.

Quedando solo estos productos de categoría A, se aplicarán también análisis ABC. En la tabla 4.1 se muestra los 56 artículos, fragmentados en cada una de las categorías A, B y C:

**Tabla 4.1 “Análisis ABC de los artículos a fabricar (propuesta)”**

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO	CATEGORIA
68	76518	582	44533476	9%	9%	A
92	28023	1578	44220294	9%	18%	A
90	28870	1439	41543930	8%	26%	A
7	50969	778	39653882	8%	34%	A
218	33833	1123	37994459	8%	41%	A
56	49904	599	29892496	6%	47%	A
212	16806	1076	18083256	4%	51%	A
192	15814	1048	16573072	3%	54%	A
94	14781	1094	16170414	3%	57%	A
193	12848	1206	15494688	3%	60%	A
93	9986	1326	13241436	3%	63%	B
176	14880	780	11606400	2%	65%	B
124	11709	946	11076714	2%	68%	B

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO	CATEGORIA
55	16165	619	10006135	2%	70%	B
95	4639	1769	8206391	2%	71%	B
5	23778	345	8203410	2%	73%	B
177	9856	825	8131200	2%	74%	B
96	5334	1466	7819644	2%	76%	B
1051	3609	1900	6857100	1%	77%	B
72	9855	677	6671835	1%	79%	B
5518	6045	1065	6437925	1%	80%	B
284	2490	2517	6267330	1%	81%	B
191	5767	1036	5974612	1%	82%	B
220	6900	843	5816700	1%	84%	B
282	4344	1290	5603760	1%	85%	B
179	6635	702	4657770	1%	86%	C
1055	3652	1182	4316664	1%	87%	C
196	3317	1230	4079910	1%	87%	C
1048	3508	1111	3897388	1%	88%	C
1039	2833	1350	3824550	1%	89%	C
1032	5108	743	3795244	1%	90%	C
285	1787	2065	3690155	1%	90%	C
1040	2368	1440	3409920	1%	91%	C
1066	1370	2276	3118120	1%	92%	C
87	4896	626	3064896	1%	92%	C
1047	2774	1040	2884960	1%	93%	C
262	3316	856	2838496	1%	93%	C
1031	3371	743	2504653	0%	94%	C
18	4744	523	2481112	0%	94%	C
1056	2223	1070	2378610	0%	95%	C
73	4209	561	2361249	0%	95%	C
8014	2594	892	2313848	0%	96%	C
1030	2927	683	1999141	0%	96%	C
71	2852	700	1996400	0%	97%	C
83	1800	1101	1981800	0%	97%	C
7508	993	1881	1867833	0%	97%	C
8	4836	373	1803828	0%	98%	C
1029	3198	529	1691742	0%	98%	C
2714	1508	1081	1630148	0%	98%	C
219	1195	1231	1471045	0%	99%	C
113	1919	755	1448845	0%	99%	C

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	DE %	% ACUMULADO	CATEGORIA
98	3228	366	1181448	0%	99%	C
2715	904	1230	1111920	0%	99%	C
129	1230	864	1062720	0%	100%	C
153	1670	621	1037070	0%	100%	C
1064	789	1175	927075	0%	100%	C

“Fuente propia en base a información entrega por empresa Textil Karmy S.A”.

### Gráfico de Pareto de los 56 artículos:

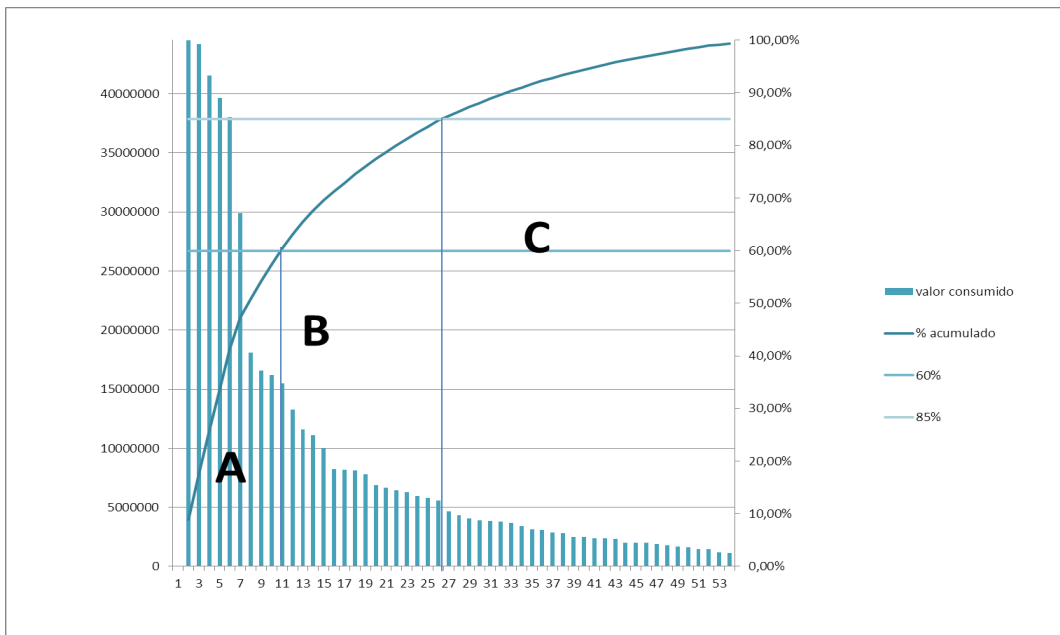


Fig. 4.2 Gráfico de Pareto de los 56 productos. Fuente propia.

Total artículos: 56

#### Tipo A:

Los 10 artículos más vendidos, representan el 18 % del total y corresponden al 60 % de las ventas. Si solo se controlara estrictamente estos productos se estaría controlando más de la mitad del valor del inventario.

## **Tipo B**

Los 15 segundos más vendidos, representan el 27% del total y corresponden al 25% de las ventas. Cabe señalar que los artículos pertenecientes a esta clase se consideran para tener un mediano y estricto control de inventario.

## **Tipo C**

Los 31 menos vendidos, representan el 55% de total y corresponden al 15% de las ventas. Su control de inventario es menos estricto que el de los anteriores.

Con esta medida se pretende aumentar la satisfacción al cliente, ya que hoy en día la empresa cuenta con un nivel de servicio cercano al 60%, un nivel bastante bajo y considerando que sus pretensiones son llegar a 95% de satisfacción.

De acuerdo a este análisis ABC se realizara layout de los productos en bodega central, siendo el factor principal el valor de consumo del producto. Estos serán ubicados de acuerdo a la cercanía que se tiene con el acceso principal, es decir, el conjunto categoría A se encontrara en las estanterías más cercanas al acceso, para luego pasar al proceso de empaque. Con esta metodología se pretende disminuir los tiempos de entrega y de empaque, siendo que cada producto tendrá su ubicación optima y fija.

## **4.2 Análisis del comportamiento de la demanda:**

Los datos histórico de la demanda de cada uno de los productos, que se pudieron obtener por medio de la empresa, pertenece al periodo comprometido entre enero del 2014 y diciembre del 2014, siendo este el año más reciente.

Se considera que todos los productos de textil Karmy son de demanda independiente por que se genera a partir de decisiones ajenas a la empresa, es decir de productos terminados, ya que las decisiones de los clientes no son controlables por la empresa (como se explica en el capítulo tres, en tipos de demandas).

El análisis de datos permite la determinación del comportamiento, es decir si es determinístico o probabilístico, *como se muestra en figura 3.5 del capítulo 3*. El coeficiente de variabilidad es el factor que se toma en cuenta para la determinación de la demanda, por lo que se debe hacer la verificación de este parámetro en cada uno de los productos.

### **4.2.1 Cálculo del coeficiente de variabilidad:**

En modo de ejemplificar, a continuación se presenta, el artículo más vendidos (68) y el articulo (92), con sus respectivas ventas mensuales del año 2014. Los demás artículos ver *anexo 2*.

### Artículo 68

Descripción: slip algodón peinado.

Demanda mensual año 2014:

artículo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
68	6799	5750	5483	7356	6098	4737	6108	7731	5948	4273	6262	9973

Calculo de la media (Ec. 3.2):

$$\mu = \frac{\sum \text{venta por mes}}{\text{meses por año}} = \frac{76518}{12} = 6376.5$$

Calculo de desviación estándar (Ec. 3.3):

$$\text{varianza} = s^2 = 2232482$$

$$\text{desviacion} = s = 1494$$

Calculo de coeficiente de variabilidad (Ec. 3.1):

$$CV = \frac{2232482}{6376.5^2} = 5\%$$

Resumen:

Artículo	$\mu$	$S^2$	S	CV
68	6376.5	2232482	1494	5%

En los cálculos se observa que el coeficiente de variabilidad para el producto cód. 68, dio como resultado  $CV = 5\% < 20\%$ , por lo tanto estamos frente a una demanda determinística.

### Artículo 92:

Descripción: camiseta manga corta.

Demanda mensual año 2014:

Artículo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
92	4394	1686	3465	4278	4109	3523	2144	1239	878	255	1322	730

Calculo de la media (Ec. 3.2):

$$\mu = \frac{\sum \text{venta por mes}}{\text{meses por año}} = \frac{28023}{12} = 2335.3$$

Calculo de Varianza y desviación (Ec. 3.3):

$$\text{varianza} = s^2 = 2323671$$

$$\text{desviacion} = s = 1524$$

Calculo de coeficiente de variabilidad (Ec. 3.1):

$$CV = \frac{2323671}{2335.3^2} = 43\%$$

Resumen:

Artículo	$\mu$	$S^2$	S	CV
92	2335.3	2323672	1524	43%

En los cálculos realizados se observa que el coeficiente de variabilidad para el producto cód. 92, dio como resultado  $CV=43\%>20\%$ , por lo tanto tiene un comportamiento de demanda probabilística.

#### 4.2.2 Resumen del comportamiento de la demanda:

Mediante el análisis de los 56 productos a fabricar de las tres categorías, ver tabla 4.2 del comportamiento de la demanda, se concluyó que el 70 % tiene demanda probabilística y el resto 30% tiene demanda determinística. Dado que los artículos analizados tienen diferentes tipos de demandas independiente (determinístico y probabilístico), se determinara que todos los artículos se basaran y serán analizados por una metodología basada en una demanda probabilística con una distribución normal. Los artículos de demanda determinística también pueden ser tratados con este método, tomando en cuenta que existen artículos estacionarios que son de importancia para la empresa.

**Tabla 4.2 “comportamiento de la demanda. Determinístico v/s probabilístico”**

ARTICULO	$\mu$	$S^2$	CV	DEMANDA
68	6377	2232482	5%	Determinística
92	2335	2323672	43%	Probabilística
90	2406	1184534	20%	Determinística
7	4247	1011364	6%	Determinística
218	542	195407	66%	Probabilística
56	4159	1949166	11%	Determinística
212	1401	151790	8%	Determinística
192	640	270430	66%	Probabilístico
94	1232	209988	14%	Determinístico
193	46	6026	286%	Probabilístico
93	832	577016	83%	Probabilístico
176	1240	132192	9%	Determinístico
124	976	545237	57%	Probabilístico
55	1347	263400	15%	Determinístico
95	285	76495	94%	Probabilístico
5	1982	505154	13%	Determinístico
177	821	104110	15%	Determinístico
96	319	68215	67%	Probabilístico
1051	301	25961	29%	Probabilístico
72	821	53113	8%	Determinístico
5518	504	371347	146%	Probabilístico
284	208	68596	159%	Probabilístico
191	481	21856	9%	Determinístico
220	575	213118	64%	Probabilístico
282	142	37757	186%	Probabilístico
179	553	47773	16%	Determinístico
1055	304	31593	34%	Probabilístico
196	276	41177	54%	Probabilístico
1048	292	17957	21%	Probabilístico
1039	236	43804	79%	Probabilístico
1032	426	73700	41%	Probabilístico
285	149	47764	215%	Probabilístico
1040	197	37217	96%	Probabilístico
1066	114	34874	268%	Probabilístico
87	408	23932	14%	Determinístico
1047	231	26467	50%	Probabilístico
262	276	28561	37%	Probabilístico
1031	281	85328	108%	Probabilístico
18	395	35540	23%	Probabilístico
1056	185	28525	83%	Probabilístico
73	351	82932	67%	Probabilístico
8014	216	124530	266%	Probabilístico

ARTICULO	$\mu$	$S^2$	CV	DEMANDA
1030	244	9888	17%	Determinístico
71	238	36198	64%	Probabilístico
83	150	28048	125%	Probabilístico
7508	83	15728	230%	Probabilístico
8	403	48765	30%	Probabilístico
1029	267	12682	18%	Determinístico
2714	126	18313	116%	Probabilístico
219	100	19223	194%	Probabilístico
113	160	10130	40%	Probabilístico
98	86	21132	288%	Probabilístico
2715	75	3249	57%	Probabilístico
129	103	15139	144%	Probabilístico
153	139	3790	20%	Determinístico
1064	66	6953	161%	probabilístico

*“Fuente propia”*

### 4.3 Cálculo de inventario de seguridad e inventario mínimo:

De acuerdo a nuestro análisis del comportamiento de la demanda, que nos arrojó una demanda independiente/probabilística, nos enfocaremos a los modelos mencionados en el marco teórico sobre demanda independiente, estos son los modelos Q Y P. La empresa ha determinado un valor objetivo de satisfacción al cliente, que es un nivel de servicio del 95% con el nuevo sistema de inventario.

La selección entre estos dos modelos puede ser realizada de acuerdo a la práctica gerencial así como aspectos económicos. Existen, sin embargo, algunas condiciones bajo las cuales se puede preferir el modelo P más que al sistema Q.

1. El modelo P debe utilizarse cuando se deben colocar y/o entregar pedidos en intervalos específicos.
2. El modelo P debe utilizarse cuando se ordenan artículos múltiples al mismo proveedor. En este caso el proveedor preferirá la inclusión de los artículos en una sola orden.
3. El modelo P debe utilizarse para artículos de menor valor y el artículo Q para artículos de mayor valor.
4. El modelo P proporciona la ventaja de reabastecimiento programado y la conservación de nuevos registros. Sin embargo, requiere de un inventario de seguridad algo más grande que el modelo Q.

De acuerdo a estos puntos, el modelo P es el que se acerca más a la realidad, ya que la empresa Textil Karmy es la que confecciona los productos, por lo tanto, es ella misma la proveedora de bodega central, donde se almacenan los productos terminados, por lo que tienen como objetivo un plazo de entre de 10 días para la entrega de pedidos. También fabrican ropa interior por lo que no son artículos de mucho valor y son duraderos. Por otro lado los costos utilizados en el modelo Q no son tan certeros, de hecho existe mucho

margen de error en ellos y son muy difíciles de calcular. La empresa prefiere un periodo específico para revisar su inventario y tener predeterminado el día.

Por lo tanto, usaremos el modelo P, que es un modelo de periodo fijo, para ello usaremos las ecuaciones expuestas en el marco teórico.

#### 4.3.1 Aplicación del modelo de periodo fijo (modelo P).

Calculo de inventario de seguridad e inventario mínimo:

Cada artículo fabricado tiene una generalidad de productos la cual lo llamaremos SKU, éste está compuesto por familia, talla y color. Para aclarar más el concepto de SKU:

El primer producto más vendido del año 2014, es 680350001. Cada código tiene su descripción dada por la empresa

6803: familia.

50: talla.

001: color.

La aplicación será realizada a todos los SKU de los artículos pero dado la cantidad de estos se ejemplificara en el SKU más vendido del artículo 68 mencionado anteriormente.

Se calcula la media de los meses del año 2014, (*para ver los demás SKU del artículo 68 ver anexo 3*): dando como resultado:

SKU	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MEDIA
680350001	802	644	499	564	713	522	507	880	630	436	620	795	634

Se calcula la varianza y la desviación con las fórmulas mencionadas anteriormente en el marco teórico, ya que más adelante la usaremos para calcular el inventario de seguridad e inventario mínimo. Para ver todos los SKU ver anexo 3.

SKU	Varianza	Desviación
680350001	19292	139

Pero estos cálculos de la media y desviación son solo de un mes, que es el tiempo entre revisiones del inventario, pero faltaría el tiempo de entrega. Calcularemos la media y

desviación con el mes (tiempo entre revisiones) más los 10 días (tiempo de entrega) que es el periodo vulnerable que tiene que cubrir el inventario. Ver figura (4.3).

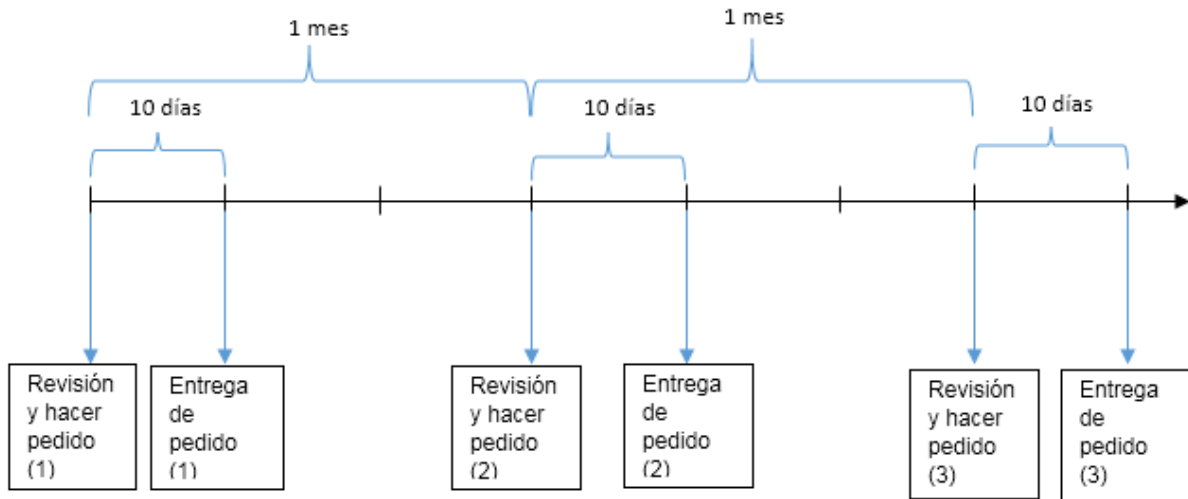


Fig. 4.3 Línea de tiempo de periodo fijo. Fuente propia.

**Cálculo de desviación de la media en el periodo vulnerable:**

**Tiempo de entrega (L):** El tiempo de entrega que se estableció, de acuerdo a la productividad de la empresa, es entre 10 días, convertidos en meses:

$$\text{tiempo entrega} = \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * 10 \text{ días} = 0,33 \text{ meses}$$

**Tiempo de revisión (T):** Se acuerda un tiempo de revisión de 1 mes.

**Periodo vulnerable:**  $T + L = 1 + 0,33 = 1.33 \text{ meses}$ .

**Desviación estándar:** Para calcular la desviación estándar, se tiene que tomar en cuenta todo el periodo vulnerable.

Desviación estándar mensual (Ec. 3.9):  $\sigma_T = 139 u$

Desviación estándar del periodo vulnerable (Ec. 3.10):

$$\sigma_{(T+L)} = \sqrt{\sigma_T^2 * 1.33} = \sigma_T * \sqrt{1.33} = 139 * \sqrt{1.33} = 161 u$$

**Cálculo de inventario de seguridad:**

Inventario de seguridad (Ec. 3.13):

Donde:  $\text{Inventario de seguridad} = z\sigma_{T+L}$

**Z:** Textil Karmy, pretende cumplir con los clientes en una 95% de servicio por lo que pondremos ese valor, donde se determina el valor de “z” correspondiente a la tabla de distribución normal, obteniendo el valor tabulado de  $z=1.65$ . Ver anexo 4.

Inventario de seguridad:

$$SS = z\sigma_{T+L} = 1.645 * 161 = 264,84 \approx 265 u$$

**Cálculo de inventario mínimo:**

Inventario mínimo (Ec. 3.14):

$$\text{minimo inventario} = d(T + L) + \text{Inventario de seguridad}$$

Donde:

***Demanda en el periodo vulnerable (T+L):***

$$\text{Demanda mensual} * (1 (\text{mes de revision}) + 0,33 (\text{meses de entrega})) = 844 u$$

$$\text{Inventario mínimo} = 844 + 265 = 1.109 \text{ unidades.}$$

Resumen de las tres categorías, sus resultados son la sumatorias de los inventarios de seguridad e inventarios mínimos de los artículos pertenecientes en cada una de ellas. Para ver resultados de cada SKU de los artículos categoría A ver anexo 5.

**Tabla 4.3. “Resultados de inventario de seguridad e inventario mínimo de las tres categorías”**

CATEGORIA	INVENTARIO DE SEGURIDAD	INVENTARIO MINIMO
A	21968	51153
B	13083	25818
C	11780	20887
<b>TOTAL</b>	<b>46831</b>	<b>97857</b>

Tabla 4.3 “Fuente propia”

Como se dijo anteriormente el modelo cuenta con un tiempo de entrega y un tiempo entre revisiones, es decir, al momento de contabilizar el inventario, se tendrá que pedir lo que falta para completar el inventario mínimo y cubrir la demanda entre el periodo vulnerable. Como muestra la siguiente Ec. 3.15.

$$q = d(T + L) + z\sigma_{T+L} - I$$

Esta fórmula se usara en el momento de hacer los pedidos, lo que se tiene que tener claro es la demanda del artículo en el periodo vulnerable (T+L) y su inventario de seguridad.

#### 4.4 Dimensionamiento de bodega:

El dimensionamiento de bodega nos demostrara si nuestros cálculos de inventarios se pueden validar de acuerdo a su capacidad de almacenamiento.

La Fig. 4.4 presenta el mapa de bodega central con sus dimensiones, los 3 tipos de estanterías existentes con sus respectivas medidas.

Mapa bodega:

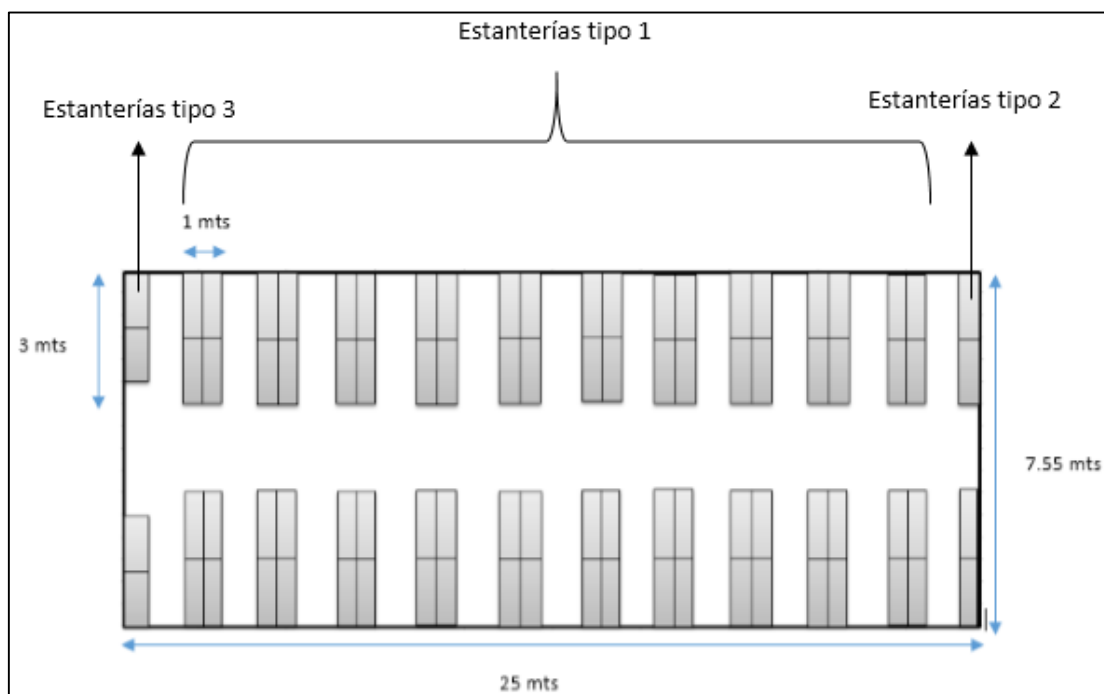


Fig. 4.4 Mapa de bodega con tipo de estanterías. Fuente propia en base a información entregada por la empresa”.

#### 4.4.1 Cálculo de almacenaje teórico en bodega:

Datos:

- La bodega tiene una altura aproximada de 5 metros, ancho de 7,55 metros y largo de 25 metros.
- La altura aceptable de almacenaje es hasta 3 metros.
- Cada estantería tiene un largo de 3 metros. Por lo tanto el ancho del pasillo principal es la resta del ancho total de bodega, 7,55 metros, con el largo de las dos columnas de estanterías, 6 metros, dando un total de 1,55 metros.
- Las estanterías tiene un ancho de 1 metros. Por lo tanto los pasillos secundarios es la resta del largo de la bodega, 25 metros, con el ancho de las 11 estanterías, 11 metros, dando un total de 14 metros.

**La suma total de área ocupada por los pasillos de tránsito:**

Pasillo principal:  $25 \text{ mts} * (7,55\text{mts} - 6\text{mts}) = 38,75 \text{ mts}^2$

Pasillos secundarios:  $(25\text{mts} - 11\text{mts}) * 3 * 2 = 84 \text{ mts}^2$

Total área ocupada por pasillo:  $38,75\text{mts}^2 + 84 \text{ mts}^2 = 122,75\text{mts}^2$

**Tabla 4.4 “Cálculos de dimensionamiento de bodega” (Ec 3.18)**

CONCEPTO	METROS CUBICOS	CALCULO
Espacio Disponible	566,25	$3.0(\text{altura}) * 7.55(\text{ancho}) * 25(\text{largo})$
Pasillos de tránsito	368,25	$122.75 * 3(\text{altura})$
Capacidad teórica de almacenaje.	198	

*Tabla 4.4 “fuente propia”*

#### **Cálculo capacidad de cajas de almacenaje y cantidad teórica en bodega:**

Datos:

- Los artículos serán almacenados en cajas, la cual serán llamadas cajas de almacenamiento. Medidas de cajas de almacenamiento: 0.5 metros (Alto)\*0,45metros (Largo)\*0,3 metros (Ancho).

Volumen de cajas de almacenajes (Ec. 3.17)=  $0,5\text{mts} * 0,45\text{mts} * 0,3\text{mts} = 0,0675 \text{ mts}^3$ .

Cantidad teórica de cajas en bodega:

$$\frac{\text{capacidad almacenaje}}{\text{volumen cajas de almacenaje}} = \frac{198 \text{ m}^3}{0,0675 \text{ m}^3} = 2933 \text{ cajas}$$

#### **Cálculo de cantidad de artículos en una caja de almacenaje:**

Datos:

- Los artículos están envasados en una caja, la cual serán llamadas cajas de artículos unitarios, con medidas 0.15 metros (alto)\*0.04 metros (ancho)\*0.09 metros (largo).

Volumen de cajas de artículos unitarios (Ec. 3.17):

$$\text{Volumen cajas de articulos} = 0.15\text{mts} * 0.04\text{mts} * 0.09\text{mts} = 0.00054 \text{ mts}^3$$

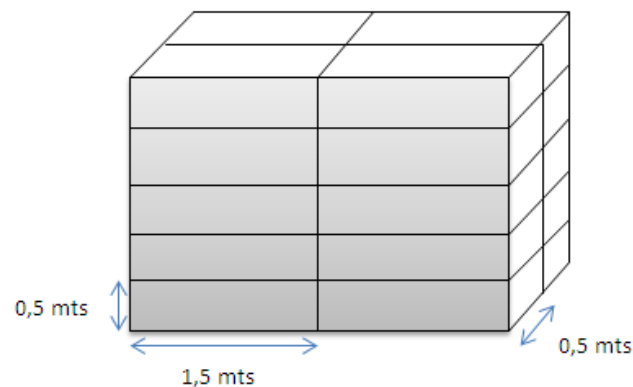
Número de artículos (teórica) en una caja de almacenaje:

$$N^{\circ} \text{ articulos} = \frac{0.0675}{0.00054} = 125 \text{ articulos.}$$

#### **4.4.2 Cálculo de almacenaje real en bodega.**

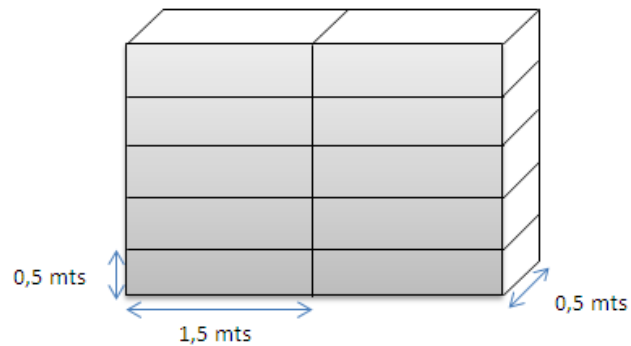
Datos:

- Las cajas de almacenamiento en estanterías serán puestas con cara frontal de medida 0.3 metros, profundidad 0.45 metros y alto 0.5 metros, aprovechando así de mejor forma el espacio.
- Estantería tipo 1: Alto: 3 metros - Largo: 3 metros - ancho 1 metros.



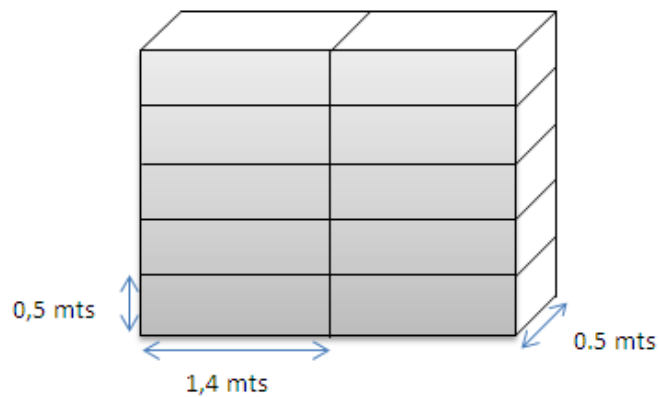
Estas estanterías tendrán 20 módulos con una capacidad 0.50x1.5x0.50 metros cada uno. En cada módulo se posicionaran 5 cajas. Dando un total de 100 cajas por estantería tipo 1.

- Estantería tipo 2: Alto: 3 metros – Largo: 3 metros – Ancho: 0.5 metros.



Estas estanterías tendrán 10 módulos con una capacidad de 0.50x1.5x0.50 metros. En cada módulo se posicionaran 5 cajas. Dando un total de 50 cajas por estantería tipo 2.

- Estantería tipo 3: Alto: 3 metros – Largo: 2.8 metros – Ancho: 0.5 metros.



Estas estanterías tendrán 10 módulos con una capacidad de 0.5 x 1.4 x 0.5 metros. En cada módulo se posicionaran 4 cajas. Dando un total de 40 cajas por estantería tipo 3.

- Cantidad de estanterías:

Cantidad de estanterías tipo 1: 20

Cantidad de estanterías tipo 2: 2

Cantidad de estanterías tipo 3: 2

### **Cálculo de cantidad de cajas de almacenamiento “real” en bodega:**

$$\begin{aligned} & \text{Capacidad de cajas de almacenamiento en bodega} \\ &= \sum \text{cantidad de cajas en estanterias} * \text{cantidad de estanterias} \\ & (100 * 20) + (50 * 2) + (40 * 2) = 2180 \text{ cajas} \end{aligned}$$

### **Cálculo de cantidad de artículos en bodega:**

Mediante la experimentación física de incurrir al llenado de las cajas de almacenaje, con artículos con sus respectivas cajas de artículos unitarios, se concluyó que la cantidad teórica que se calculó de 125 artículos no es la correcta, así que la cantidad real es de 120

$\begin{aligned} & \text{Capacidad total de articulos en bodega} \\ &= \text{capacidad de cajas de almacenamiento} \\ & * N^{\circ} \text{ de artículos en caja de almacenaje} \end{aligned}$
---

artículos.

$$2180 * 120 = 261.600 \text{ artículos}$$

#### **4.4.3 Cálculo de cajas de almacenaje para cubrir inventario mínimo:**

Se calculará la cantidad de cajas que se necesitan para cubrir el inventario mínimo de todos los artículos, para así de esta forma verificar si el cálculo es real y se puede implementar en la empresa textil Karmy.

Datos:

- En cada caja de almacenaje se depositan 120 cajas de artículos, la formula a utilizar es:

$$\text{Cantidad de cajas de almacenaje para inventario mínimo} = \frac{\text{inventario minimo}}{120}$$

#### **Se calculará el SKU 680350001 el más vendido:**

Datos:

- Inventario mínimo de SKU 680350001 es 1.108 unidades.

$$\text{Cantidad de cajas por articulo} = \frac{1.108}{120} = 9,23 \approx 10 \text{ cajas}$$

### **Resumen de cajas por categoría:**

**Tabla 4.5 “Resumen de cantidad de cajas por categoría”:**

<b>CATEGORIA</b>	<b>CAJAS</b>
A	638
B	399
C	452
<b>TOTAL</b>	<b>1489</b>

*Tabla 4.5 “fuente propia”*

Cantidad de cajas necesarias:

$$\sum cajas = 1489$$

Dado los siguientes resultados, el espacio necesario para abastecer el inventario mínimo cumple con el volumen apropiado. Ya que, bodega tiene una capacidad de 2180 cajas y el inventario mínimo requiere 1489 cajas.

Espacio ocupado por inventario mínimo:

$$\frac{cajas\ necesarias\ para\ inventario\ minimo}{cantidad\ total\ de\ almacenaje\ cajas} * 100 = \frac{1490}{2180} * 100 = 68\%$$

Espacio libre: 32%

## **4.5 Rediseño de bodega y disposición de mercadería:**

El objetivo del diseño y layout de almacenes es facilitar la rapidez de la preparación de los pedidos, la precisión de los mismos y la colocación más eficiente de las existencias, regularmente consiguiendo ciclos de pedidos más rápidos y con mejor servicio al cliente.

Se realizará la disposición de los artículos, tomando en cuenta su valor en la organización y su importancia, y así facilitando su despacho. Para ello, se dispone el análisis ABC de los 56 artículos, y se distribuirán de acuerdo a su categoría.

#### 4.5.1 Rotulación de estanterías:

Como vimos anteriormente en la cubicación, existen 3 diferentes estanterías con distintas dimensiones. Para conseguir un mejor control de los productos, se rotularán las estanterías, donde cada módulo tendrá su descripción y representara la ubicación en bodega.

En la figura (4.5) se muestra la forma en que se representará cada módulo. En su vista frontal, las filas se enumerarán de abajo hacia arriba consecutivamente (1, 2, 3, 4, 5) y las columnas se identificarán si es pasillo con una letra P y si es interior con la letra I. En su vista lateral, se divide en dos partes, una clasificada con la letra A, que representa la parte delantera de la estantería y la otra con la letra B parte trasera de la estantería, considerando que la entrada de bodega es la ubicación principal para denominar delantera o trasera.

Modelo de estanterías:

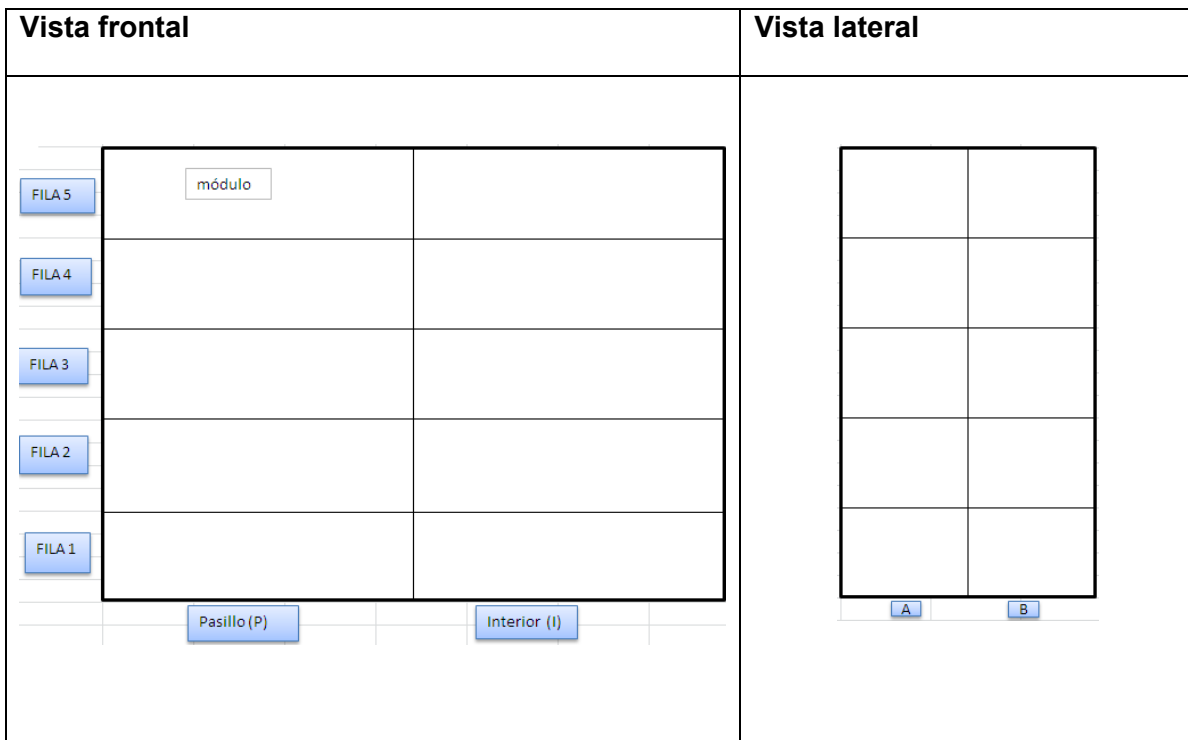


Fig. 4.5 Vista frontal y lateral de estanterías rotuladas. Fuente propia.

En la figura 4.6 se muestra vista aérea de bodega, las estanterías de los diferentes tipos y su rotulación de acuerdo al número genérico de cada una de ellas. Cada estantería se definirá por un número, donde a un lado se encontrarán los números pares y al otro lado los números impares.

Vista Aérea:

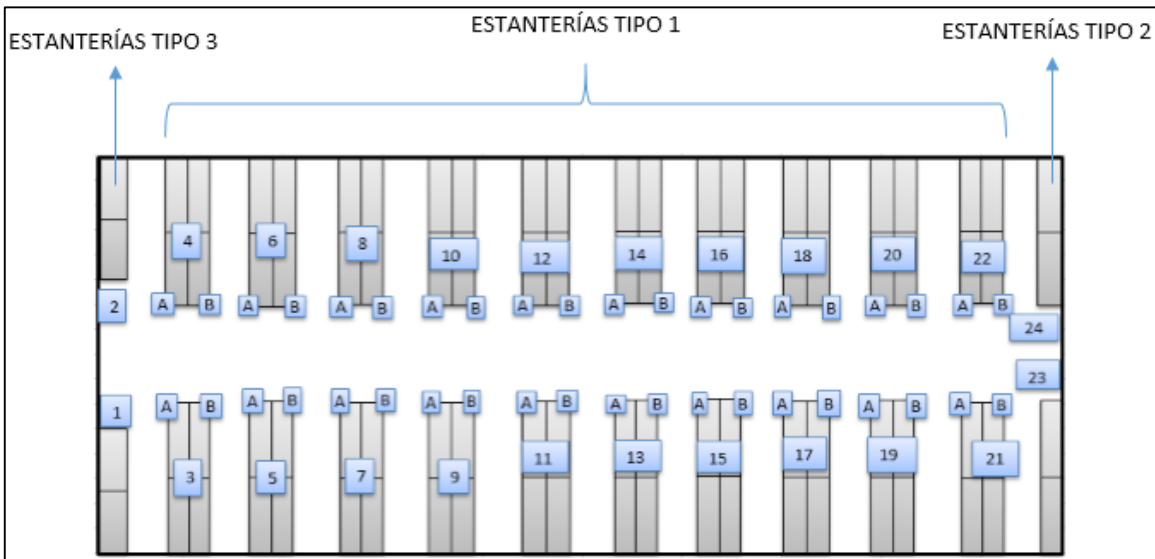


Fig. 4.6 vista aérea de estanterías con codificación. Fuente propia.

#### 4.5.2 Disposición de mercaderías:

El layout de bodega se realizara en base al análisis ABC, donde los artículos de categoría A de ubicaran más cercanos a la puerta de entrada y salida, para un óptimo movimiento.

##### **Cálculos y análisis:**

De acuerdo a la cubicación de bodega se determinó que bodega tiene una capacidad de almacenaje de 2180 cajas en todas las estanterías. El 68% de bodega se utilizará para el inventario mínimo requerido para la demanda. De acuerdo a esta proporción de determino el número de estanterías que se utilizaran para cubrir el inventarios.

Total estanterías en bodega= 22.

$$\text{Estanterías requeridas para inventatio minimo} = 22 * 68\% = 14,96 \approx 15 \text{ estanterías}$$

Cada categoría tiene una cantidad de cajas definidas anteriormente, se calcularon los porcentajes de cada uno de acuerdo a la cantidad total de cajas para el inventario mínimo.

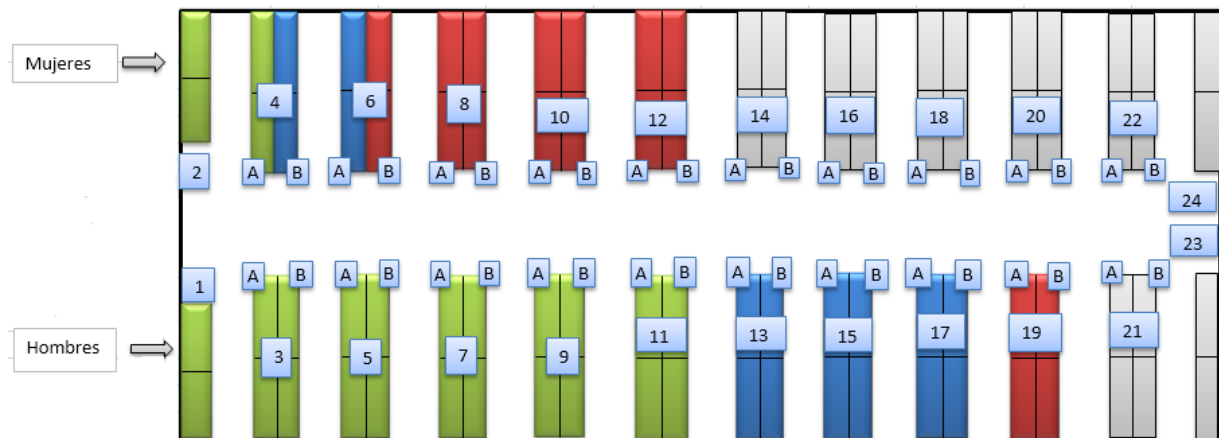
**Tabla 4.6 “Análisis de proporciones de estanterías en bodega”.**

CATEGORIA	CAJAS	PORCENTAJE	ESTANTERIAS
A	639	43%	6,4≈6,5
B	399	27%	4
C	452	30%	4,6≈4,5
<b>TOTAL</b>	<b>1490</b>	<b>100%</b>	<b>15</b>

“Fuente propia”

Dado al análisis de proporciones en las estanterías, cada categoría tendrá las cantidades mencionadas en la tabla para disponer sus artículos.

Para un mayor orden genérico de los productos los artículos de mujer se dispondrán en las estanterías de la izquierda mientras que los artículos de hombre en la derecha, como muestra la Fig. 4.7.



*Fig. 4.7 Disposición de mercadería en bodega. Fuente propia.*

Color verde= artículos de categoría A, fuerte rotación.

Color azul = artículos de categoría B, media rotación.

Color rojo= artículos de categoría C, baja rotación.

Mediante este layout los productos serán encontrados más rápidamente, con determinadas codificaciones de estanterías y orden o posición estratégica de productos, donde las tallas más vendidas serán colocadas al medio de la estantería, lugar donde es más fácil de sacar y colocar.

## **Capítulo V**

### **Estructura de aplicación:**

En este capítulo se presentará la estructura de aplicación de los modelos presentados, para ser utilizados en cualquier empresa y diferentes datos. Pasó a paso.

### Modelo de inventario y cálculo stock.

- Primer paso:

Análisis ABC: En primera lugar se realiza un análisis ABC para así categorizar a los productos y tener claro la importancia de cada uno de ellos. Llenar la siguiente tabla.

Producto	Demanda anual	Costo unitario	Valor consumo	% valor consumo	% acumulado	categoría
x	y	z	Multiplicación de costo unitario con demanda anual ( $y \cdot z$ )	Porcentaje del valor de consumo. ( $VC / \text{total VC}$ )	Suma de los porcentajes.	A, B Y C

Para la clasificación (A, B y C), se realiza en base al % acumulado, donde sus rangos varían en los siguientes porcentajes:

Hasta 60-70% acumulado; categoría A.

Desde 60%-70% hasta 75%-85% acumulado; categoría B

Por debajo por debajo del 75%-85% acumulado; categoría C.

- Segundo paso:

Comportamiento de la demanda:

La demanda puede ser dependiente e independiente; cuando es demanda dependiente lo componen principalmente materias primas, componentes o sub embalajes para producción. Si es demanda independiente, están compuesto principalmente de productos terminados o repuestos para remplazo. Esta última puede tener un comportamiento determinístico o probabilístico. Para calcular su comportamiento de una demanda independiente se toma en cuenta la demanda mensual del producto.

Se completa la siguiente tabla con el o los productos en estudio y la demanda mensual de cada uno.

PRODUCTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
<b>x</b>												

Calculo de la media:

$$\mu = \frac{\sum \text{venta por mes}}{\text{meses por año}}$$

Calculo desviación estándar:

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - X)^2}{n - 1}$$

Calculo de coeficiente de variabilidad:

$$CV = \frac{S^2}{X^2} * 100$$

Si:

CV <20% es demanda determinística.

CV >20% es demanda probabilística.

- Tercer paso:

El modelo de inventario a utilizar se identifica de acuerdo a su demanda: cuando es demanda dependiente se utiliza el sistema MRP, mencionado en el marco teórico (ver en sistema de inventario con demanda dependiente pág. 42)

Si se cuenta con una demanda independiente, se realiza en análisis recién mencionado, para especificar su comportamiento (determinística o probabilística) y luego se puede decidir qué modelo usar.

Si es determinística: usar modelo Q, detallado en el marco teórico. (Ver modelo de cantidad de pedido fijo o modelo Q, pág. 36).

Si es probabilístico: usar modelo P, detallado en el Marco teórico. (Ver modelo de periodo fijo o modelo P, pág. 40).

Resumen de modelos:

CARACTERISTICAS	MODELO Q	MODELO P
Cantidad de pedido	Q, constante (siempre se pide la misma cantidad)	q, variable (varia cada vez que se hace un pedido).
Donde hacerlo	R, cuando la posición del inventario baja al nivel de volverla a pedir.	T, cuando llega el momento de la revisión.
Registros	Cada vez que se realiza un retiro o un ingreso.	Solo se cuenta en el periodo de revisión.
Tamaño de inventario	Es más pequeño que el modelo de periodo fijo.	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fijo.

#### Dimensionamiento de bodegas:

- Primer paso: Llenar el siguiente cuadro, para calcular el espacio disponible del lugar (estructura)

CONCEPTO	METROS CUBICOS	CALCULO
ESPACIO DISPONIBLE	x	Altura*ancho*largo
PASILLOS DE TRANSITO	y	$\Sigma$ volumen de pasillos
CAPACIDAD DE ALMACENAJE	x-y	Espacio disponible – pasillos de transito

- Segundo paso:

Cálculo volumen de artículos con envase:

$$\text{volumen artículos con envase} = \text{ancho} * \text{largo} * \text{alto}$$

En el caso que su almacenaje se distribuya en cajas, se tiene que calcular el volumen de tales y la cantidad de productos que quepan.

$$\text{Volumen de cajas de almacenaje} = \text{ancho} * \text{largo} * \text{alto}$$

$$\text{Cantidad de articulos en cajas de almacenaje} = \frac{\text{volumen de cajas de almacenaje}}{\text{volumen artículos con envase}}$$

Luego se calcula la cantidad de cajas en espacio de almacenaje

$$\text{Cantidad de cajas en espacio disponible} = \frac{\text{Espacio disponible}}{\text{volumen cajas de almacenaje}}$$

Y finalmente la cantidad de artículos en la bodega:

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de articulos en espacio disponible} \\ = Q \text{ de cajas en espacio disponible} * Q \text{ de articulos en cajas de almacenaje} \end{aligned}$$

Donde Q es cantidad.

### **Disposición de artículos:**

La disposición de artículos o layout en bodega se basa en:

- La clasificación del análisis ABC:

Los artículos de categoría A= Fuerte rotación deben estar lo más cercano al lugar de picking o carga, para así facilitar el despacho o transito del mismo.

Los Artículos de categoría B: Mediana rotación y se ubican después de los de categoría A.

Los Artículos de categoría C, son los que tienen menos rotación, por lo tanto se ubicaran en el último lugar.

- El cálculo de los stocks; el porcentaje que ocupa en bodega cada artículo y así determinar de acuerdo a su categoría la proporción.
- Se debe considerar las estrategias de entradas y salidas de bodega, es decir, puertas de acceso, lugar de descarga y carga, etc.

## Conclusiones:

Textil Karmy S.A actualmente maneja a alrededor de \$1.000 millones anuales, la falta de herramientas estadísticas sumado al poco control de sus niveles de inventario, han traído como consecuencia que en muchos casos se mantengan inventarios de más de 5 meses acumulados que es muy engorroso después su conteo. Uno de los principales problemas que cuenta la empresa es la gran cantidad de stock de productos acumulados y guardados por muchos años que no se vendían y ocupaban espacio en bodega que sin dudarlo podría ser usado por un artículo que tuviera más rotación.

Con la definición y formulación del modelo de inventario que según la investigación supone sea el mejor, y los planes de acción que determina cada una de ella para garantizar una mejora significativa en cuanto a la orden, manejo y disposición de los productos en un control del inventario.

A continuación las propuestas detalladas de a las variables problemáticas que existen en el sistema Textil Karmy S.A,

### 1. Variable: Variedad de productos.

**Problema:** La variedad de productos provoca el costo de oportunidad de fabricar un producto que tenga más rotación en vez de uno que tenga menos.

**Propuesta:** A través del análisis ABC para la clasificación de los productos se determinó disminuir la cantidad de productos en un 80% del total, cambiando de un total de 266 productos a 56 productos. Donde la importancia radica en la cantidad vendida y el valor del producto. Con esta disminución la empresa lograra contar con más tiempo para fabricar los productos que tiene un porcentaje de ventas mayor. Y tendrá menos stock en bodega de productos que tiene baja rotación.

### 2. Variable: Control de inventario.

**Problema:** No cuenta con un sistema de control de inventario, ni con un modelo que estandarice los procedimientos en bodega.

**Propuesta:** Por medio del estudio de la demanda se pudieron determinar los coeficientes de variabilidad para cada producto, obteniendo así la característica de la demanda, si era de orden probabilística o determinística. Dado a que un 70% de los artículos tiene demanda probabilística, se determinó utilizar un modelo de periodos fijos, donde se determina el inventario de seguridad ante cualquier incertidumbre y un inventario mínimo, para poner fin a los quiebres de stock, que provocan el atraso de las entrega de los pedidos y por consiguiente la insatisfacción al cliente. También mediante este modelo se estandarizo que cada 30 días se tiene que revisar los inventarios y calcular la cantidad de productos que se

necesitan para cumplir con el inventario mínimo. Su tiempo de entrega de pedidos estandarizado en máximo de 10 días.

### **3. Variable: Rediseño de estanterías:**

**Problema:** Los bodegueros tardan tiempo en la búsqueda de los productos por falta de una ubicación específica de ellos en las estanterías.

**Propuesta:** Para una mejor optimización del espacio de almacenaje se propuso un modelo de estanterías para su mejor posición y cada una ellas presenta una codificación especial que indica la ubicación exacta de los productos. Y así de esta forma optimizar la búsqueda de los artículos.

### **4. Variable: Disposición de productos en bodega (layout):**

**Problema:** No cuentan con ningún tipo de clasificación para su disposición, es decir, si un producto se vende en gran cantidad no es prioridad para el almacenaje más próximo a la salida. Los productos son colocados como estime conveniente el bodeguero.

**Propuesta:** Se propone un layout estandarizado donde en el lado izquierdo se dispondrá solo para mujer y el lado derecho para varón. De acuerdo al análisis ABC propuesto se ordenaran de acuerdo al valor del producto hacia posterior, es decir, en la salida de bodega se colocarán los productos que tienen mayor rotación.

## Recomendaciones

A continuación se hacen algunas recomendaciones que ayudaran a mejorar la gestión y control de inventario de TEXTIL KARMY S.A.

- Implementar el modelo de inventario y rediseño propuesto, para el control de inventarios de los productos seleccionados
- Llevar un registro estricto de las actividades de la empresa para su mejor funcionamiento.
- Registrar procedimientos pertenecientes a las tareas que deben cumplir de acuerdo a los inventarios.
- Llevar un control estricto de la demanda, y análisis de su variabilidad, a fin de mantener los niveles de existencia de productos adecuado en el almacén.
- Realizar auditorías internas a fin de detectar a tiempo, inconvenientes y nuevos problemas.
- Establecer y renovar anualmente el control ABC con el fin de hacer reajustes en los cambios que pueda experimentar la demanda de acuerdo a los productos a los cuales el modelo fue aplicado.
- Establecer alianzas con los proveedores, a fin de proponer nuevas estrategias que permitan reducir los tiempos de entrega y cumplimiento de los pedidos cuando surgen problemas.

## Bibliografía

[Bernal13], Vásquez Bernal, J.; Layton, P. 2013. Modelo del proceso de logística externa de las empresas localizadas en el municipio de Funza – Cundinamarca. Rev. U.D.C.A Act & Div. Cient. 16(2): 563-570.

[Canavos88] George C. Canavos. Libro Probabilidad y estadística (aplicaciones y métodos). Primera edición. México: Editorial Interamericana Editores, S.A. de C.V. 1988. Cap. 5, pág. 130-142.

[Chase09] Richard B. Chase, F. Ribert Jacobs y Nicholas J. Aquilano. Libro Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros. Duodécima edición. México: Editorial Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2009.

[Chopra08] Sunil Chopra y Peter Meindl. Libro Administración de la Cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y Operación. Tercera edición. México: Editorial Pearson Educación, 2008.

[Heizer09] Jay Heizer y Barry Render. Libro Principios de Administración de Operaciones. Séptima edición. México: Editorial Pearson Educación. 2009.

[Martin06] Ramón Martín- andino, MBA Gestión de inventarios y compras. Escuela de negocios EOI. Edición 2006.

[Mendez13] M. en C. Sergio Méndez Alvarado, C. P. Eusebio Castillo Padilla. Boletín de Gestión de inventarios. (Disponible en vía web <http://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/495-cyt-numero-38/148-gestion-de-inventarios>)

[Salazar12] Bryan Salazar López. Diseño y layout de almacenes y centros de distribución. Página web [ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com). (Disponible en <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>)

[Schroeder92] Roger G. Schroeder. Libro Administración de operaciones. Tercera edición. México: Editorial interamericana de México. 1992.

## ANEXOS

**ANEXO 1: TABLA ARTICULOS ABC;** se realizó la tabla de frecuencias de cada artículo con frecuencia absoluta y acumulada, y así de esta forma se clasifico en artículo A, B y C, donde los artículo A tienen mayor rotación.

### Artículos A:

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
68	76518	582	44517872	6.95%	7%
92	28023	1578	44227973	6.91%	14%
90	28870	1439	41540880	6.49%	20%
7	50969	778	39660005	6.19%	27%
56	49904	599	29895159	4.67%	31%
212	16806	1076	1878658	2.82%	34%
94	14781	1094	16163429	2.52%	37%
93	9986	1326	13237170	2.07%	39%
176	14880	780	11613079	1.81%	40%
124	11709	946	11072459	1.73%	42%
55	16165	619	10006135	1.56%	44%
5	23778	345	8194174	1.28%	45%
177	9856	825	8133537	1.27%	46%
192	7683	1048	8052285	1.26%	48%
218	6509	1123	7307077	1.14%	49%
1051	3609	1900	6857100	1.07%	50%
72	9855	677	6675756	1.04%	51%
5518	6045	1065	6437925	1.01%	52%
284	2490	2517	6267330	0.98%	53%
95	3422	1769	6052238	0.95%	54%
191	5767	1036	5974612	0.93%	55%
220	6900	843	5816700	0.91%	56%
96	3824	1466	5607075	0.88%	56%
179	6635	702	4655986	0.73%	57%
69	2752	1622	4463137	0.7%	58%
1055	3652	1182	4315707	0.67%	59%
196	3317	1230	4079910	0.64%	59%
1048	3508	1111	3896686	0.61%	60%
1039	2833	1350	3824550	0.6%	60%
1032	5108	743	3795244	0.59%	61%
285	1787	2065	3690155	0.58%	62%
3543	1892	1946	3681832	0.58%	62%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
1081	1416	2590	3667440	0.57%	63%
237	1460	2508	3661680	0.57%	63%
4493	1374	2621	3601254	0.56%	64%
58	1892	1832	3466320	0.54%	64%
25	1822	1900	3461800	0.54%	65%
1040	2368	1440	3409920	0.53%	65%
1045	1645	1990	3273550	0.51%	66%
3544	1659	1967	3263253	0.51%	66%
1066	1370	2276	3118120	0.49%	67%
87	4896	626	3065436	0.48%	67%
186	1561	1896	2960239	0.48%	68%
1046	1394	2100	2927400	0.46%	68%
1047	2774	1040	2884719	0.45%	69%
1044	1440	1990	2865600	0.45%	69%

#### Artículos B:

GRUPO	MEDIA COSTO UNITARIO	DEMANDA	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
262	3316	856	2838496	0.44%	70%
1062	1301	2100	2732100	0.43%	70%
4498	816	3284	2679744	0.42%	71%
254	2636	999	2633731	0.41%	71%
297	698	3763	2626574	0.41%	71%
3537	1042	2465	2568530	0.4%	72%
1031	3371	743	2504653	0.39%	72%
18	4744	523	2482082	0.39%	73%
1056	2223	1070	2377532	0.37%	73%
73	4209	561	2362393	0.37%	73%
188	1249	1886	2355855	0.37%	74%
4502	627	3715	2329305	0.36%	74%
8014	2594	892	2315131	0.36%	74%
4500	681	3368	2293608	0.36%	75%
4496	595	3811	2267545	0.35%	75%
282	1708	1290	2203320	0.34%	75%
4501	618	3555	2196990	0.34%	76%
4494	788	2749	2166212	0.34%	76%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
299	552	3763	2077176	0.32%	76%
3540	789	2601	2052189	0.32%	77%
1030	2927	683	1999141	0.31%	77%
1078	676	2956	1998256	0.31%	77%
71	2852	700	1998256	0.31%	78%
83	1800	1101	1981800	0.31%	78%
4499	573	3348	1918404	0.3%	78%
4489	643	2983	1918069	0.3%	79%
1082	777	2450	1903650	0.3%	79%
3545	601	3134	1883534	0.29%	79%
7508	993	1881	1867833	0.29%	79%
1073	1211	1530	1852830	0.29%	80%
4490	518	3512	1819216	0.28%	80%
8	4836	373	1804328	0.28%	80%
1076	360	4975	1791000	0.28%	81%
4491	519	3376	1752144	0.27%	81%
4492	567	3087	1750329	0.27%	81%
4495	460	3790	1743400	0.27%	81%
1074	1027	1665	1709955	0.27%	82%
1029	3198	529	1691742	0.26%	82%
2714	1508	1081	1630148	0.25%	82%
1067	678	2379	1612962	0.25%	82%
189	1317	1223	1610057	0.25%	83%
178	884	1738	1536096	0.24%	83%
4497	469	3256	1527064	0.24%	83%
3871	631	2420	1526932	0.24%	83%
219	1195	1231	1470645	0.23%	84%
3535	661	2201	1454861	0.23%	84%
113	1919	755	1448845	0.23%	84%
3144	411	3510	1442610	0.23%	84%
3136	673	2139	1439547	0.22%	85%
3541	491	2880	1414080	0.22%	85%
98	1028	1367	1405767	0.22%	85%
277	575	2392	1375400	0.21%	85%
3141	581	2360	1371160	0.21%	85%
3888	543	2504	1359862	0.21%	86%
255	1261	1038	1308789	0.20%	86%
4487	295	4365	1287675	0.20%	86%
5034	376	3339	1255464	0.20%	86%
300	500	2482	1241000	0.19%	86%
289	1130	1083	1223790	0.19%	87%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
1080	767	1590	1219530	0.19%	87%
3145	491	2470	1212770	0.19%	87%
263	2264	534	1208976	0.19%	87%
1070	349	3350	1169150	0.18%	87%
266	659	1690	1113710	0.17%	88%
1041	2021	551	1113571	0.17%	88%
2715	904	1230	1111920	0.17%	88%
4827	481	2307	1109667	0.17%	88%
4833	515	2154	1109537	0.17%	88%
1072	712	1530	1089360	0.17%	88%
4840	439	2480	1088925	0.17%	89%
59	2254	483	1088682	0.17%	89%
5025	343	3170	1087310	0.17%	89%
290	988	1083	1070004	0.17%	89%
129	1230	864	1062720	0.17%	89%
252	745	1412	1051940	0.16%	89%

**Artículos C:**

GRUPO	MEDIA COSTO UNITARIO	DEMANDA	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
4834	530	1964	1041149	0.16%	90%
153	1670	621	1037070	0.16%	90%
257	928	1115	1034720	0.16%	90%
251	896	1152	1032192	0.16%	90%
4830	335	3017	1010695	0.16%	90%
5028	280	3601	1008280	0.16%	90%
4829	339	2942	997338	0.16%	91%
5029	303	3247	983841	0.15%	91%
288	1121	854	957334	0.15%	91%
5027	271	3478	942538	0.15%	91%
4776	541	1735	938463	0.15%	91%
3538	425	2190	930750	0.15%	91%
1064	789	1175	927075	0.14%	91%
4828	337	2739	923043	0.14%	92%
3884	335	2755	922925	0.14%	92%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
5032	249	3654	909846	0.14%	92%
269	439	2058	903462	0.14%	92%
201	1293	690	892170	0.14%	92%
5030	277	3187	882799	0.14%	92%
3886	519	1684	874124	0.14%	92%
3137	407	2126	865282	0.14%	93%
2716	392	2195	860440	0.13%	93%
3876	355	2399	851645	0.13%	93%
4841	492	1695	833940	0.13%	93%
4832	494	1663	821424	0.13%	93%
3887	434	1855	805217	0.13%	93%
267	380	2104	799640	0.12%	93%
224	747	1065	795821	0.12%	93%
3142	329	2364	777756	0.12%	94%
64	461	1641	756501	0.12%	94%
3873	332	2272	754304	0.12%	94%
4838	281	2672	750832	0.12%	94%
4809	453	1638	741899	0.12%	94%
5033	286	2579	737594	0.12%	94%
4836	216	3355	724680	0.11%	94%
3536	322	2212	712264	0.11%	94%
1069	256	2770	709120	0.11%	95%
3880	379	1869	708351	0.11%	95%
125	1245	567	705915	0.11%	95%
4835	261	2676	698436	0.11%	95%
3874	311	2220	690420	0.11%	95%
3867	468	1431	669628	0.10%	95%
276	381	1748	665988	0.10%	95%
3539	286	2327	665522	0.10%	95%
193	551	1206	664555	0.10%	95%
4839	345	1900	655387	0.10%	95%
3529	305	2139	652395	0.10%	96%
3875	355	1775	630125	0.10%	96%
3872	336	1875	630000	0.10%	96%
3881	280	2227	623560	0.10%	96%
2001	655	950	622250	0.10%	96%
2703	933	666	621378	0.10%	96%
62	352	1748	615296	0.10%	96%
3135	390	1552	605280	0.09%	96%
1076	353	1678	592334	0.09%	86%
238	529	1097	580313	0.09%	96%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
3870	433	1339	579871	0.09%	97%
3882	322	1793	577346	0.09%	97%
3868	359	1569	563181	0.09%	97%
684	330	1681	554730	0.09%	97%
3140	215	2572	552980	0.09%	97%
85	505	1094	552470	0.09%	97%
4831	284	1945	552302	0.09%	97%
3542	236	2301	543036	0.08%	97%
3139	316	1717	542572	0.08%	97%
84	669	810	541890	0.08%	97%
3885	352	1537	540863	0.08%	97%
63	325	1651	536571	0.08%	97%
3134	379	1378	522262	0.08%	98%
665	220	2366	520520	0.08%	98%
287	601	865	519865	0.08%	98%
187	216	2400	518400	0.08%	98%
3143	213	2399	510987	0.08%	98%
3532	225	2241	504225	0.08%	98%
3883	292	1686	492312	0.08%	98%
4826	152	3197	485944	0.08%	98%
258	433	1115	482795	0.08%	98%
1052	868	546	473928	0.07%	98%
57	439	1040	456560	0.07%	98%
650	275	1625	446875	0.07%	98%
4837	186	2363	439518	0.07%	98%
76	418	1048	438064	0.07%	99%
1075	313	1359	425367	0.07%	99%
2711	846	495	418770	0.07%	99%
234	450	890	400500	0.06%	99%
3138	302	1320	398640	0.06%	99%
3851	214	1723	368722	0.06%	99%
1027	847	408	345576	0.05%	99%
2000	450	748	336600	0.05%	99%
7057	192	1741	334272	0.05%	99%
217	308	1054	324632	0.05%	99%
4446	58	5382	312156	0.05%	99%
246	304	967	293968	0.05%	99%
2706	740	394	291560	0.05%	99%
265	174	1587	276138	0.04%	99%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
5031	103	2675	275525	0.04%	99%
3848	207	1302	269418	0.04%	99%
2718	321	817	262338	0.04%	99%
253	321	781	250701	0.04%	99%
275	169	1472	248768	0.04%	99%
54	631	391	246721	0.04%	99%
676	120	2042	245040	0.04%	100%
685	150	1410	211500	0.03%	100%
662	30	6927	207810	0.03%	100%
3869	127	1486	188761	0.03%	100%
3531	99	1886	186714	0.03%	100%
3840	86	2033	174838	0.03%	100%
3534	74	2246	166204	0.03%	100%
3849	100	1549	154918	0.02%	100%
264	155	962	149110	0.02%	100%
3533	56	2653	148568	0.02%	100%
3859	62	1789	110918	0.02%	100%
3842	49	2231	109319	0.02%	100%
654	20	5121	102420	0.02%	100%
278	32	2708	86656	0.01%	100%
3843	45	1843	82935	0.01%	100%
3123	34	2238	76092	0.01%	100%
953	20	3687	73740	0.01%	100%
5026	24	3030	72720	0.01%	100%
190	64	1111	71104	0.01%	100%
88	84	828	69552	0.01%	100%
2705	166	333	55278	0.01%	100%
678	40	1164	46560	0.01%	100%
686	40	1127	45080	0.01%	100%
241	20	1671	33420	0.01%	100%
677	30	1112	33360	0.01%	100%
295	16	2072	33152	0.01%	100%
292	16	2058	32928	0.01%	100%
2701	48	633	30384	0.00%	100%
1043	52	529	27508	0.00%	100%
3530	12	2191	26292	0.00%	100%
2712	48	543	26064	0.00%	100%
4476	8	3252	26016	0.00%	100%
462	42	616	25872	0.00%	100%

GRUPO	DEMANDA	MEDIA COSTO UNITARIO	VALOR DE CONSUMO	%	% ACUMULADO
<b>2707</b>	42	539	22638	0.00%	100%
<b>3125</b>	16	1386	22176	0.00%	100%
<b>3854</b>	6	2881	17286	0.00%	100%
<b>2713</b>	27	552	13248	0.00%	100%
<b>3128</b>	6	2154	12924	0.00%	100%
<b>3839</b>	6	1651	9906	0.00%	100%
<b>51</b>	18	526	9468	0.00%	100%
<b>2708</b>	18	473	8514	0.00%	100%
<b>3523</b>	4	2019	8076	0.00%	100%
<b>460</b>	8	619	4952	0.00%	100%
<b>2003</b>	3	793	2379	0.00%	100%

## ANEXO 2. DEMANDA MENSUAL POR ARTÍCULO:

Categoría A:

Artículo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	μ
68	6799	5750	5483	7356	6098	4737	6108	7731	5948	4273	6262	9973	6377
92	4394	1686	3465	4278	4109	3523	2144	1239	878	255	1322	730	2335
90	5339	1908	2371	2568	1836	1479	2481	2527	3058	1137	2676	1490	2406
7	5123	4678	2906	5311	5268	4369	4699	4826	4808	3285	2353	3343	4247
218	675	130	719	1137	489	1510	606	258	390	57	538	0	542,4
56	5726	4554	5690	4897	3903	2143	3079	2139	3203	3798	4266	6506	4159
212	1157	1551	1372	2279	1078	1326	1707	1100	1542	757	1271	1666	1401
192	375	122	747	1093	1063	1862	848	316	327	342	588	0	640,3
94	2260	874	1177	1115	801	640	888	1575	1480	1046	1721	1204	1232
193	0	100	0	0	0	0	0	90	245	116	0	0	45,92

Categoría B:

Artículo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	μ
93	901	350	1.357	2.161	2.233	1.070	489	226	54	20	840	285	832
176	1.917	1.095	1.773	1.371	792	1.002	1.149	831	1.149	885	1.533	1.383	1.240
124	2.389	445	1.529	1.596	1.812	1.090	1.180	741	225	182	274	246	976
55	671	1.195	1.551	1.300	1.107	732	1.710	1.230	1.148	1.173	1.753	2.595	1.347
95	96	162	368	767	872	345	96	328	140	200	48	0,0	285
5	1.742	2.487	2.685	2.101	1.984	1.545	1.622	2.377	3.565	1.096	1.320	1.254	1.982
177	689	1.134	1.030	1.532	565	576	876	847	1.055	577	402	573	821
96	300	241	532	751	643	516	196	490	35	0	120	0	319
1051	279	408	449	484	160	152	597	180	394	254	96	156	301
72	570	741	903	1.384	475	682	888	963	941	824	725	759	821
5518	0	0	0	0	0	0	769	1.295	1.282	1.625	518	556	504
284	144	95	360	322	205	943	264	60	18	49	30	0	208
191	363	299	451	784	569	665	594	510	388	415	416	313	481
220	564	296	587	150	157	75	273	610	529	907	1.670	1.082	575
282	0	0	0	8	0	24	296	0	309	279	600	192	142

Categoría C:

Artículo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	μ
179	376	431	429	487	473	472	884	1.082	510	628	532	331	553
1055	352	718	302	384	72	176	504	201	333	144	162	304	304
196	201	168	339	472	454	737	343	219	125	163	78	18	276
1048	198	484	485	204	183	154	468	142	226	232	324	408	292
1039	26	839	262	186	214	111	250	186	78	146	360	175	236
1032	275	1.150	494	252	310	310	327	306	322	220	774	368	426
285	81	78	236	343	159	757	73	36	0	0	24	0	149
1040	54	774	166	139	120	126	126	246	134	36	255	192	197
1066	0	661	42	191	141	186	97	24	0	0	16	12	114
87	563	411	310	470	400	120	452	129	630	471	438	502	408
1047	198	496	365	42	138	72	450	62	316	302	34	299	231
262	344	330	498	668	184	165	142	238	198	205	296	48	276
1031	10	1.076	268	240	38	144	186	505	154	138	474	138	281
18	558	388	495	738	420	432	608	204	355	279	156	111	395
1056	53	540	256	70	94	18	444	42	62	146	207	291	185
73	473	463	342	330	219	79	150	232	285	366	100	1.170	351
8014	16	1.265	0	289	388	188	181	125	22	0	12	108	216
1030	278	302	210	365	344	132	282	88	108	288	362	168	244
71	240	90	114	144	267	189	234	186	132	102	369	785	238
83	86	55	225	618	267	126	162	102	96	48	0	15	150
7508	6	32	16	389	233	164	146	0	7	0	0	0	83
8	496	298	156	536	414	150	828	456	496	288	72	646	403
1029	208	194	240	254	428	436	394	258	64	251	324	147	267
2714	436	120	296	240	0	0	42	6	54	150	65	99	126
219	12	0	363	330	234	174	0	16	0	0	66	0	100
113	120	42	186	336	223	86	330	18	190	156	138	94	160
98	180	0	0	0	0	0	0	110	412	326	0	0	86
2715	216	63	120	37	50	12	96	36	28	36	96	114	75
129	164	48	165	435	183	54	63	0	72	0	10	36	103
153	120	150	209	217	102	63	156	148	150	165	190	0	139
1064	144	116	273	0	12	0	0	0	6	99	70	69	66

### ANEXO 3: MEDIA, VARIANZA Y DESVIACIÓN DEL ARTICULO 68 POR SKU.

SKU	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	$\mu$	Varianza	Desviación
680350001	802	644	499	564	713	522	507	880	630	436	620	795	634,33	19293	139
680348001	938	552	401	497	680	552	543	827	668	362	564	670	604,50	27042	165
680346001	695	344	317	411	333	263	247	457	326	246	390	348	364,75	14925	123
680452001	487	361	301	399	309	230	271	346	272	330	353	429	340,67	5248	73
680350006	190	280	161	330	241	182	253	285	166	159	218	288	229,42	3408	59
680350070	207	207	175	282	228	190	268	274	215	144	209	268	222,25	1869	44
680348006	175	264	172	291	237	149	236	276	159	114	195	296	213,67	3719	61
680348070	210	205	136	231	219	167	254	260	233	140	202	282	211,58	2087	46
680350003	167	178	159	248	185	193	254	296	228	147	223	228	208,83	1994	45
680454001	243	177	189	171	147	130	169	172	228	249	194	269	194,83	1860	44
680348003	143	160	142	236	170	149	254	265	216	124	205	219	190,25	2312	49
680350002	168	120	122	187	122	139	221	252	187	119	180	185	166,83	1890	44
680348002	144	136	118	181	150	107	198	233	182	103	143	181	156,33	1548	40
680452006	95	118	121	221	137	104	127	150	101	94	128	192	132,33	1526	40
680346006	75	149	128	195	127	106	78	163	82	91	149	136	123,25	1425	38
680452070	101	101	61	183	138	89	123	127	134	84	101	208	120,83	1737	42
680346070	80	148	138	163	100	91	84	110	120	66	152	139	115,92	1027	33
680452003	74	78	111	151	86	71	132	132	115	104	119	185	113,17	1156	34
680346003	64	78	116	191	104	88	90	161	115	65	130	111	109,42	1428	38
680452002	78	62	97	108	108	63	109	118	99	70	110	136	96,50	545	24
680344001	153	57	108	93	122	74	77	115	78	31	102	36	87,17	1278	36
680454006	48	63	103	98	90	59	84	62	78	59	83	208	86,25	1766	43
680346002	57	86	89	133	69	65	57	130	87	36	114	104	85,58	925	31
680454070	63	66	55	69	68	59	75	76	90	56	76	187	78,33	1270	36
680454003	52	54	70	64	43	50	63	102	114	73	71	174	77,50	1355	37
680556001	60	58	66	90	101	30	49	66	12	85	123	154	74,50	1536	40
680454002	40	42	61	63	48	30	55	83	50	45	68	156	61,75	1082	33
680558001	60	48	24	60	53	25	51	54	36	52	67	134	55,33	795	29
680556003	36	7	21	43	28	6	31	36	6	34	38	143	35,75	1315	37
680556070	22	0	12	39	54	30	31	27	2	18	32	154	35,08	1633	41
680556006	24	5	27	54	46	10	19	15	3	20	21	130	31,17	1195	35
680558006	7	17	36	24	26	12	63	18	17	7	20	124	30,92	1088	33
680558070	16	12	24	30	31	8	33	12	16	6	25	145	29,83	1400	38
680558003	19	5	18	11	19	7	59	18	20	15	28	132	29,25	1238	36
680556002	28	7	15	27	33	10	28	18	0	10	27	137	28,33	1278	36
680558002	19	5	12	44	21	12	30	18	12	15	16	126	27,50	1064	33
680344070	9	39	39	20	25	18	39	17	34	18	30	18	25,50	108	11
680344003	9	39	39	20	25	18	39	17	34	18	30	18	25,50	108	11
680344006	4	3	37	38	28	16	36	38	28	22	32	6	24,00	185	14
680004001	78	20	24	48	24	0	0	18	12	0	0	6	19,17	549	24
680006001	70	14	30	60	0	0	12	6	0	0	0	12	17,00	587	25
680002001	54	12	24	54	6	0	0	18	0	0	0	18	15,50	396	20
680344002	4	9	19	21	20	2	24	14	6	8	32	6	13,75	88	10
680108001	40	12	22	60	0	6	12	0	0	0	0	0	12,67	372	20
680110001	40	6	22	18	6	6	12	0	0	0	0	0	9,17	151	13
680112001	36	6	22	18	0	6	12	0	0	0	0	0	8,33	136	12
680214001	38	12	18	18	0	0	12	0	0	0	0	0	8,17	144	12
680216001	36	12	18	18	0	0	12	0	0	0	0	0	8,00	134	12

ANEXO 4: CÁLCULO DE “Z” EN TABLA DE DISTRIBUCION NORMAL.

***TABLA DE LA DITRIBUCION NORMAL***



$$P[X \leq x_0]$$

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7703	0,7734	0,7764	0,7793	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8364	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9235	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9485	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9762	0,9767
2,0	0,9773	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9865	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9975	0,9975	0,9976	0,9977	0,9978	0,9978	0,9979	0,9980	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

Tabulación:

0,9495	1,64
0,95	X
0,9505	1,65

$$\frac{0,9495 - 0,95}{0,9495 - 0,9505} = \frac{1,64 - x}{1,64 - 1,65}$$

$$x = 1,645$$

**ANEXO 5: CÁLCULO Y RESULTADOS DE INVENTARIOS DE SEGURIDAD Y MÍNIMOS DE LOS SKU EN CATEGORIA A.**

Artículo 68:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviacion (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
680350001	0,33	1	843,66	160,3026201	1,645	264	1108	10
680348001	0,33	1	803,99	190,2872828	1,645	314	1118	10
680346001	0,33	1	485,12	141,8505199	1,645	234	719	6
680452001	0,33	1	453,09	84,18770694	1,645	139	592	5
680350006	0,33	1	305,12	68,04211931	1,645	112	417	4
680350070	0,33	1	295,59	50,74327542	1,645	84	380	4
680348006	0,33	1	284,18	70,34863183	1,645	116	400	4
680348070	0,33	1	281,41	53,04978794	1,645	88	369	4
680350003	0,33	1	277,75	51,89653168	1,645	86	364	4
680454001	0,33	1	259,13	50,74327542	1,645	84	343	3
680348003	0,33	1	253,03	56,50955671	1,645	93	346	3
680350002	0,33	1	221,89	50,74327542	1,645	84	306	3
680348002	0,33	1	207,92	46,13025038	1,645	76	284	3
680452006	0,33	1	176,00	46,13025038	1,645	76	252	3
680346006	0,33	1	163,92	43,82373786	1,645	73	237	2
680452070	0,33	1	160,71	48,4367629	1,645	80	241	3
680346070	0,33	1	154,17	38,05745656	1,645	63	217	2
680452003	0,33	1	150,51	39,21071282	1,645	65	216	2
680346003	0,33	1	145,52	43,82373786	1,645	73	219	2
680452002	0,33	1	128,35	27,67815023	1,645	46	174	2
680344001	0,33	1	115,93	41,51722534	1,645	69	185	2
680454006	0,33	1	114,71	49,59001916	1,645	82	197	2
680346002	0,33	1	113,83	35,75094404	1,645	59	173	2
680454070	0,33	1	104,18	41,51722534	1,645	69	173	2
680454003	0,33	1	103,08	42,6704816	1,645	71	174	2
680556001	0,33	1	99,09	46,13025038	1,645	76	175	2
680454002	0,33	1	82,13	38,05745656	1,645	63	145	2
680558001	0,33	1	73,59	33,44443152	1,645	56	130	2
680556003	0,33	1	47,55	42,6704816	1,645	71	119	1
680556070	0,33	1	46,66	47,28350664	1,645	78	125	2
680556006	0,33	1	41,45	40,36396908	1,645	67	108	1
680558006	0,33	1	41,12	38,05745656	1,645	63	104	1
680558070	0,33	1	39,68	43,82373786	1,645	73	113	1
680558003	0,33	1	38,90	41,51722534	1,645	69	108	1
680556002	0,33	1	37,68	41,51722534	1,645	69	107	1
680558002	0,33	1	36,58	38,05745656	1,645	63	100	1
680344070	0,33	1	33,92	12,68581885	1,645	21	55	1
680344003	0,33	1	33,92	12,68581885	1,645	21	55	1
680344006	0,33	1	31,92	16,14558763	1,645	27	59	1
680004001	0,33	1	25,49	27,67815023	1,645	46	71	1
680006001	0,33	1	22,61	28,83140649	1,645	48	71	1
680002001	0,33	1	20,62	23,06512519	1,645	38	59	1
680344002	0,33	1	18,29	11,53256259	1,645	19	37	1
680108001	0,33	1	16,85	23,06512519	1,645	38	55	1
680110001	0,33	1	12,19	14,99233137	1,645	25	37	1
680112001	0,33	1	11,08	13,83907511	1,645	23	34	1
680214001	0,33	1	10,86	13,83907511	1,645	23	34	1
680216001	0,33	1	10,64	13,83907511	1,645	23	34	1

Artículo 92:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviacion (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
920004001	0,33	1	298	171	1,645	282	580	5
920006001	0,33	1	293	159	1,645	262	555	5
920108001	0,33	1	258	156	1,645	258	516	5
920348001	0,33	1	247	165	1,645	272	519	5
920346001	0,33	1	236	170	1,645	280	516	5
920350001	0,33	1	227	156	1,645	258	485	5
920110001	0,33	1	185	111	1,645	183	368	4
920002001	0,33	1	175	111	1,645	183	358	3
920344001	0,33	1	169	113	1,645	186	355	3
920112001	0,33	1	150	96	1,645	159	309	3
920216001	0,33	1	124	90	1,645	148	272	3
920214001	0,33	1	116	74	1,645	122	238	2
920452001	0,33	1	101	67	1,645	110	211	2
920454001	0,33	1	84	63	1,645	104	188	2
920348010	0,33	1	60	36	1,645	60	120	2
920346010	0,33	1	58	37	1,645	61	119	1
920350010	0,33	1	52	36	1,645	60	112	1
920344010	0,33	1	45	31	1,645	52	97	1
920348070	0,33	1	42	35	1,645	59	101	1
920350070	0,33	1	36	27	1,645	45	81	1
920346070	0,33	1	35	31	1,645	51	86	1
920452010	0,33	1	28	19	1,645	32	60	1
920452070	0,33	1	23	21	1,645	36	59	1
920454010	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
920344070	0,33	1	22	19	1,645	32	54	1
920454070	0,33	1	18	16	1,645	27	45	1

Artículo 90:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
900348001	0,33	1	442	173	1,645	285	727	7
900350001	0,33	1	386	154	1,645	253	639	6
900346001	0,33	1	370	158	1,645	261	631	6
900344001	0,33	1	257	108	1,645	179	436	4
900452001	0,33	1	192	85	1,645	140	332	3
900006001	0,33	1	153	111	1,645	183	336	3
900108001	0,33	1	146	87	1,645	144	290	3
900110001	0,33	1	142	81	1,645	134	276	3
900004001	0,33	1	140	88	1,645	146	286	3
900216001	0,33	1	139	74	1,645	122	261	3
900454001	0,33	1	134	58	1,645	96	230	2
900112001	0,33	1	116	77	1,645	128	244	3
900214001	0,33	1	94	58	1,645	95	189	2
900002001	0,33	1	65	58	1,645	96	161	2
900348010	0,33	1	63	24	1,645	41	104	1
900346010	0,33	1	52	20	1,645	33	85	1
900350010	0,33	1	50	22	1,645	36	86	1
900350070	0,33	1	41	19	1,645	32	73	1
900348070	0,33	1	40	19	1,645	32	72	1
900344010	0,33	1	36	22	1,645	36	72	1
900346070	0,33	1	30	15	1,645	26	56	1
900452010	0,33	1	19	11	1,645	18	37	1
900452070	0,33	1	18	12	1,645	21	39	1
900454010	0,33	1	18	9	1,645	15	33	1
900344070	0,33	1	17	13	1,645	22	39	1
900454070	0,33	1	14	11	1,645	19	33	1
900556001	0,33	1	13	15	1,645	25	38	1
900558001	0,33	1	3	4	1,645	7	10	1
900556010	0,33	1	2	3	1,645	5	7	1
900558010	0,33	1	1	2	1,645	4	5	1
900344020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900346020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900348020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900350020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900452020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900454020	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1
900556070	0,33	1	0	1	1,645	2	2	1

Artículo 7:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
70248001	0,33	1	793	177	1,645	292	1085	10
70246001	0,33	1	742	181	1,645	298	1040	9
70250001	0,33	1	716	145	1,645	240	956	8
70244001	0,33	1	450	139	1,645	230	680	6
70352001	0,33	1	361	114	1,645	189	550	5
70248002	0,33	1	252	93	1,645	154	406	4
70246002	0,33	1	234	97	1,645	160	394	4
70354001	0,33	1	230	69	1,645	114	344	3
70250002	0,33	1	223	67	1,645	111	334	3
70456001	0,33	1	158	50	1,645	82	240	2
70244002	0,33	1	153	64	1,645	105	258	3
70004001	0,33	1	151	53	1,645	88	239	2
70006001	0,33	1	149	48	1,645	79	228	2
70352002	0,33	1	129	38	1,645	64	193	2
70108001	0,33	1	122	42	1,645	70	192	2
70458001	0,33	1	116	39	1,645	65	181	2
70110001	0,33	1	105	46	1,645	77	182	2
70002001	0,33	1	87	53	1,645	87	174	2
70354002	0,33	1	86	32	1,645	53	139	2
70456002	0,33	1	61	26	1,645	44	105	1
70458002	0,33	1	57	22	1,645	37	94	1

Artículo 218:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
2180348001	0,33	1	64	44	1,645	73	137	2
2180346001	0,33	1	58	43	1,645	71	129	2
2180350001	0,33	1	48	39	1,645	65	113	1
2180344001	0,33	1	42	29	1,645	48	90	1
2180348070	0,33	1	38	33	1,645	56	94	1
2180350070	0,33	1	34	30	1,645	50	84	1
2180350010	0,33	1	30	28	1,645	46	76	1
2180348010	0,33	1	28	31	1,645	52	80	1
2180346070	0,33	1	27	23	1,645	38	65	1
2180346010	0,33	1	26	24	1,645	40	66	1
2180108001	0,33	1	20	16	1,645	27	47	1
2180452001	0,33	1	20	20	1,645	33	53	1
2180006001	0,33	1	19	17	1,645	29	48	1
2180452070	0,33	1	17	17	1,645	29	46	1
2180454001	0,33	1	17	17	1,645	29	46	1
2180002001	0,33	1	16	16	1,645	27	43	1
2180344010	0,33	1	15	18	1,645	31	46	1
2180004001	0,33	1	15	16	1,645	27	42	1
2180454070	0,33	1	14	16	1,645	27	41	1
2180452010	0,33	1	14	16	1,645	27	41	1
2180110001	0,33	1	14	16	1,645	27	41	1
2180344070	0,33	1	14	17	1,645	29	43	1
2180108070	0,33	1	12	12	1,645	19	31	1
2180454010	0,33	1	12	16	1,645	27	39	1
2180004070	0,33	1	11	15	1,645	25	36	1
2180006070	0,33	1	11	14	1,645	23	34	1
2180002070	0,33	1	10	10	1,645	18	28	1
2180112001	0,33	1	9	12	1,645	19	28	1
2180110070	0,33	1	8	12	1,645	19	27	1
2180112070	0,33	1	7	9	1,645	16	23	1
2180216001	0,33	1	7	10	1,645	18	25	1
2180216070	0,33	1	5	6	1,645	10	15	1
2180214001	0,33	1	5	7	1,645	12	17	1
2180214070	0,33	1	5	6	1,645	10	15	1

### Artículo 56:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
560274001	0,33	1	369	113	1,645	186	555	5
560273001	0,33	1	343	166	1,645	274	617	6
560275001	0,33	1	264	64	1,645	105	369	4
560274006	0,33	1	212	76	1,645	125	337	3
560274070	0,33	1	207	68	1,645	112	319	3
560273070	0,33	1	179	54	1,645	90	269	3
560273006	0,33	1	177	63	1,645	103	280	3
560275006	0,33	1	174	50	1,645	83	257	3
560275070	0,33	1	170	42	1,645	70	240	2
560274057	0,33	1	146	45	1,645	75	221	2
560274010	0,33	1	146	48	1,645	80	226	2
560272001	0,33	1	138	71	1,645	117	255	3
560275010	0,33	1	137	36	1,645	60	197	2
560273057	0,33	1	130	48	1,645	79	209	2
560275057	0,33	1	123	38	1,645	62	185	2
560273010	0,33	1	113	39	1,645	64	177	2
560004001	0,33	1	76	44	1,645	73	149	2
560106001	0,33	1	71	44	1,645	73	144	2
560108001	0,33	1	59	41	1,645	68	127	2
560112001	0,33	1	57	43	1,645	72	129	2
560272006	0,33	1	56	26	1,645	43	99	1
560110001	0,33	1	55	45	1,645	75	130	2
560272070	0,33	1	43	21	1,645	34	77	1
560002001	0,33	1	41	37	1,645	61	102	1
560272057	0,33	1	39	27	1,645	44	83	1
560106006	0,33	1	38	22	1,645	36	74	1
560004006	0,33	1	37	23	1,645	39	76	1
560272010	0,33	1	37	22	1,645	36	73	1
560106010	0,33	1	37	21	1,645	34	71	1
560004010	0,33	1	37	22	1,645	36	73	1
560108070	0,33	1	36	25	1,645	42	78	1
560004070	0,33	1	35	18	1,645	30	65	1
560114001	0,33	1	35	33	1,645	55	90	1
560108006	0,33	1	34	22	1,645	37	71	1
560116001	0,33	1	33	29	1,645	48	81	1
560110070	0,33	1	32	17	1,645	28	60	1
560106070	0,33	1	31	15	1,645	25	56	1
560106057	0,33	1	29	18	1,645	29	58	1
560110006	0,33	1	29	15	1,645	25	54	1
560108010	0,33	1	28	16	1,645	27	55	1
560112070	0,33	1	27	16	1,645	26	53	1
560114006	0,33	1	27	19	1,645	31	58	1
560110010	0,33	1	27	16	1,645	27	54	1
560112006	0,33	1	27	18	1,645	31	58	1
560004057	0,33	1	26	19	1,645	32	58	1
560114070	0,33	1	24	11	1,645	19	43	1
560110057	0,33	1	23	17	1,645	29	52	1
560112010	0,33	1	23	19	1,645	31	54	1
560108057	0,33	1	22	15	1,645	25	47	1
560116006	0,33	1	22	13	1,645	22	44	1
560114010	0,33	1	21	16	1,645	27	48	1
560114057	0,33	1	20	18	1,645	30	50	1
560112057	0,33	1	20	16	1,645	26	46	1
560002006	0,33	1	19	20	1,645	33	52	1
560002010	0,33	1	18	16	1,645	27	45	1
560002070	0,33	1	17	16	1,645	26	43	1
560116057	0,33	1	17	16	1,645	26	43	1
560116010	0,33	1	15	13	1,645	23	38	1
560116070	0,33	1	15	9	1,645	15	30	1
560002057	0,33	1	12	15	1,645	25	37	1

Artículo 212:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
2120373010	0,33	1	59	17	1,645	28	87	1
2120373070	0,33	1	56	18	1,645	30	86	1
2120373120	0,33	1	50	19	1,645	32	82	1
2120374010	0,33	1	50	15	1,645	25	75	1
2120373164	0,33	1	49	13	1,645	22	71	1
2120373001	0,33	1	48	18	1,645	30	78	1
2120374164	0,33	1	45	16	1,645	26	71	1
2120374070	0,33	1	44	15	1,645	26	70	1
2120374120	0,33	1	43	16	1,645	26	69	1
2120373043	0,33	1	42	15	1,645	26	68	1
2120374001	0,33	1	41	18	1,645	30	71	1
2120373006	0,33	1	40	13	1,645	21	61	1
2120374006	0,33	1	37	12	1,645	20	57	1
2120374043	0,33	1	37	15	1,645	25	62	1
2120375010	0,33	1	35	10	1,645	18	53	1
2120373207	0,33	1	33	15	1,645	26	59	1
2120375164	0,33	1	31	12	1,645	21	52	1
2120374207	0,33	1	28	14	1,645	24	52	1
2120375120	0,33	1	27	12	1,645	21	48	1
2120110010	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110043	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110070	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110120	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110164	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110207	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120104001	0,33	1	27	21	1,645	35	62	1
2120108001	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120104207	0,33	1	27	21	1,645	35	62	1
2120106001	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120106043	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120110001	0,33	1	27	22	1,645	36	63	1
2120106010	0,33	1	26	22	1,645	36	62	1
2120106120	0,33	1	26	22	1,645	36	62	1
2120106207	0,33	1	26	22	1,645	36	62	1
2120108010	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120108043	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120108070	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120108120	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120108164	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120108207	0,33	1	26	22	1,645	38	64	1
2120375070	0,33	1	25	9	1,645	15	40	1
2120110006	0,33	1	25	21	1,645	35	60	1
2120375001	0,33	1	24	13	1,645	22	46	1
2120108006	0,33	1	23	22	1,645	36	59	1
2120372010	0,33	1	23	10	1,645	18	41	1
2120104006	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
2120104010	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
2120104043	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
2120104070	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
2120104120	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
2120104164	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
2120106006	0,33	1	23	21	1,645	35	58	1
2120106070	0,33	1	23	21	1,645	35	58	1
2120106164	0,33	1	23	21	1,645	35	58	1
2120375006	0,33	1	22	11	1,645	19	41	1
2120375043	0,33	1	22	13	1,645	22	44	1
2120214001	0,33	1	21	21	1,645	34	55	1
2120372164	0,33	1	21	13	1,645	22	43	1
2120372001	0,33	1	21	12	1,645	20	41	1
2120372207	0,33	1	21	11	1,645	18	39	1
2120214010	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120214043	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120214070	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120214120	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120214164	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120214207	0,33	1	20	19	1,645	32	52	1
2120212001	0,33	1	20	19	1,645	31	51	1
2120212010	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120212043	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120212070	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120212120	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120212164	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120212207	0,33	1	20	18	1,645	31	51	1
2120216010	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120216043	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120216070	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120216120	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120216164	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120216207	0,33	1	20	15	1,645	25	45	1
2120372006	0,33	1	20	8	1,645	14	34	1
2120216001	0,33	1	19	15	1,645	25	44	1
2120212006	0,33	1	18	18	1,645	30	48	1
2120216006	0,33	1	16	13	1,645	22	38	1
2120375207	0,33	1	16	10	1,645	16	32	1
2120214006	0,33	1	14	16	1,645	27	41	1
2120372043	0,33	1	13	7	1,645	13	26	1
2120218010	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218043	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218070	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218120	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218164	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218207	0,33	1	13	12	1,645	20	33	1
2120218001	0,33	1	12	13	1,645	22	34	1
2120372120	0,33	1	10	8	1,645	13	23	1
2120218006	0,33	1	10	10	1,645	17	27	1
2120372070	0,33	1	10	6	1,645	10	20	1

Artículo 192:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
1920348001	0,33	1	60	31	1,645	51	111	1
1920346001	0,33	1	58	39	1,645	64	122	2
1920348070	0,33	1	50	38	1,645	62	112	1
1920350001	0,33	1	49	33	1,645	55	104	1
1920350070	0,33	1	49	36	1,645	60	109	1
1920350010	0,33	1	36	29	1,645	49	85	1
1920348010	0,33	1	35	30	1,645	51	86	1
1920346070	0,33	1	33	29	1,645	48	81	1
1920344001	0,33	1	32	28	1,645	46	78	1
1920346010	0,33	1	28	28	1,645	47	75	1
1920452070	0,33	1	27	23	1,645	38	65	1
1920452001	0,33	1	24	18	1,645	30	54	1
1920452010	0,33	1	23	19	1,645	32	55	1
1920454070	0,33	1	23	17	1,645	29	52	1
1920454001	0,33	1	21	17	1,645	28	49	1
1920006001	0,33	1	21	22	1,645	36	57	1
1920110001	0,33	1	20	22	1,645	37	57	1
1920004001	0,33	1	19	20	1,645	33	52	1
1920108001	0,33	1	19	20	1,645	33	52	1
1920454010	0,33	1	18	17	1,645	28	46	1
1920344070	0,33	1	17	18	1,645	30	47	1
1920002001	0,33	1	17	18	1,645	31	48	1
1920344010	0,33	1	15	20	1,645	33	48	1
1920004070	0,33	1	15	16	1,645	27	42	1
1920006070	0,33	1	15	16	1,645	27	42	1
1920110070	0,33	1	14	15	1,645	25	39	1
1920112001	0,33	1	14	18	1,645	29	43	1
1920108070	0,33	1	14	15	1,645	25	39	1
1920002070	0,33	1	12	13	1,645	22	34	1
1920112070	0,33	1	9	12	1,645	20	29	1
1920214070	0,33	1	6	8	1,645	14	20	1
1920214001	0,33	1	6	9	1,645	15	21	1
1920216070	0,33	1	6	8	1,645	13	19	1
1920216001	0,33	1	6	8	1,645	13	19	1

Artículo 94:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
940350001	0,33	1	215	81	1,645	133	348	3
940348001	0,33	1	208	82	1,645	136	344	3
940346001	0,33	1	140	47	1,645	78	218	2
940452001	0,33	1	137	44	1,645	73	210	2
940454001	0,33	1	105	44	1,645	73	178	2
940348010	0,33	1	84	29	1,645	47	131	2
940344001	0,33	1	69	28	1,645	47	116	1
940346010	0,33	1	69	26	1,645	43	112	1
940350010	0,33	1	63	25	1,645	41	104	1
940348070	0,33	1	47	17	1,645	28	75	1
940344010	0,33	1	44	20	1,645	34	78	1
940060001	0,33	1	43	35	1,645	59	102	1
940350070	0,33	1	41	15	1,645	26	67	1
940108001	0,33	1	39	28	1,645	47	86	1
940004001	0,33	1	38	28	1,645	47	85	1
940002001	0,33	1	34	29	1,645	48	82	1
940110001	0,33	1	34	21	1,645	35	69	1
940346070	0,33	1	32	14	1,645	23	55	1
940112001	0,33	1	31	19	1,645	32	63	1
940452010	0,33	1	28	15	1,645	24	52	1
940452070	0,33	1	27	11	1,645	19	46	1
940216001	0,33	1	23	13	1,645	23	46	1
940454010	0,33	1	23	12	1,645	21	44	1
940214001	0,33	1	23	14	1,645	24	47	1
940454070	0,33	1	21	10	1,645	17	38	1
940344070	0,33	1	16	9	1,645	16	32	1

Artículo 193:

SKU	Tiempo de entrega (L)	Tiempo entre revisiones (T)	Media (L+T)	Desviación (L+T)	Z	INV SEGURIDAD	INV MINIMO	CAJAS
1930346001	0,33	1	15	24	1,645	40	55	1
1930244001	0,33	1	14	23	1,645	39	53	1
1930348001	0,33	1	13	18	1,645	31	44	1
1930350001	0,33	1	4	6	1,645	10	14	1
1930238001	0,33	1	3	7	1,645	12	15	1
1930242001	0,33	1	3	5	1,645	10	13	1
1930240001	0,33	1	2	4	1,645	8	10	1
1930352001	0,33	1	2	4	1,645	7	9	1
1930354001	0,33	1	2	4	1,645	7	9	1
1930236001	0,33	1	1	3	1,645	6	7	1
1930356001	0,33	1	1	3	1,645	6	7	1
1930358001	0,33	1	1	2	1,645	4	5	1