

308917 <sup>13</sup> 2eje.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMPRAS E  
INVENTARIOS A TRAVES DE LA SIMULACION DE  
UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A  
ARTURO GALLEGOS GARCIA DE LEON

DIRECTOR: ING. EDUARDO DE LA VEGA SEGURA

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A MIS PADRES: POR EL RESPALDO  
INCONDICIONAL CON EL QUE SIEMPRE  
ME HAN APOYADO.**

**A MI FAMILIA: POR SER EJEMPLO DE  
SUPERACION, FUENTE DE CARIÑO Y  
CONFIANZA.**

**GRACIAS TIAS.**

**A GABY: POR QUE ESTE LOGRO ES DE  
AMBOS.**

**A LA UNIVERSIDAD PANAMERICANA POR  
LA PREPARACION ACADEMICA Y MORAL.**

**AL ING. EDUARDO DE LA VEGA POR SU  
PACIENCIA.**

**A LOS PROFESORES: POR LA EXIGENCIA  
CON LA QUE ME PREPARARON.**

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS: POR LA  
INDISPENSABLE COMPAÑIA.**

**Y SOBRE TODO .... GRACIAS A TI DIOS  
MIO.**

## INDICE

	Página
<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1 .-DESCRIPCION DE LA OPERACION DE LA EMPRESA</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y POLITICAS ACTUALES DE LA EMPRESA	3
1.2 LOS PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR LA EMPRESA	7
1.3 ESTUDIO DEL SISTEMA ACTUAL DE COMPRAS E INVENTARIOS	12
1.4 DISTRIBUCIONES DE VENTA DE LOS PRODUCTOS	16
1.5 SOLUCION ESTRATEGICA	17
<b>1.5.1</b> Análisis estructural de los sectores industriales	17
<b>1.5.2</b> Estrategias competitivas genéricas	29
<b>1.5.3</b> Estructura de las decisiones de empresa	32
<b>1.5.4</b> Estrategia de compras e inventarios	33

<b>CAPITULO 2 .-HERRAMIENTAS TEORICAS PARA ELEVAR LA EFICIENCIA DE LOS INVENTARIOS</b>	<b>35</b>
<b>2.1 INGENIERIA EN SISTEMAS, CONCEPTOS</b>	<b>35</b>
<b>2.2 CLASIFICACION ABC</b>	<b>40</b>
<b>2.3 CONCEPTO DE INVENTARIOS Y COSTOS</b>	<b>45</b>
<b>2.4 SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS</b>	<b>50</b>
<b>2.5 MODELO E.O.Q. ( Cantidad Economica de Pedido )</b>	<b>57</b>
<b>2.6 PRONOSTICOS DE LA DEMANDA</b>	<b>63</b>
<b>2.7 SIMULACION</b>	<b>68</b>
<b>CAPITULO 3 .- MODELO DE SIMULACION</b>	<b>79</b>
<b>3.1 SISTEMA PROPUESTO DE COMPRAS E INVENTARIOS</b>	<b>79</b>
<b>3.2 SIMULACION DEL SISTEMA DE COMPRAS E INVENTARIOS EN COLISE</b>	<b>83</b>

<b>3.3 FORMULACION DEL MODELO</b>	<b>85</b>
<b>3.3.1 Objetivos del sistema</b>	<b>85</b>
<b>3.3.2 Variables del sistema y colección de datos</b>	<b>86</b>
<b>3.3.3 Implementación del modelo en computadora</b>	<b>88</b>
<b>3.3.4 Validación del Sistema</b>	<b>101</b>
<b>3.3.5 Experimentación ( corridas )</b>	<b>101</b>
<b>3.3.6 Interpretación</b>	<b>111</b>
<b>3.3.7 Documentación</b>	<b>115</b>
<b>CAPITULO 4 .- ANALISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>116</b>
<b>4.1 OBJETIVOS DE EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>116</b>
<b>4.2 SENSIBILIDAD A LA VARIACION DE LA DEMANDA</b>	<b>116</b>
<b>4.3 SENSIBILIDAD A LA VARIACION DE LA TASA DE INTERES</b>	<b>119</b>
<b>4.4 SENSIBILIDAD A LA VARIACION DE LA ROI</b>	<b>121</b>
<b>4.5 OBSERVACIONES A EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>123</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>124</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>154</b>

## INTRODUCCION

Existe actualmente la necesidad de las empresas mexicanas de ser más competitivas para poder mantenerse en mercados en los que anteriormente era fácil competir sin tener realmente una operación óptima dentro de las mismas.

Esto es consecuencia de que los mercados cada vez son más competitivos. Los mercados cada vez son más reducidos y los competidores son cada vez más y mejores.

Para poder mantenerse compitiendo en estos mercados se debe de seguir una estrategia explícita en la empresa, para así poder definir los objetivos de la misma.

Dentro de los objetivos de la empresa que se analizará se encuentra el de optimizar la operación de la empresa, esto se realizará en base a modelos de control de inventarios así como datos de planeación como son la distribución normal y la clasificación ABC, organizando estos conceptos en un sistema propuesto.

Para determinar los datos de planeación de cada producto se realizará un modelo de simulación por computadora el cual determinará cuáles son los parámetros óptimos de operación de el sistema.

Esta simulación ayudará a adquirir la experiencia en la operación de la empresa convirtiéndose en una poderosa herramienta de decisión para el personal encargado.

En esta simulación se demostrará que la solución óptima se obtiene con parámetros distintos para cada producto.

Gracias a esta experiencia acelerada se pueden obtener soluciones con mayor precisión y rapidez que si se realizará por medio de la experiencia o la intuición.

Es importante que en México se use esta tecnología para incrementar la competitividad de las empresas, debido a el nivel de competencia actual en el mercado.

Esto se expondrá en cuatro capítulos en el primero se dedicará a la descripción de la empresa y su estrategia actual así como la estrategia propuesta para optimizar la operación de la misma.

En el segundo capítulo se exponen teóricamente modelos de inventarios y costos, así como la distribución normal y el E.O.Q. también se describe la clasificación ABC y los fundamentos teóricos de la simulación.

En el tercer capítulo se describe el sistema propuesto y el modelo de simulación y sus resultados. En el cuarto capítulo se hace un análisis de sensibilidad al modelo de simulación, y posteriormente se presentan las conclusiones globales.

## **CAPITULO 1**

### **1.-DESCRIPCION DE LA OPERACION DE LA EMPRESA.**

Este capítulo se dedica a la descripción de la empresa, con el objeto de que se pueda comprender posteriormente el desarrollo de el proyecto en forma global.

#### **1.1 ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y POLITICAS ACTUALES DE LA EMPRESA.**

COLISE S.A. se dedica actualmente a la comercialización de artículos de seguridad y limpieza industrial, colocándose hoy en día como la más importante comercializadora en su ramo, debido a que su volumen de compra es muy alto, por lo que sus precios son muy competitivos.

COLISE comienza sus operaciones en 1988 siendo una empresa esencialmente familiar, tanto en el capital que la integra como en el personal que la opera.

En un principio la operación comercial de COLISE se enfocaba a pequeñas empresas, sin embargo en el año de 1989 se consigue un contrato de venta para una importante armadora automotriz en Toluca, este contrato constituía un volumen muy alto de productos, gracias a esto se consigue ser distribuidor de

una de las más grandes empresas fabricantes artículos de seguridad y limpieza industrial; esta distribución abarca tanto el importar productos de la rama internacional de esta empresa, como comprarlos con el representante nacional de esta firma a precios de distribuidor.

Los objetivos actuales de COLISE son el incrementar el ingreso; este ha sido el objetivo desde la fundación de la empresa, y es el objetivo implícito en cualquier empresa .

Hasta ahora COLISE ha crecido de forma desordenada evidenciando la falta de un plan estratégico, esto se debe a la rapidez de el crecimiento de la compañía.

Dado el rápido crecimiento de COLISE la mayoría de las políticas presentadas a continuación, no han sido planeadas, sino han sido reacciones de la dirección comercial hacia las circunstancias que se le presentan.

Las políticas de una empresa son el medio por el cual se pretende alcanzar los objetivos planteados por la misma.

En cuanto a mercado la política de ventas de COLISE hasta este momento ha estado basada principalmente en la calidad de los productos que ofrece, dado que es cliente de las principales compañías productoras en el ramo de seguridad industrial y limpieza.

La calidad de los productos que se ofrecen permite tener una política de diferenciación de producto en la que el precio de los productos es alto con respecto a la competencia , pero es política de la compañía ofrecer calidad sacrificando el precio, esta situación obliga a COLISE a ofrecer ventajas adicionales a sus clientes , como lo es el servicio.

En el ramo de seguridad industrial las ventas de la empresa se han dirigido hacia fábricas que se preocupan por la seguridad de su personal, haciendo de la venta un servicio de seguridad industrial dado que está complementado con cursos al personal acerca de como usar los equipos, como por ejemplo: cursos de contaminantes y las mascarillas a utilizarse.

Se ha seguido intuitivamente el modelo de diversificación horizontal, ya que se ofrece al cliente una gama muy amplia de productos, la mayoría encaminados a la seguridad industrial y a la limpieza. Se manejan también líneas como adhesivos y cintas, pero como auxiliares.

Existe también otra línea que es el papel, éste se vende a imprentas rápidas, esta línea difícilmente se puede considerar dentro de la diversificación horizontal. Esto es consecuencia de un crecimiento desordenado y a la falta de un plan estratégico.

A continuación se define el concepto de estrategia de acuerdo a Andrews, que la define como " el patrón de los principales objetivos, propósitos o metas y las políticas y planes esenciales para conseguir dichas metas, establecidas de tal manera que definen en que negocio la empresa está o quiere estar y la clase de empresa que es o quiere ser " (1).

Por otra parte una definición mas certera es " El emprender acciones ofensivas o defensivas para crear un posición defendible en un sector industrial ".(2)

En cuanto a administración la política de COLISE ha sido el comprar grandes volúmenes a empresas productoras para conseguir los mejores descuentos por volumen que ofrezcan.

Esta estrategia ha logrado hasta ahora convertir a COLISE en la empresa más importante de su ramo, por lo tanto podemos decir que ha sido una estrategia exitosa; esto puede deberse a la visión de la dirección comercial en cuanto al producto que se esta comprando y a que mercados se va a dirigir.

---

(1).- **ANDREWS, R. Keneth**, El Concepto de la Estrategia de la Empresa, Pamplona, EUNSA, 1977, p. 59.

(2).- **PORTER, Michael E.**, Estrategia Competitiva: Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y la Competencia, CECSA, México, 1982. p.43.

Esta manera de dirigir la empresa conlleva riesgos muy importantes como la obsolescencia del inventario si es que el producto no se logra vender al ritmo deseado, o si es que existe un cambio en el mercado del mismo, actualmente no se calcula el impacto de la inversión en inventarios ni el tiempo de la recuperación en dinero, esto ocasiona que exista incertidumbre en cuanto a la liquidez de la empresa a futuro.

Dentro de los objetivos de las empresa hasta ahora no se ha incluido la optimización de las operaciones de la empresa, se busca no obstante aumentar la utilidad, encontrándose aquí un punto débil de la empresa.

## **1.2 LOS PRODUCTOS COMERCIALIZADOS POR LA EMPRESA.**

Para tratar de ser mas claros se muestra a continuacion un diagrama con las principales líneas de productos en la figura 1, estas líneas se describen a continuación.

Las principales líneas que se venden:

**Mascarillas.-** La mascarilla es un artículo que sirve para proteger las vías respiratorias en contra de los contaminantes ambientales, estos contaminantes se pueden dividir en: polvos, neblinas, gases y humos. Existen dispositivos especiales para protegerse de los contaminantes antes mencionados; estos dispositivos pueden ser desechables o mascarillas permanentes con cartuchos desechables.

FAMILIA	LINEA	PRODUCTO	DESCRIPCION
<b>LIMPIEZA</b>	FIBRAS	VERDE AZUL NEGRA AMARILLA	FIBRA PARA LIMPIEZA DE USO GENERAL FIBRA PARA LIMPIEZA DE USO MEDIO FIBRA PARA LIMPIEZA DE USO PESADO FIBRA PARA LIMPIEZA DE LARGA DURACION
	SUJETADOR DE FIBRA  DISCOS PARA MAQUINA PULIDORA	VERDE GDE. VERDE CH. NEGRO GDE. NEGRO CH.	SUJETADOR PARA FIBRA DE LIMPIEZA  PARA LIMPIEZA GENERAL DIAMETRO AMPLIO PARA LIMPIEZA GENERAL DIAMETRO REDUCIDO PARA PULIDO DIAMETRO AMPLIO PARA PULIDO DIAMETRO REDUCIDO
<b>SEGURIDAD</b>	MASCARILLAS DESECHABLES	POLVOS GASES VAPORES HUMOS GENERAL	MASCARILLA DESECHABLE PARA POLVOS MASCARILLA DESECHABLE PARA GASES MASCARILLA DESECHABLE PARA VAPORES MASCARILLA DESECHABLE PARA HUMOS MASCARILLA DESECHABLE PARA USO GENERAL
	CARTUCHOS	POLVOS GASES VAPORES HUMOS GENERAL	CARTUCHOS DESECHABLES PARA POLVOS CARTUCHOS DESECHABLES PARA GASES CARTUCHOS DESECHABLES PARA VAPORES CARTUCHOS DESECHABLES PARA HUMOS CARTUCHOS DESECHABLES PARA USO GENERAL
	MASCARILLAS	MEDIA CARA CARA COMPLETA	MASCARILLA PARA CARTUCHOS DESECHABLES DE MEDIA CARA MASCARILLA PARA CARTUCHOS DESECHABLES DE CARA COMPLETA

FIGURA 1 : DESCRIPCION DE PRODUCTOS

FAMILIA	LÍNEA	PRODUCTO	DESCRIPCION
CINTAS	OFICINA	TRANSPARENTE OPACA	CINTA EMPULPABLE EN DIFERENTES MEDIDAS (DIUREX) CINTA OPACA EN DIFERENTES MEDIDAS (MASKING TAPE)
	EMPAQUE	TRANSPARENTE OPACA	CINTA DE NEOPRENO DE DIFERENTES MEDIDAS CINTA DE NEOPRENO OPACO DE DIFERENTES MEDIDAS
ZAPATO DE SEGURIDAD		CHOCLO BOTA CHOCLO Y CASQUILLO BOTA Y CASQUILLO	ZAPATO DE SEGURIDAD CON SUELA ESPECIALIZADA BOTA DE SEGURIDAD CON SUELA ESPECIALIZADA ZAPATO DE SEGURIDAD CON SUELA ESPECIALIZADA Y CASQUILLO BOTA DE SEGURIDAD CON SUELA ESPECIALIZADA Y CASQUILLO
PAPEL AUTOCOPIANTE	PRECORTADO	PRECORTADO	DE ORIGINAL Y 1,2,3 O 4 COPIAS
	EXTENDIDO	EXTENDIDO	DE ORIGINAL Y 1,2,3 O 4 COPIAS
JABON	POLVO	10KG 5KG 1KG .5 KG	BOLSA DE JABON EN POLVO DE 10KG. BOLSA DE JABON EN POLVO DE 5KG. BOLSA DE JABON EN POLVO DE 1KG. BOLSA DE JABON EN POLVO DE .5KG.
	TOCADOR	TOCADOR	JABON DE TOCADOR
GUANTE		ROJO NEGRO VINILEX	GUANTE DE HULE DE USO GENERAL GUANTE DE HULE PARA USO PESADO GUANTE DE HULE CONTRA ACIDOS

FIGURA 1 : DESCRIPCION DE PRODUCTOS

**Implementos de Limpieza.-** Los implementos de limpieza que se venden son principalmente fibras para limpieza, siendo la más común la fibra verde en presentación individual. Las fibras se dividen de acuerdo a su uso, pueden ser de uso general, uso pesado o pulidoras.

También entran dentro de esta línea los discos pulidores para piso con divisiones de uso general, pulidores y trabajo pesado.

Se ofrecen también accesorios que sirven de herramienta para el funcionamiento de los artículos antes mencionados.

**Zapato Industrial.-** En lo que respecta al zapato industrial se ofrecen seis modelos distintos variando desde la bota hasta el chocco, los hay con casquillo y sin casquillo, así como también con diferentes tipos de suela por ejemplo de PVC o suela normal.

**Cintas Industriales.-** Se ofrecen cintas de empaque de la mejor calidad en presentación transparente o color canela, también existe cinta para oficina opaca o transparente de gran variedad de tamaños, así como distintos adhesivos. Existe también una división de cintas especializadas que van desde las cintas impresas con el nombre de la compañía hasta cintas VHB (Alto nivel de adherencia).

Vende también dispensadores de cintas para cualquier tipo de uso.

**Adhesivos.-** Se ofrecen también tres líneas de adhesivos: los adhesivos en aerosol de uso general, los adhesivos en caliente para usos particulares como pueden ser madera, plástico, PVC y los adhesivos epóxicos especializados. La tecnología de estos adhesivos es lo más moderno y su precio comparado con la competencia es bastante alto.

Cuenta también con pistolas aplicadoras y toda clase de implementos para estos adhesivos.

**Papel Autocopiante.-** Este tipo de papel es una línea de nueva introducción, consta de hojas de papel que a simple vista parecen hojas normales sin embargo al unir las y escribir sobre ellas se forma un juego de original y copia sin necesidad de utilizarse papel carbón. Esta tecnología consta de saturar el papel de encapsulados químicos que al hacer presión se combinan y forman la copia.

Se vende pre-cortado que es en hoja carta u oficio o extendido que es en un pliego de 1 mts. por 1.20 mts., también puede venderse en juegos de cuatro tantos de original y copia.

El principal mercado de este producto son las imprentas rápidas.

**Jabón.-** Este producto se vende en polvo como complemento a los productos de limpieza, su presentación puede ser en bolsas de diez, cinco, de un kilo o de medio kilo.

**Guante Industrial.**- El principal producto es el guante rojo, que va muy ligado con los productos de limpieza, también se ofrecen otros tipos de guantes como es el Vinilex o el guante negro contra ácidos, de diferentes largos y medidas.

Se agrupan los productos por familia dadas las similitudes entre los mercados de cada uno, esto facilita el tener orden, control y comodidad en el manejo de las operaciones de la empresa.

En el anexo 2 se muestran los productos agrupados por familias tomando en cuenta su promedio de venta, su precio y su desviación estándar.

### **1.3 ESTUDIO DEL SISTEMA ACTUAL DE COMPRAS E INVENTARIOS.**

Anteriormente mencionamos que la empresa no incluye dentro de sus objetivos la optimización de sus operaciones, trataremos de analizar en esta sección la forma actual de los inventarios para poder así detectar sus debilidades.

Actualmente no existe ningún método determinado para realizar las compras de artículos ya que dada la estrategia de COLISE, S.A. primero se compra y posteriormente se vende, por lo que se está más preocupado por vender lo que hay en existencia que por saber cuándo se volverá a comprar; las compras están centralizadas en la Dirección General, ya que es la que toma las decisiones y sabe que es lo que se puede vender.

Debido a crecimiento tan acelerado de la empresa, esta centralización y la falta de un sistema de compras, les ha llevado a perder ventas en algunos productos

importantes bajando con esto el nivel de servicio que debe ofrecer perdiendo así una ventaja competitiva real, también este manejo ha llevado a mantener inventarios obsoletos de algunos otros productos, esto denota una mala operación de las compras e inventarios .

El sistema de compras se reduce a que el director revisa las existencias y de acuerdo a su criterio, experiencia y quizá hasta su estado de ánimo, mande a un auxiliar a que llame al proveedor y levante una orden de compra que probablemente sea dada de alta en el sistema hasta que llegue la mercancía presentándose así un sistema primitivo sin estrategia que en sí mismo contradice los objetivos actuales de la empresa.

En cuanto al inventario, físicamente se tiene controlado por un red de computadoras con un paquete comercial; este paquete ofrece herramientas como un reporte de inventario mínimo que actualmente no se usa, lo único que se requiere es el valor de los productos en inventario y el control de existencias.

Con respecto al control de almacén se lleva a cabo con una ficha de entradas y salidas por producto, pero no existe nada de relacionado a un inventario mínimo, o acerca del cuándo o cuánto pedir.

En la figura 2 se muestra un diagrama de el sistema actual de compras e inventarios.

A continuación definiremos el concepto de cobertura, indicador que nos servira para analizar el el sistema actual.

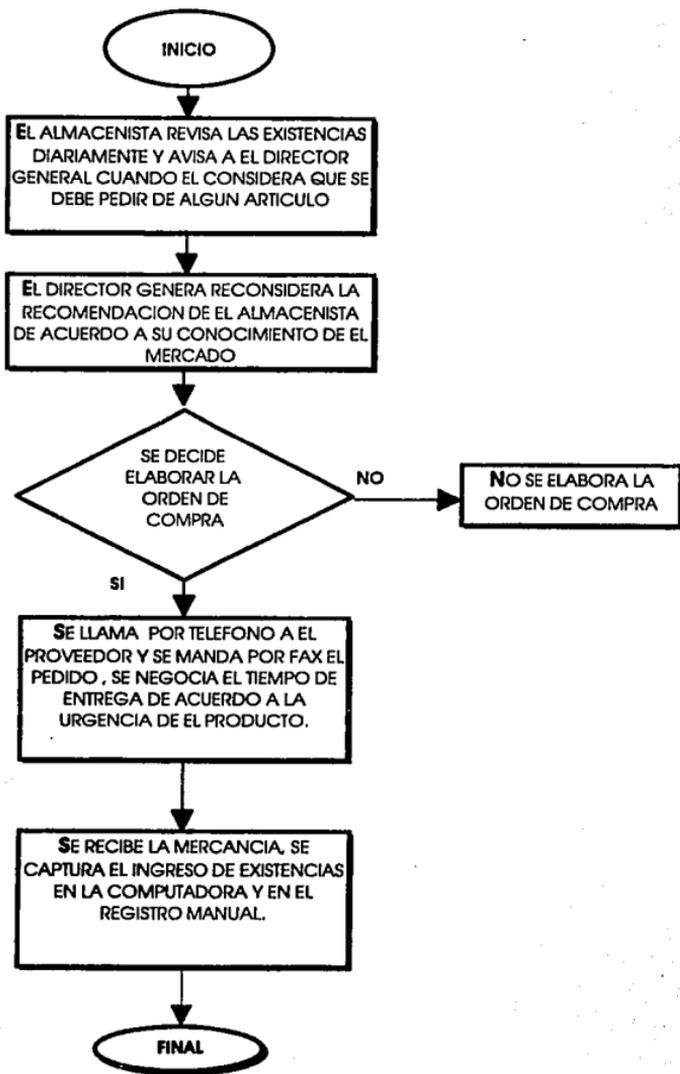


FIGURA 2 : SISTEMA ACTUAL DE COMPRAS E INVENTARIOS

Cobertura es el período de tiempo para el cual las existencias de un producto alcanzarían para surtir la demanda sin quedarse sin existencias, con el nivel de consumo actual.

La utilidad de el concepto de cobertura es que sirve para planear cuánto tener en inventario, si existe poco producto, resulta una cobertura baja, por lo tanto, se tendrá que pedir en períodos de tiempo más cortos. Este concepto se resume en el siguiente ejemplo práctico.

" Si yo vendo en promedio 100 fibras verdes diarias y tengo en el almacén 5000, la cobertura será entonces para cuánto tiempo me alcanza mi inventario actual de 5000 con el consumo promedio de 100 fibras? y esto es para 50 días."

**inventario inicial = 5000**

**consumo diario = 100**

$$\text{cobertura} = \frac{\text{inventario inicial } 5000 \text{ pzas}}{\text{consumo diario } 100 \text{ pzas/día}} = 50 \text{ días}$$

Este es un indicador de inventarios que es inverso a la rotación, y es muy útil para conocer cuánto tiempo durarán las existencias en almacén.

Como dato de planeación es muy importante en combinación con la clasificación de artículos según su venta.

Para conocer la situación actual de inventarios de COLISE se tomarán las coberturas globales de los productos más importantes de las cuales se obtuvo como un promedio mensual de las mismas.

En el anexo 1 se muestra un estudio aleatorio, en el nos podemos dar cuenta que en la mayoría de los productos se maneja un inventario de varios meses en inventario , esto representa que se esta manteniendo un alto nivel de inventario ya sea para productos de alta o baja venta, esta situación se presenta debido a la política de COLISE de realizar sus compras, con poco orden y sólo manteniendo la experiencia como guía al realizar las compras.

Para cuantificar la oportunidad de mejora, se deberá considerar que en los productos de mas alta venta la cobertura deberá ser aproximada al tiempo de entrega para así minimizar al máximo el costo de mantener inventario, con respecto a esta última conclusión, ésta se respalda en el concepto de EOQ al cual se dedica una sección mas adelante.

Más adelante en el capítulo 2 explicaremos por qué se puede ponderar el impacto de el control de los inventarios dándole más importancia a los productos de alta venta.

#### **1.4 DISTRIBUCIONES DE VENTA DE LOS PRODUCTOS.**

Para poder anticipar las ventas de un producto es imprescindible utilizar algún tipo de pronóstico, para esto existen algunos modelos estadísticos que se pueden adecuar al comportamiento que ha tenido un determinado producto.

La distribución estadística que mejor se apega a la demanda de producto en COLISE es la distribución normal, esto se demuestra en la figura 3.

La distribución normal se explica más detalladamente en el capítulo 2, donde se muestra una gráfica del mismo.

Para poder utilizar la distribución normal es necesario obtener el promedio de cada producto y su desviación estándar, éstas se pueden observar en el anexo 3.

## **1.5 SOLUCION ESTRATEGICA.**

Por lo descrito en las secciones anteriores se concluye que debido a la falta de planeación estratégica existen deficiencias en el manejo administrativo de COLISE debiéndose considerar las ventajas de seguir un plan estratégico.

A continuación se presenta el plan estratégico hecho para COLISE.

### **1.5.1 Análisis estructural de los sectores industriales.**

Es necesario conocer el sector industrial de cada una de las familias de productos, para poder tener una base para elaborar un plan estratégico.

A continuación se describe la importancia de el análisis de un sector industrial así como de cada uno de sus factores.

### PRUEBA DE AJUSTE DE DEMANDA

DESVIACION 73,041  
 PROMEDIO 453,102

FACTOR DE SEGURIDAD

MES	RANGO DE DEMANDA	HASTA	1	2	3
			380,061	307,020	233,979
ENE	546,554		526,144	599,185	672,226
FEB	473,429		1	1	1
MAR	407,241		1	1	1
ABR	446,165		1	1	1
MAY	383,781		1	1	1
JUN	452,559		1	1	1
JUL	476,391		1	1	1
AGO	485,120		1	1	1
SEP	488,696		1	1	1
OCT	376,077			1	1
NOV	580,612			1	1
DIC	320,605			1	1

OBSERVACIONES ACERTADAS  
 % DE CERTEZA

6	12	12
67%	100%	100%

FIGURA 3: PRUEBA DE AJUSTE DE DEMANDA A DISTRIBUCION NORMAL

" La esencia de la formulación de una estrategia competitiva consiste en relacionar a una empresa con su medio ambiente ". (3)

Aunque, el entorno de una empresa es muy amplio y le competen fuerzas sociales y económicas. la parte importante a estudiar es realmente, el sector industrial en el cual compete, este sector influye en las posibilidades estratégicas de la empresa. Es importante señalar que existen fuerzas externas al sector industrial, pero éstas generalmente afectan a todas las empresas del sector, por lo que la empresa que mejor se enfrente a ellas será la que tenga ventajas competitivas.

Un sector industrial se define, desde un punto de vista operante " Como el grupo de empresas que elaboran productos que son sustitutos cercanos entre sí ". (4)

Las fuerzas que se presentan en un sector industrial van mas allá del los competidores, la competencia en un sector depende básicamente de 5 fuerzas competitivas básicas; estas fuerzas se muestran en la figura 4.

---

(3).- Ibidem. p. 23.

(4).- Ibidem. p. 24.

**Compradores.-** El comprador generalmente tiene varias opciones de proveedores para un producto, y es una práctica normal por parte de él, tratar de conseguir el descuento máximo y tomar la opción más económica, es responsabilidad del vendedor mostrar las ventajas que los productos de limpieza de ofrece COLISE con respecto a los demás en cuanto a su calidad.

## **II.- Seguridad industrial.**

**Competidores potenciales.-** En cuanto a competidores potenciales no existe una competencia real a COLISE, ya que la ingeniería ambiental no ha tenido un desarrollo que se pueda considerar competitivo en los últimos años.

**Productos sustitutos.-** La línea de seguridad que se ofrece con mayor demanda para COLISE es la de mascarillas, o protectores para las vías respiratorias. El producto que principalmente se usa actualmente con este fin en la industria son los tapabocas hechos de gása, que son más baratos, pero que la protección que ofrecen es mínima.

**Competencia en el sector .-**Este sector está actualmente ocupado por los tapabocas de gasa, hay mascarillas fabricadas por otra compañía en el mercado, pero son de muy baja calidad, COLISE ofrece la más alta calidad en protectores respiratorios y la asistencia técnica necesaria para determinar cuál es la mascarilla que se debe utilizar.

**Proveedores.-** Se manejan las mismas condiciones que para los productos de limpieza.



**Figura 4: Fuerzas competitivas.**

Estas cinco fuerzas competitivas de las que hemos hablado " determinan la intensidad competitiva así como la rentabilidad del sector industrial, y la fuerza o fuerzas más poderosas son las que gobiernan ". (5)

COLISE compete actualmente en diversos sectores industriales, se planea para remediar esto dividir las empresas en unidades estratégicas de negocio, con personal especializado para atender a cada unidad y con objetivos de venta distintos.

---

(5).- Ibidem. p. 26.

Se requiere un análisis para cada sector industrial en el que participa COLISE para tener, como ya se ha dicho, bases para determinar un plan estratégico.

#### **I.- Productos de limpieza.**

Competidores potenciales.- Para la limpieza, el producto más importante en cuanto a monto de venta es la fibra verde, para este producto existen competidores potenciales como los son las tiendas de auto servicio, éstas se mantienen como potenciales ya que el mercado hacia el cual la empresa está orientada es hacia la industria, y la tienda de autoservicio esta enfocada a atacar clientes al detalle.

Productos sustitutos.- Como productos sustitutos para limpieza podemos considerar a las empresas que ofrecen servicios de limpieza.

Competencia en el sector.- En cuanto a la competencia en el sector, para los productos de limpieza existen productos con características semejantes a los que ofrece la empresa pero a menor precio. COLISE compite en el sector con productos de alta calidad.

Proveedores.- En cuanto al proveedor de productos de limpieza se ha mantenido una relación excelente con él, ya que COLISE representa un porcentaje considerable de la venta del mismo. Se mantiene permanentemente un nivel de descuento por el volumen que se compra.

**Compradores.-** los compradores tienen la opción de comprar productos más baratos, pero este ahorro es en perjuicio de la salud de los trabajadores de la empresa. El vendedor debe de hacer conciencia en el comprador de este hecho.

### **III.- Zapato industrial.**

**Competidores potenciales.-** No existen competidores potenciales que amenacen el mercado actualmente.

**Productos sustitutos.-** Para el zapato industrial, en general , no existen sustitutos en el mercado ya que tiene algunas características especiales con respecto al zapato normal.

**Competencia en el sector.-** El sector industrial del zapato es muy competido. Existen por lo menos seis marcas de zapatos en el mercado, la que COLISE vende es una de las de más calidad por el tipo de casquillo que tiene el zapato, esto es una ventaja en cuanto a la calidad de los competidores, pero en cuanto a el promedio de precios en el mercado el zapato que se ofrece es más caro.

**Proveedores.-** Para el proveedor de zapato Colise es su principal distribuidor, pero este proveedor es fabricante y comercializa su producto por sus propios medios, se corre el riesgo de que su fuerza de venta crezca hasta el punto en que no les sea rentable tener distribuidores.

**Compradores.-** Para el proveedor muchas veces no importa la calidad del zapato sino el precio, por lo tanto se debe convencer a el comprador de que la calidad del zapato representa seguridad para el trabajador.

#### **IV.- Cintas industriales.**

Competidores potenciales.- Para la familia de cintas industriales existe una gama de productos muy amplia, pero los productos más vendidos son la cinta adhesiva transparente y las cintas de empaque, competidores potenciales son las ferreterías y algunas tiendas de autoservicio, pero como estas tiendas venden al detalle, sus precios son altos en comparación con los que COLISE ofrece, es difícil que presenten una competencia real, sobre todo para el mercado principal de este producto que es la industria.

Productos sustitutos.- No existen productos sustitutos de importancia para las cintas de empaque.

Competencia en el sector.- La competencia en el sector es muy similar a la de el zapato industrial, existen dos marcas de cintas que son competencia a la que representa COLISE pero que son de baja calidad en cuanto a el adhesivo de las cintas, con respecto a las cintas que vende COLISE.

Proveedores.- El proveedor de cintas es el mismo que el de limpieza y seguridad, por lo que las condiciones de negociación son parecidas, aunque este mercado está menos desarrollado por COLISE que los antes mencionados.

Compradores.- Los compradores en cuanto a cinta son más conscientes de la necesidad de la calidad en el adhesivo de la cinta.

## **V.- Adhesivos.**

**Competidores potenciales.-** En cuanto a adhesivos especializados, no existe algún competidor que sea lo suficientemente grande como para resultar una competencia real.

**Productos sustitutos.-** Desde el punto de vista de que un adhesivo sirve para unir las partes de algo, pueden existir muchos productos sustitutos dependiendo del caso en el que se quiera usar el adhesivo.

**Competencia en el sector.-** En general se compete con adhesivos muy baratos y de baja calidad. La línea de adhesivos que vende COLISE es de alta tecnología, y de un precio muy alto, por lo que se vende únicamente a clientes que tienen requerimientos especializados.

**Proveedores.-** Con el proveedor de la línea de adhesivos se maneja una cuota mínima anual, Si la compra anual de COLISE disminuye de esta cuota el precio de los mismos aumentará. Dadas las condiciones de competencia en el sector antes mencionadas la venta de esta línea es muy pequeña, por lo que es indispensable aumentar la cantidad de clientes en el sector, y retener a los que se tienen, para poder mantener el precio.

**Compradores.-** La venta de este producto requiere conocimientos especializados de las características de los adhesivos que se ofrecen ya que el comprador tiene por lo general una necesidad específica, y de acuerdo a la solución que le ofrezca el vendedor a su problema se realizará la venta o no.

## **VI.- Papel autocopiante.**

**Competidores potenciales.-** El papel autocopiante que vende COLISE es de importación, aunque la que lo importa es la filial nacional de la empresa que lo produce. Los competidores potenciales son las compañías que importan productos de características similares a el que vende COLISE.

**Productos sustitutos.-** El producto sustituto del papel autocopiante es el papel carbón que tiene el mismo uso, El papel carbón es actualmente más usado que el autocopiante, siendo éste último un nuevo producto que está desplazando al de carbón.

**Competencia en el sector.-** El principal mercado del papel autocopiante son las imprentas rápidas, en donde se imprimen formas con hasta cuatro copias. COLISE es actualmente distribuidor de papel auto copiante de las dos principales cadenas de imprentas rápidas. Existe otra marca internacional de papel autocopiante de calidad similar a la que ofrece COLISE, que está tratando de introducir su producto en el mercado nacional de las imprentas rápidas.

**Proveedores.-** Con el proveedor existe una buena relación ya que COLISE es el distribuidor exclusivo de este producto en México.

**Compradores.-** Hasta ahora el papel autocopiante de COLISE ha sido el único en el mercado, por lo tanto la negociación con proveedores ha sido en condiciones ventajosas, esta situación puede cambiar dado que como ya se ha mencionado existe otro papel con características similares que se está introduciendo a México.

## **VII.- Jabón.**

**Competidores potenciales.-** Los competidores potenciales son las tiendas de autoservicio, pero para la industria un distribuidor como COLISE les puede ofrecer un mejor precio que una tienda de autoservicio.

**Productos sustitutos.-** Por las características tan sencillas de el jabón en polvo, no existen productos sustitutos que presenten una competencia real.

**Competencia en el sector.-** El jabón en COLISE se vende como un complemento a los productos que se ofrecen, el sector es muy competido ya que cualquier distribuidora de artículos de limpieza ofrece este producto, ya sea de la misma marca o de alguna otra. En cuanto a el producto no existen diferencias reales de calidad contra la competencia.

**Proveedores.-** Para el proveedor de jabón, COLISE representa un buen cliente, pero no es de los clientes más importantes, por lo que la negociación se basa en una cuota de consumo anual, para mantener un nivel de descuento.

**Compradores.-** Los compradores prefieren ordenar generalmente al que da mejor precio o el que les ofrece mejor servicio, COLISE pretende dar un servicio completo ofreciendo una línea completa de limpieza para no ganar la preferencia de el cliente en base a descuentos.

### **VIII.- Guante industrial.**

**Competidores potenciales.-** Al igual que los productos de limpieza y el jabón un competidor potencial pueden ser las tiendas de autoservicio.

**Productos sustitutos.-** No existe ningún producto sustituto de importancia para el guante de hule.

**Competencia en el sector.-** La marca que maneja COLISE es líder en el mercado, no existe competencia importante de otras marcas, pero hay muchos distribuidores de esta marca, por lo que existe mucha competencia en el sector, COLISE compite ofreciendo el guante como un complemento a la línea de productos de limpieza.

**Proveedores.-** COLISE no es el principal cliente de el proveedor de guante, por lo que la negociacion también como en el jabón se basa en una cuota anual de consumo, para mantener un nivel de descuento que permita ser competitivo en el mercado.

**Compradores.-** El guante industrial es una línea con la que se complementa la línea de seguridad y de limpieza, en base a esto se trata de no vender en base a precio , sino a servir al cliente en la mayoría de sus necesidades para obtener su preferencia.

### **1.5.2 Estrategias competitivas genéricas.**

Después de analizar el sector donde la empresa compete, dedicaremos esta sección a definir estrategias competitivas genéricas y tomando la que esté acorde con los objetivos de la empresa.

Una estrategia competitiva es el modo de actuar de frente a las 5 fuerzas del sector.

**Liderazgo en costos.**- El liderazgo en costo consiste en producir eficientemente grandes volúmenes, esto requiere una importante infraestructura de la empresa, y un alto control de costos.

" Teniendo una posición de costos bajos se logra que una empresa obtenga rendimientos mayores al promedio en su sector industrial".(6)

Esto se explica ya que a un menor costo, sin variar el precio de venta, se obtiene un mayor rendimiento.

" El costo bajo proporciona defensas contra de los proveedores poderosos dando más flexibilidad para enfrentarse a los aumentos de costos de los insumos ". (7)

---

(6).- Ibidem. p. 56.

(7).- Ibidem. p. 57.

Tomando en cuenta las características de la mayoría de los productos que vende la empresa, es difícil mantener una estrategia de líder en costos ya que la mayoría de los productos que se venden son de un precio superior a la competencia debido a su alta calidad.

**Diferenciación de producto.-** La diferenciación de producto quiere decir que las empresas establecidas tienen identificación de marca y lealtad por parte de los clientes, lo cual se deriva de la publicidad en el pasado. Esto significa una barrera de entrada a el sector por parte de competidores potenciales.

Esta diferenciación puede presentarse, en tecnología, diseño, distribución , etc...

" La diferenciación, si se logra, es una estrategia viable para poder devengar rendimientos mayores al promedio en un sector industrial, ya que crea una posición defendible ".(8)

La diferenciación de producto será la estrategia genérica a seguir por COLISE ya que se tratará de que los clientes comprendan el producto por ser de mayor calidad que el de la competencia. Esta diferenciación se pretende conseguir por medio de la calidad de el producto y a la vez por la calidad del servicio que prestará COLISE teniendo el producto siempre en existencia.

---

(8).- Ibidem. p. 58.

**Alta segmentación.-** Esta se da cuando se enfocan los recursos de la empresa a un solo sector, un mercado geográfico, etc., esta estrategia genérica puede tomar la forma de las dos anteriores, siempre tratando de satisfacer las necesidades de un segmento de mercado bien definido.

"La estrategia se basa en la premisa de que la empresa puede así servir a su estrecho objetivo estratégico con mas efectividad o eficacia que los competidores que participan en forma más general. Como resultado, la empresa logra, ya sea la diferenciación por satisfacer mejor las necesidades de un objetivo en particular o costos inferiores al servir a éste o a ambos" . (9)

Es importante señalar que estas estrategias se deben de seguir poniendo todos los recursos de la empresa para conseguir los objetivos de la estrategia, ya que si se tiene una posición media se perderán las ventajas competitivas.

" La empresa posicionada a la mitad tiene casi garantizados beneficios bajos. O bien, pierde los clientes de gran volumen que exigen precios bajos, o debe despedirse de sus utilidades para alejar a su empresa de la competencia de bajo costo".(10)

**Riesgos de la diferenciación.-** El principal riesgo es el que los compradores no tengan la fidelidad a el producto debido a el bajo costo de el producto de la competencia.

---

(9).- Ibidem. p. 59.

(10).- Ibidem. p. 62.

### **1.5.3 Estructura de las decisiones de empresa.**

En base a la decisión de tener una estrategia genérica que es la diferenciación de producto, se despenden otro tipo de decisiones dentro de la empresa, estas decisiones se analizarán en base a una estructura de decisiones en la empresa que se describirá a continuación.

**Decisiones estratégicas.-** Se refieren a factores externos de la empresa, como el mercado , producto, proveedores, etc.

El tener una estrategia genérica es una decisión estratégica de la empresa, ésta requiere de decisiones administrativas para poder cumplir completamente con los objetivos de la empresa y no mantener una posición media.

**Decisiones administrativas.-** Son hechas a la estructura de recursos de la empresa de tal modo que proporcione el máximo poder de realización, por ejemplo: organización, flujo del trabajo, localización, etc...

El mantener el servicio al cliente a un alto nivel requiere que se tomen decisiones administrativas, como lo es la de desarrollar un sistema de compras que asegure que esta labor de compras se realice sistemáticamente y en base a objetivos.

**Decisiones operativas.-** El objeto de éstas es maximizar el rendimiento de la empresa, optimizar las operaciones. Este tipo de decisiones son la que absorben la mayor parte de el tiempo de la empresa.

Es una decisión operativa el desarrollar un modelo de simulación por computadora cuyo objetivo sea el de maximizar el servicio al cliente al menor costo posible.

Para Alfred P. Sloan uno de los principales requisitos que la estrategia ha impuesto a la estructura es " Organizar la Dirección de una empresa de tal manera que asegure un equilibrio adecuado entre las decisiones estratégicas y las operativas" (11).

Las decisiones son interdependientes y complementarias esto es claro cuando se determina seguir una estrategia genérica que se complementa con un sistema de compras e inventarios que a su vez se complementa con un modelo de simulación por computadora para asegurar la optimización de el sistema..

#### **1.5.4 Estrategia de compras e inventarios.**

Es conveniente profundizar en cuál será la estrategia de compras ya que éste será el sistema que se debe optimizar.

Esta estrategia de compras se refiere a obtener la mayor ventaja de la operación de compras y negociación con los proveedores.

El objetivo de compras será el mantener el nivel de servicio al 98% como mínimo, al menor costo posible.

---

(11).- ANSOFF, Igor h., La Estrategia de la Empresa, Pamplona, EUNSA, 1976, p. 38.

La asignación de las compras se debe repartir a modo de que se tenga fuerza de negociación con un proveedor, este poder de negociación se obtiene manteniendo un volumen importante para el proveedor, pero manteniendo la posibilidad de usar un proveedor sustituto.

Se debe de utilizar la amenaza de la integración hacia atrás, es decir comprar donde nuestro proveedor compra para reducir el costo.

Se deben evitar los costos de cambio de proveedor.

" Es conveniente comprar a proveedores que mantengan o mejoren su posición competitiva en términos de sus productos o servicios ".(12)

La Dirección General ha decidido, como parte del plan estratégico global de COLISE, implementar un modelo de inventarios en la empresa, esto será con el objeto de sistematizar la labor de compras y manejo de inventarios para poder ofrecer calidad en el servicio al cliente .

Como parte de la estrategia de diferenciación de producto se tratará de mantener un servicio alto, pero manteniendo los costos de el inventario al mínimo posible, de este modo se optimizará la operación de el sistema de compras e inventarios cumpliendo con los objetivos de la estrategia global de la empresa.

---

(12).- Cfr., PORTER, n(2), p.36.

## **CAPITULO 2.**

### **HERRAMIENTAS TEORICAS PARA ELEVAR LA EFICIENCIA DE LOS INVENTARIOS.**

En base a los problemas presentados en el capítulo 1 acerca de los inventarios en COLISE, se estudiarán diversas formas de elevar la eficiencia de los mismos, estas formas se estudiarán a continuación desde un punto de vista teórico para después usarlos como base para desarrollar una sistema de compras e inventarios.

#### **2.1 INGENIERIA EN SISTEMAS, CONCEPTOS.**

Es necesario comprender qué es un sistema desde el punto de vista de la ingeniería para tener bases al poder diseñar un sistema propio.

En la naturaleza muchos fenómenos se pueden comprender bajo el concepto de sistemas, por ejemplo. los seres humanos, la sociedad, etc. Sin embargo para la Ingeniería en Sistemas el objeto de estudio son las organizaciones.

Una organización puede ser analizada por un sistema formado por recursos materiales y humanos que realizan actividades encaminadas a satisfacer necesidades de la sociedad.

" La palabra Sistema etimológicamente quiere decir plan o esquema de acuerdo al cual se pueden conectar cosas en un todo; por lo tanto el concepto de Sistema es: una red de elementos interrelacionados que se integran para desarrollar actividades con un objetivo definido. "

Las propiedades más importantes de los sistemas dentro de las organizaciones son:

La interacción de sistemas.-

Los elementos que componen un sistema son a sus vez sistemas más pequeños que interactúan para integrar el sistema, a estos pequeños sistemas se les denomina subsistemas.

La operación de estos subsistemas consiste básicamente en entradas, procesos y salidas, siendo el proceso energizante las entradas poniendo al subsistema en operación. El proceso es la transformación de las entradas en las salidas siendo éstas el objeto o propósito del subsistema. Este proceso puede consistir en una red de procedimientos que a su vez son una serie de instrucciones que paso a paso explican lo que se hará, quién lo hará, dónde lo hará y cuándo lo hará.

Dentro del proceso existen puntos de decisión que son puntos a donde fluyen las entradas y que por medio de un mecanismo se toman decisiones acerca del curso de las mismas.

Los subsistemas están relacionados entre sí porque las entradas de un subsistema son las salidas de otra de modo que se forme una red interrelacionada de elementos, a esto se llama interacción.

**ENTRADAS ----- (PROCESO) ----- SALIDAS**

<b>Dinero</b>	<b>Procedimientos</b>	<b>Dinero</b>
<b>Materiales</b>	<b>Puntos de decisión</b>	<b>Materiales</b>
<b>Energía</b>		<b>Energía</b>
<b>Información</b>		<b>Información</b>
<b>Decisiones</b>		<b>Decisiones</b>

**Jerarquía de Sistemas.-**

Del mismo modo como los sistemas están formados por subsistemas, los sistemas componen un sistema mayor llamado suprasistema, esto propone una jerarquía de sistemas en la cual la perspectiva de un fenómeno se puede hacer a varios niveles, dicho esto en otras palabras un fenómeno se puede estudiar por medio de un sistema de acuerdo a la profundidad deseada.

Al estudiar un sistema siempre se debe ubicarlo de acuerdo a la siguiente jerarquía, ambiente, suprasistema, sistema y subsistema.

Por ejemplo el sistema de compras e inventarios de COLISE es parte de un suprasistema que sería la operación global de la empresa.

### **Objetivos.-**

La justificación de un sistema radica principalmente en su objetivo. Todo sistema tiene un objetivo que cumplir, en una organización esto es muy obvio, pero generalmente es muy difícil de definir.

Las organizaciones tienen normalmente varios objetivos y siempre algunos de ellos en conflicto que para conciliarlos es necesario definir un objetivo global y evaluar los diferentes objetivos en base en su contribución al objetivo global.

El objetivo del sistema de compras e inventarios para COLISE debe ser el ofrecer el máximo nivel de servicio a clientes al menor costo posible, siendo parte de el objetivo global mantener un equilibrio óptimo entre estos dos objetivos.

También es un objetivo de la empresa que esta labor de compras e inventarios se realice eficiente y permanentemente.

### **Sinergia.-**

" En la teoría de sistemas el todo es mayor a la suma de sus partes, esto se basa que la interacción de los subsistemas es distinta a una suma aritmética ".

" La Ingeniería en Sistemas consiste en planear, diseñar, construir, probar y operar sistemas complejos para que logren sus objetivos con mayor eficiencia ".

Para lograr estos objetivos eficientemente, una parte de sistemas consiste en el desarrollo de modelos cuantitativos del comportamiento de los sistemas para que exista una medida del desempeño que se debe optimizar. Otra parte de la ingeniería en sistemas consiste en la metodología para atacar problemas. El desempeño del sistema de compras e inventarios medirá su desempeño con el costo de mantener inventario, que es el objetivo de este estudio.

El enfoque para atacar los problemas es integrar las partes del mismo y sus relaciones en un sistema y enfatizar la optimización del desempeño global del sistema en la solución.

La Ingeniería en Sistemas es una actividad interdisciplinaria, ya que tiene aplicación en áreas muy diferentes, como la Administración o Humanidades y demanda de especialistas en ramas diversas .

### **Metodología de Ingeniería de Sistemas**

La solución de problemas con un enfoque de sistemas según los estudios de G.M. Jenkins sigue los siguientes pasos:

**1) Análisis.-** En esta fase se define el problema y sus causas. Se recopila información para entender el sistema existente y sus objetivos. Y finalmente se definen los requerimientos del sistema para resolver el problema.

**2) Diseño.-** Se desarrollan modelos de solución y se analizan para descartar alternativas. Una vez hecha la selección se detallan las características de las entradas, los procesos y las salidas del sistema propuesto.

**3) Implementación.-** Ya que ha sido aceptado el sistema propuesto por la dirección de la organización se procede a construirlo. Una vez construido se pone a prueba y se adiestra al personal en su manejo hasta que domine su operación.

**4) Operación y Reevaluación.-** Esta fase se da cuando el sistema propuesto, forma parte de la operación de la organización y ha sustituido al sistema anterior. La solución del problema no acaba aquí ya que continuamente se debe reevaluar y mejorar el sistema.

Esta metodología es la que se sigue para el desarrollo de nuestro sistema, la cual se detalla en el contenido global de este trabajo.

## **2.2 CLASIFICACION ABC.**

Para un grupo dado cualquiera, una pequeña cantidad de artículos dentro del grupo responderá por la mayor parte del valor total. Alrededor del 20% de la gente de esta nación tiene el 80% de la riqueza, aproximadamente el 20% de

las diversas marcas de carros responde por el 80% de las ventas de automóviles; 20% de los artículos en el presupuesto familiar explican el 80% de los gastos en efectivo. Este es un concepto muy útil en los negocios que puede aplicarse al control de los inventarios, al control de la producción, al control de la cantidad y a muchos otros problemas administrativos. Este es uno de los principios más aplicables y eficaces del control de inventarios.

Cuando se aplica a los inventarios, este concepto se llama clasificación ABC. Cualquier inventario puede clasificarse en tres partes distintas:

#### **1. Artículo A:**

De alto valor: aquellos artículos relativamente pocos cuyo valor representa el 70 a 80% del valor total del inventario. Estos constituirán por lo general el 15 a 20% de los artículos.

" Deberán calcularse por anticipado las necesidades en función del período de uso ".(13)

#### **2. Artículos B:**

De valor medio: una gran cantidad en la parte media de la lista; usualmente, alrededor del 30 al 40% de los artículos cuyo valor total representa del 15 al 20% del total.

---

(13).- PLOSSL, George W., Control de la Producción y de Inventarios, México, Prentice Hall, 1987, p. 69.

### **3. Artículos C:**

De bajo valor: la mayoría de los artículos, normalmente 60 a 70% cuyo valor total de inventario es casi despreciable, representando sólo del 5 al 10% del valor.

La división en artículos A, B, y C, es por supuesto, arbitraria; muchas compañías hacen aún otras divisiones, como añadir un grupo D o dividir el grupo A artículos AA y A. Cada grupo de artículos, por supuesto tiene una distribución ABC dentro del grupo. Hay algunos artículos que justifican la atención personal del gerente de planta precisamente por la gran cantidad de dinero que representan.

Este concepto tiene una amplia aplicación en muchas otras actividades de control de fabricación.

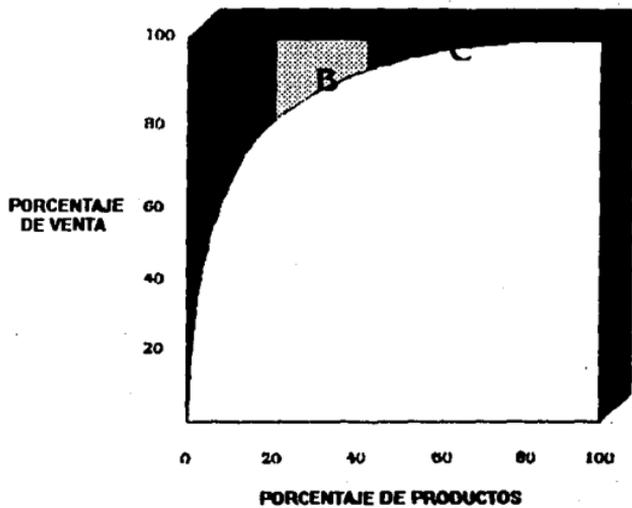
1. Algunos clientes entregan la mayoría de sus pedidos a una compañía.
2. Muy pocos departamentos desempeñan la mayor parte del trabajo de las operaciones de fabricación.
3. Muy pocas operaciones producen la mayoría del desperdicio.
4. Muy pocos proveedores provocan la mayoría de los retrasos en la adquisición de los materiales comprados.

5. Muy pocos artículos detienen la mayoría de los pedidos atrasados para los clientes.

En la figura 5 se muestra una distribución ABC típica para un grupo de artículos. La escala horizontal representa el porcentaje de los artículos totales mientras que la vertical representa el porcentaje del uso total anual de dinero. Nótese que una pequeña cantidad de artículos representa el gran volumen del valor de uso. estos, por supuesto son los artículos A, indicados así en la curva. En la sección b de la curva, se encuentra por lo general, que el porcentaje de los artículos B es casi igual al porcentaje de dinero representado por estos artículos B. Los artículos C ocupan el extremo opuesto de la escala (una gran cantidad de artículos representa una pequeña fracción del uso total de dinero).

Esta clasificación ABC obtenida es aplicable en COLISE a el modo en el que se realizará la actualización de los datos estadísticos por producto, Teniendo una revisión extrema en los artículos A, y revisando periódicamente los B y C.

Para COLISE se elaboró una clasificación ABC de ventas por producto. El primer paso es enlistar los artículos con su venta anual, calculando el porcentaje de venta de cada uno con respecto a el total. En seguida, estos artículos se enlistan en un orden jerarquizado con la venta anual el porcentaje de venta acumulado determinará la clasificación, los artículos A serán el primer 20% de los artículos. Los siguientes en orden de jerarquía serán los artículos B y representará el 30% del total de artículos. El restante 50% de los artículos serán designados artículos C. Para COLISE la clasificación ABC de ventas se muestra en el anexo 3.



**FIGURA 5: DISTRIBUCION ABC.**

Este análisis ABC puede resumirse como en la figura 5. Si el concentrar los mayores esfuerzos en los artículos A, este inventario pudiera reducirse en un 25% se obtendría una reducción muy importante en el inventario total, aún cuando el inventario que los artículos C se incrementará en un 50% por la atención reducida y controles menos rígidos.

### **2.3 CONCEPTO DE INVENTARIOS Y COSTOS.**

" Inventario es el conjunto de materiales o productos con los que cuenta la empresa y que se utilizan para surtir las necesidades de la venta ".(14)

Los inventarios se llevan porque la cantidad y ritmo de las ventas no pueden predecirse con exactitud. Los pedidos pueden promediar 100 unidades por semana para un artículo dado, pero habrá semanas en que las ventas sean tan elevadas como 300 ó 400 unidades. El material puede recibirse en almacén normalmente 3 semanas después de que fue solicitado por la fábrica, pero ocasionalmente puede llevarse 6 semanas. Estas fluctuaciones en la demanda y la oferta pueden compensarse con los inventarios, que sirven para amortiguar el efecto de estas variaciones.

Para determinar la cantidad a mantener en inventario, el factor más importante a considerar son los costos que el inventario lleva implícito.

---

(14).- FRANKLIN, G. Moore, Administración de la Producción, México, Editorial Diana, 1962, p. 100.

Las siguientes clases de costos se consideran en las decisiones sobre inventarios.

**I.- Costos de pedido:** Los costos de pedido pueden ser ya sea los de colocar pedidos de compra para adquirir material de un proveedor o los asociados con la orden de fabricación de un lote procedente de la planta. Cuando se compra material, se deben escribir requisiciones de materiales y pedidos de compra, se deben procesar facturas para pagar al proveedor e inspeccionar los lotes recibidos y entregar a las áreas de almacenamiento o de proceso; cuando la planta ordena un lote manufacturado, se incurre en costos por papeleo, y otros costos de una sola ocasión que son función del número de lotes ordenados o producidos. La suma de todos estos costos es el costo de pedido para el lote.

Para COLISE es mínimo el costo de pedir, ya que es política de los proveedores el mandar la mercancía absorbiendo los costos de flete, el costo de pedir se reduce a el de la papelería y el de teléfono que se considera en N\$ 20.00.

**II.- Costo de tenencia de inventarios:** Estos costos incluyen todos los gastos en que incurre la compañía por el volumen de inventario que lleva. Se incluyen usualmente en el costo de tenencia de inventario, los siguientes costos:

**A.- Por obsolescencia:** Se incurre en estos costos porque el inventario no es ya vendible debido a patrones de venta cambiantes. Este problema es agudo en los artículos de moda, de alta tecnología y en las industrias de defensa.

**B.- Por deterioro:** El material que se tiene en inventario puede humedecerse, secarse, ser ensuciado por el manejo o deteriorado de muchas otras maneras de modo que ya no se puede vender o usar.

**C.- Por impuestos:** Muchos estados y municipios tienen impuestos por inventarios. Algunos se basan en la inversión en inventario en un momento particular del año, mientras que otros se basan en la inversión promedio en inventario de todo el año.

**D.- De garantía:** Los inventarios, como la mayoría de los activos, son protegidos por un seguro generalmente llevado como parte de otras políticas de seguros de la compañía.

**E.- De almacenamiento:** El almacenamiento del inventario requiere de una bodega con personal de supervisión y operativo, de equipo de manejo de material, de registros necesarios, etc. No se incurriría en los costos de estos medios si no hubiera inventarios.

**F.- De capital:** El dinero invertido en inventarios no está disponible para ser usado en otras actividades de la compañía y, de hecho, puede ser pedido en préstamo a los bancos. El costo de pedir prestado el dinero o el costo de la oportunidad de inversión perdida por usar este capital en otras áreas de la compañía deben cargarse a la inversión en inventario como el costo de capital.

" Es dinero que a la compañía le cuesta intereses en lugar de producirselos".  
(15)

Los costos de obsolescencia, deterioro, impuestos y garantía son difíciles de cuantificar, y de poca importancia ya que según la historia de COLISE, es mínimo lo que se deteriora, o cae en obsolescencia.

En cuanto a el costo del capital sí ha sido muy importante históricamente ya que se considera una tasa mínima mensual de rendimiento del 18%.

**III.- Costo de agotamiento de existencias o de ventas perdidas:** Si el material no está disponible cuando el cliente lo pide, pueden perderse las ventas o incurrirse en costos extra llamados Costo de Agotamiento de Existencias. El trabajo por procesar una orden regresada (embarque, facturación y quizá papeleo de control de inventarios y tiempo extra) puede ser considerable. El costo de las órdenes regresadas resulta no sólo del papeleo extra sino también del tiempo gastado por el personal en los varios departamentos que manejan el documento del pedido regresado, que recoge y empaqueta el embarque real y que responde a las peticiones de los clientes. El costo puede incluir primas elevadas del flete por la pequeña cantidad de material que se embarca.

Para COLISE es importante el costo de agotamiento de existencias o ventas perdidas, esto es política de la compañía para darle énfasis al servicio a clientes, para así obtener un elemento más de diferenciación de producto.

---

(15).- Cfr. , PLOSSL, n.13 , p. 675

La contraparte de el costo de capital mencionado en la sección anterior es la pérdida considerada por no obtener un pedido, esto es sin tomar en cuenta que el cliente puede perderse por completo.

Algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta es que muchos problemas difíciles surgen al determinar y emplear los costos para tomar decisiones sobre inventarios. Aún cuando se reconocen los factores específicos que se han de considerar, los registros contables en la mayor parte de las compañías no arrojarán la información de los costos requerida en una forma de aplicación inmediata y significativa.

1. Deben ser realmente costos en efectivo, no costos estándar de contabilidad.
2. Deben ser costos que se vean realmente afectados por la decisión específica que se está tomando. Para efectos del estudio que se realizará no se consideran costos como el sueldo del almacenista ni la manutención del almacén, porque estos costos no varían de acuerdo al nivel del inventario.

Antes de utilizar la información sobre los costos en un problema de decisión sobre inventarios, deben responderse específicamente las preguntas ¿De dónde vendrán los ahorros? y ¿Cuánto se ahorrará? de modo que se tenga certidumbre de que el cálculo realmente representa la situación de la vida real.

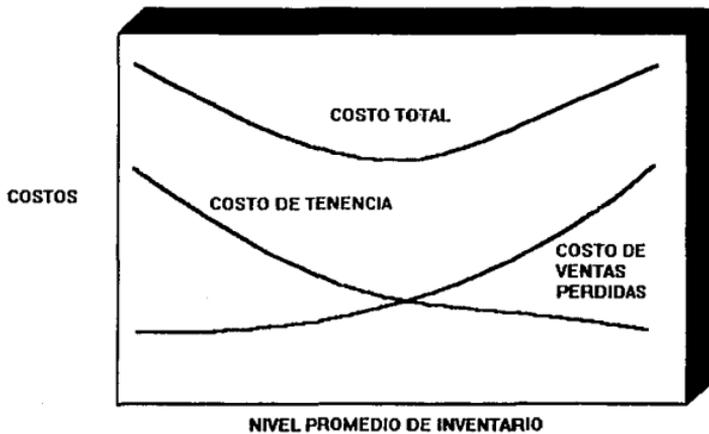
En la figura 6 se muestra que existe una relación entre los costos de ventas perdidas y el de tenencia de inventarios, esta relación es que entre mayor nivel de existencias mantenga en almacén menores ventas voy a perder por lo que el costo de ventas se minimizará y el de tenencia se elevará, por el contrario si mantengo un inventario muy bajo los costos de tenencia se minimizarán pero los costos de ventas perdidas se elevarán, la suma de estos costos será el costo total que como se muestra en la figura 6 existe un punto intermedio en la curva en el que se minimizan los costos totales.

#### **2.4 SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS.**

En esta sección se expondrán modelos de inventario para poder encontrar uno que se adecúe a las necesidades de COLISE.

**A.- De dos recipientes:** En este sistema, se pone por separado una cantidad predeterminada de las existencias para un artículo en particular (con frecuencia en un segundo recipiente separado) y no se toca hasta que todas las existencias principales de este artículos se hayan consumido. Cuando se da comienzo a la provisión de reserva, se avisa a la oficina de control de inventario y se coloca un pedido de reposición.

**B.- Revisión visual:** Se revisa visualmente y en forma periódica el nivel del inventario y se colocan pedidos de reposición después de cada revisión y cuando se necesita reestablecer el nivel del inventario a un máximo predeterminado de la suma de los que se tienen y de las cantidades en el pedido.



**FIGURA 6: ANALISIS DE COSTOS EN COLISE.**

**C.- Punto de reorden (Cantidad de orden fijo: sistema de ciclo variable):**

Cuando la demanda hace bajar el nivel de existencias del inventario de un artículo a un nivel predeterminado, llamado el punto de orden, se coloca un pedido de reposición que por lo común, es la cantidad del E.O.Q. precalculado.

**D.- Revisión periódica (Ciclo fijo-sistema de cantidad de orden variable):**

En la revisión periódica, los registros de inventario se revisan en forma periódica, quizá una vez a la semana o una vez al mes, y se pide suficiente material para reponer el total en existencia más un pedido hasta un nivel máximo predeterminado.

**E.- Planeación de requerimientos materiales (M.R.P.):** En el M.R.P., el material se pide de acuerdo a programas de cantidades y tiempos para cumplir un programa planeado pero es poco usado por una compañía comercializadora porque por lo general la demanda de cada producto es independiente.

El sistema del punto de reorden es el que se ha escogido como el óptimo para COLISE porque presenta las siguientes ventajas:

Es sencillo pedir cada vez que sea necesario y no es costoso, ya que como se ha mencionado el proveedor nos surtirá cuando sea necesario.

Existe la ventaja de que este sistema se puede implementar fácilmente ya que el software comercial que se está utilizando actualmente tiene un reporte de inventario mínimo, este reporte puede darnos el aviso, conforme a este modelo de cuando es necesario pedir.

Es el modelo que más atención pone en el producto, y de acuerdo a los objetivos de el sistema de compras e inventarios, es el que mejor servicio al cliente puede dar con la menor inversión en inventarios ( de acuerdo a el modelo E.O.Q ).

El punto de orden, ilustrado en la figura 7 consiste en una estimación de la demanda durante el tiempo guía más un inventario de reserva para proteger contra el hecho de que ni la demanda ni el tiempo guía pueden ser predichos con certidumbre. En algún punto dentro del tiempo, la cantidad del artículo en inventario es como se muestra en la figura. Conforme pasa el tiempo, se consume el inventario. Esto se supone que incurre con una velocidad constante y uniforme como se muestra con la línea gruesa de pendiente descendente, hasta que alcanza el nivel predeterminado del punto de orden. Luego se coloca una orden de reposición para un EOQ como se muestra con la línea vertical punteada. El inventario continúa descendiendo durante el tiempo guía, al final del cual se recibe el nuevo suministro; entonces el inventario se incrementa mediante el EOQ iniciando una vez más el ciclo. Otro supuesto es que la reposición inmediata es necesaria. Por desgracia en la mayor parte de las situaciones reales de inventario, ni el tiempo guía ni la demanda pueden predecirse con exactitud. Por lo consiguiente, un punto de orden basado simplemente en la demanda promedio durante el tiempo guía no proporcionará suficiente inventario (existencias) para dar inclusive una protección razonablemente buena contra el agotamiento, puesto que la demanda fluctuante excederá la mitad del tiempo promedio. Un problema mayor es entonces estimar cuánto inventario de reserva se requerirá en el punto de orden.

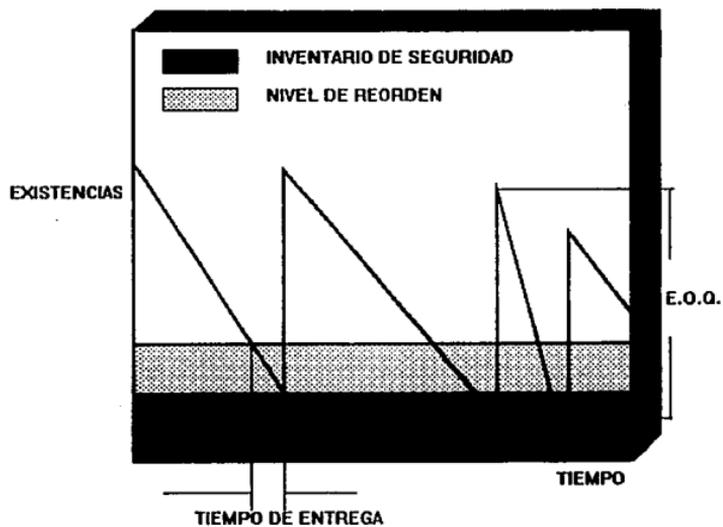


FIGURA 7: MODELO DE PUNTO DE REORDEN.

Con esta técnica debe apuntarse lo siguiente:

1. Las cantidades de pedido (EOQ) son por lo general fijas y recalculadas sólo cuando se esperan cambios significativos en la demanda.

2. En la práctica, los puntos de orden son con demasiada frecuencia fijos y revisados sólo esporádicamente.

3. Los intervalos entre los pedidos sucesivos de reposición no son constantes pero varían en relación inversa con la tasa de consumo: entre mayor sea la demanda, menor será el intervalo entre los pedidos. (De ahí el nombre de cantidad de orden fijo-ciclo variable).

4. La porción del inventario de reserva del inventario se considera por lo general estar disponible en el promedio a lo largo del año.

5. La porción del inventario del ciclo correspondiente a la cantidad de pedido completo se tendrá disponible sólo inmediatamente después de que se recibe. En promedio, sólo la mitad de la cantidad de orden estará en inventario a lo largo del año, debido al supuesto de consumo uniforme.

6.- El inventario total promedio planeado será igual a la mitad de la cantidad del pedido más el inventario de reserva.

Conociendo las propiedades estadísticas de la distribución normal y habiendo calculado la demanda promedio muestral el cálculo de un punto de reorden se calcula:

**P.O. = Demanda anticipada durante el tiempo guía + inventario de reserva**

La demanda anticipada durante el tiempo guía es la cantidad que se debe mantener en inventario para no quedar sin existencias durante el tiempo que el proveedor nos entrega mercancía, y se calcula multiplicando el tiempo de entrega del proveedor por el consumo que pueda haber durante ese tiempo.

" Los puntos de orden requieren inventario de reserva debido a las incertidumbres que no pueden eliminarse ". (16)

El inventario de reserva es la cantidad que se debe de mantener en inventario para cubrir las variaciones que pueda haber en la demanda durante el tiempo de entrega, esta cantidad es dependiente de la desviación estándar que existe en la demanda y se calcula multiplicando esta desviación por el tiempo de entrega y esto a su vez por un factor de servicio, esto se explica más claramente en el punto 2.6.

---

(16).- Cfr. , **FRANKLIN**, n.14 , p. 110.

## **2.5 MODELO E.O.Q. (Cantidad Económica de Pedido).**

Para una comercializadora una de las decisiones más trascendentales es la de saber cuánto comprar, en COLISE, para resolver esta pregunta, se implementará un modelo llamado E.O.Q. que es especial para demandas independiente, es decir que no dependen directamente de ningún otro factor de la empresa más que del mercado en sí.

Una de las decisiones básicas en el control de los inventarios es la de equilibrar los costos de inversión en inventarios con la colocación de órdenes de compra, cuando se han equilibrado óptimamente estos costos se minimiza el costo total.

La cantidad de pedido resultante se llama Tamaño de Lote Económico o Cantidad Económica de Pedido (E.O.Q)

Esta consideración básica de el cuánto pedir y en qué momento puede calcularse de acuerdo a la experiencia, pero el costo de llegar a la respuesta correcta es muy alto ya que existen muchas opciones de respuesta, desde el pedir una sola vez para todo el tiempo requerido, lo que nos llevaría al tope el costo de capital, o el de pedir el máximo de veces lo que nos elevaría mucho el costo de pedir más adelante se describirán los principales costos involucrados en la tenencia de inventarios.

" Cuando los costos de los arreglos o de la elaboracion de un pedido son altos, Las EOQ introducen un balance con los costos de tenencia de inventarios para minimizar el total ". (17)

En la figura 8, donde se muestra el costo total, el costo de pedir y el de tenencia, en función del tamaño de lote a pedir.

Existe siempre la dificultad de determinar costos exactos, pero el E.O.Q. maneja conceptos que son por sí mismos útiles,

" Las cantidades de pedido establecidas por un método consistente y ordenado produce resultados muy superiores a los pedidos determinados por una regla empírica o por conjeturas. " (18)

Es por esto mismo que se determina una política de compras en COLISE, esta política utiliza al E.O.Q. como parte de el sistema.

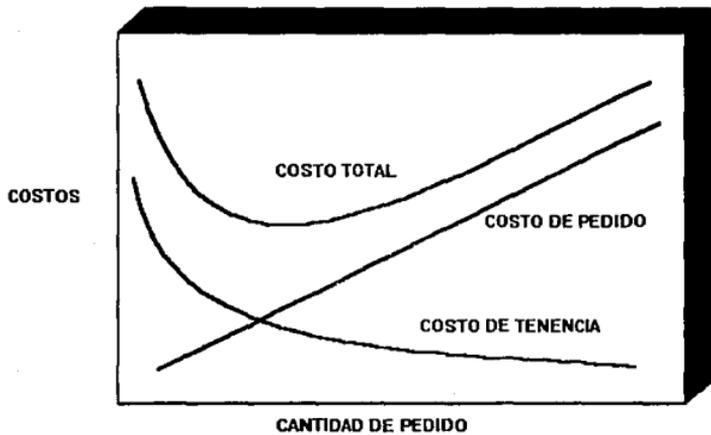
Por otra parte la curva de costos totales de la figura 8 tiene una parte plana en un rango alrededor de el punto óptimo " Esto significa que se pueden encontrar cantidades de pedido razonablemente económicas utilizando datos que distan mucho de ser perfectos ". (19)

---

(17).- Cfr. , FRANKLIN, n.14 , p. 69.

(18).- Ibidem, p. 41.

(19).- Ibidem, p. 41.



**FIGURA 8: ANALISIS DE COSTOS EN EL E.O.Q.**

El E.O.Q. es una herramienta muy valiosa debido a que nos da respuesta a este problema de modo preciso.

El concepto de (E.O.Q.) se aplica bajo las siguientes condiciones:

- 1.- El artículo se repone en órdenes de compra.
- 2.- Los índices de ventas son uniformes.

La fórmula de E.O.Q. más tradicional es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AS}{I}}$$

Donde:

A = A la demanda anual en pesos.

S = Costo de la orden de compra en pesos.

I = Costo de la tenencia en inventario como fracción decimal por nuevo peso del inventario promedio.

En la fórmula anterior, el uso anual y el E.O.Q. calculado se expresaron en dólares. Esto, en ocasiones, no es conveniente; algunos usuarios prefieren calcular la EOQ en piezas. La fórmula para esto es como sigue:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2US}{IC}}$$

en donde

U = uso anual en piezas.

S = costo de pedido o de arreglo, en dólares.

I = costo de tenencia de inventario, como fracción decimal por nuevo peso de inventario promedio.

C = costo unitario, en dólares por pieza.

Se ha pensado en manejar familias de productos para COLISE debido a que " La aplicación de la EOQ es mucho más eficaz cuando los artículos se agrupan ". (20)

Para una familia de artículos, el costo de tenencia de inventarios se supone que es generalmente el mismo y el costo del pedido es frecuentemente igual, si esto se cumple, la fórmula anterior se puede describir como:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2S}{I}} \times A = \sqrt{K \times A}$$

Donde K es una constante para toda la familia de productos.

**2S**

$$K = \frac{\text{---}}{I}$$

" La EOQ correcta es buena pero arreglos menores son mucho mejores ". (21)

Este principio deduce que siempre existe un método de reducir los costos, es responsabilidad de el personal familiarizado con los mismo, proponer técnicas para aumentar los beneficios.

Para obtener resultados óptimos con la E.O.Q. hay que modificar los resultados de acuerdo a la demanda , su desviación, las expectativas de crecimiento de la empresa, etc.

" Los cálculos de la EOQ son sólo un punto de partida; para obtener resultados prácticos hay que modificarlos ". (22)

---

(21).- Ibidem, p. 36.

(22).- Ibidem, p. 66.

## **2.6 PRONOSTICOS DE LA DEMANDA.**

Un factor importante para poder controlar los inventarios es el anticiparse a la demanda, para este fin existen herramientas estadísticas que pueden ser usadas muy eficazmente en la práctica; este tipo de herramientas han tenido una amplia aplicación en la industria y ha sido de gran provecho a gerentes profesionales.

" Puesto que toda la actividad de planeación en una compañía trata sobre la atención de las futuras necesidades de los clientes, una gran parte de la organización debe funcionar con los pronósticos de ventas." (23)

Al llevar un registro histórico de demandas por producto la mayoría parece tener una demanda errática, este tipo de situaciones se presentan con frecuencia en la industria, la variabilidad de la demanda es por lo general mayor para artículos de bajo volumen o cuando menor cantidad de clientes piden el artículo.

Al llevar una muestra de demandas, es difícil determinar empíricamente un inventario mínimo porque no hay seguridad de que las ventas de un artículos no serán tan altas como el registro de venta más alto. Un concepto que puede ser muy útil para este cálculo de muchos artículos, es la distribución normal.

---

(23).- Ibidem, p. 69.

Esta distribución es una de las relaciones estadísticas mejor conocidas, la mayoría de la gente está familiarizada con la curva en forma de campana; como ejemplo podríamos poner la distribución de las estaturas de los hombres de la población de México, si la altura promedio de los hombres fuera de 1.70 Mts. sería razonable esperar que una gran cantidad de hombres estarían entre el 1.60 y 1.80, pero son raras las personas por encima del 1.80 o más bajas de 1.60.

Graficando el porcentaje de la población total frente a las alturas individuales, se formaría la conocida distribución normal, esta distribución tiene algunas propiedades generales que son de gran valor para sacar conclusiones sobre la población. Esto se muestra en la figura 9.

Por ejemplo la desviación estándar o sigma de la distribución mide el rango de alturas que contiene un cierto porcentaje de la población total relativo al promedio.

Dos características de las distribuciones normales son de interés en el cálculo de factores estadísticos en los inventarios:

**1. El valor medio o promedio.-** Este corresponde al punto superior de la campana y es el valor que más puede presentarse.

**2. La variación o dispersión de los valores en relación con el promedio.-**

Esta corresponde a la amplitud de la curva de la campana y mide la proximidad con que los valores individuales se amontonan alrededor del promedio.

FRECUENCIA  
DEL EVENTO

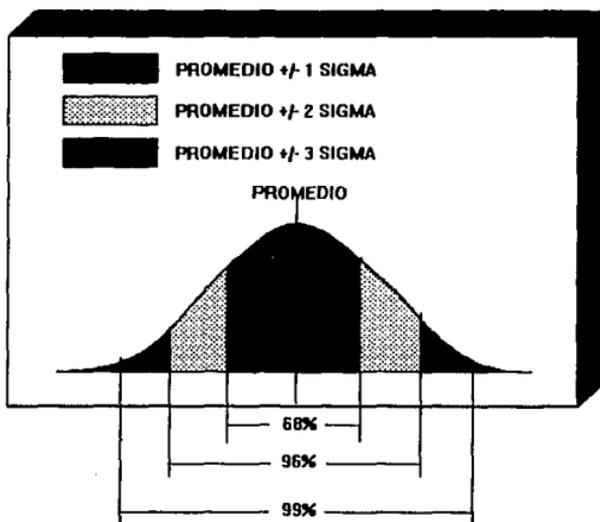


FIGURA 9: DISTRIBUCION NORMAL.

Si se ha de aplicar la distribución normal deben cumplirse las siguientes condiciones.

1. Los datos de la demanda son unimodales: esto significa que en los datos reales solo debe existir tendencia hacia un solo valor, el promedio, si existiese tendencia hacia dos valores, la distribución normal, no tendrá aplicación a la demanda de ese producto.

2. Se supone que la distribución de la demanda es simétrica: por lo tanto la misma desviación que existe por encima del promedio la puede haber por debajo del mismo; con respecto a esta característica es importante señalar que en los artículos que tienen una demanda muy baja, puede ser que la demanda sea muy alta en algunas ocasiones, pero nunca, por razones lógicas serán inferiores a cero. este problema se puede abordar desde dos diferentes perspectivas: Sólo considerar las desviaciones positivas o se puede utilizar la distribución Poisson.

3. Cuando se usa una distribución normal se considera que el promedio de la muestra es igual al promedio real, esto es el teorema de límite central, pero este promedio real puede variar en muchos casos, por lo tanto es importante monitorear el desempeño del pronóstico continuamente y actualizarlo.

El cálculo de el promedio muestral se realizará por medio de la siguiente fórmula.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La desviación estándar muestral se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n(n-1)}$$

La principal propiedad estadística de la distribución normal es que las observaciones se pueden agrupar en intervalos alrededor del promedio, si yo considero un intervalo de una vez la desviación estándar por cada lado del promedio, conseguiré agrupar el 68% de las observaciones, y si lo hago 2 veces se logrará agrupar el 96 % de las mismas, como se muestra en la figura 6 " la regla se puede aplicar a distribuciones que no son exactamente normales pero que tienen la forma acampanada". (24)

" Los inventarios de reserva se necesitan sólo para cubrir cuando la demanda sea mayor a el promedio, si el pronóstico es razonablemente exacto y se actualiza con frecuencia, la demanda será mayor a el promedio alrededor del 50% ". (25)

(24).- MENDENHALL, William, Estadística Matemática con Aplicaciones, México, Ed. Iberoamérica, 1986, p.100.

(25).- Cfr. , FRANKLIN, n.14 , p. 114.

Dado que este cálculo nos servirá para pronosticar la demanda que deberá surtir el inventario, interesa el caso en el que la demanda sobrepase el promedio, tomando esta consideración los factores varían, dado que el 50 % de las observaciones estarán por debajo de el promedio, por lo que con una vez la desviación estándar se conseguirá abarcar el 84% que es el 50% mas el 34% de la desviación, si fueran 2 desviaciones se le agregaría un 14% más que agruparía un 98% de las observaciones.

" El conocimiento de la producción actual puede tener utilidad inmediata, pero un objetivo a largo plazo es la predilección ".(26)

Para COLISE se realizó una prueba de bondad y ajuste de la demanda mensual contra una distribución normal, esta prueba se muestra en la figura 3 en el capítulo 1.

## **2.7 SIMULACION.**

La dirección general ha decidido corregir las deficiencias operativas expuestas en el capítulo 1 organizando un sistema de compras e inventarios, este sistema se basa en el modelo de punto de reorden expuesto en anteriormente en este capítulo.

---

(26).- Cfr. , MENDENHALL, n.24 , p. 5.

Como parte del plan estratégico de COLISE en el área de compras e inventarios, se reestructurará el sistema actual basado, como ya se ha dicho, en el modelo de punto de reorden, para este sistema se deben determinar algunos datos de planeación que son imprescindibles para llevar sistemáticamente el modelo.

Estos datos de planeación son el E.O.Q., y el punto de reorden, estos conceptos se describen con mayor profundidad en secciones anteriores de este capítulo, estos datos pueden variar de acuerdo a algunas expectativas como el grado de confiabilidad de el proveedor, o las expectativas de variación de el mercado, estas variaciones pueden, variar el costo global de los inventarios, por lo tanto debe existir un punto óptimo en estos datos de planeación para minimizar el costo.

Para poder medir el futuro desempeño de el departamento de compras e inventarios bajo este modelo, se desarrollará una técnica de la ingeniería industrial que es la simulación por medio de computadora.

Con el advenimiento de la computadora, una de las mas importantes herramientas del diseño y operación de sistemas es la simulación.

El uso moderno de la simulación data de 1940, cuando los científicos Von Newman y Ulam que trabajaban en el proyecto Monte Carlo, durante la Segunda Guerra Mundial resolvieron problemas de reacciones nucleares, cuya experimentación hubiera sido muy cara, por medio de la simulación.

El experto en simulación Robert E. Shannon define a la misma del siguiente modo:

" Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema ".(27)

La simulación es esencialmente una técnica que enseña a construir el modelo de una situación real aunada a la realización de experimentos con este modelo.

Una definición práctica para nosotros será:

"Es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital los cuales requiere ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos, que describen el comportamiento de un negocio o un sistema económico en períodos extensos de tiempo real." (28)

El fundamento racional para usar la simulación en cualquier disciplina es la búsqueda constante de el hombre por adquirir conocimientos relativos a la previsión del futuro.

---

(27).- COSS, Raul, Simulación Un Enfoque Práctico, México, Editorial Limusa, 1990, p.12

(28).- NAYLOR, Thomas H., Técnicas de Simulación en Computadora, México , Editorial Limusa, 1971, p. 10.

Existen dos variantes de la simulación que son los juegos operacionales y el análisis de Monte Carlo.

Los juegos operacionales son los que simulan un entorno o un medio ambiente en el cual los jugadores toman decisiones, un ejemplo de esto son los juegos militares y los juegos de gerencia, en los cuales estos juegos se usan para entrenar al personal dándoles experiencia en un ambiente simulado.

Por otro lado está el análisis de Monte Carlo que es una técnica de simulación para situaciones que tienen una base probabilística o estocástica. Existen dos tipos de problemas que dan uso a esta técnica. En primer lugar aquéllos que implican algún tipo de proceso estocástico como la demanda del consumidor y la prioridad en la producción e inversión total para la economía. En segundo lugar se usa para resolver problemas matemáticos que no puedan resolverse fácilmente por métodos estrictamente determinísticos; en éstos cabe la posibilidad de simular el problema dando una solución aproximada. Un ejemplo de éstas pueden ser soluciones ecuaciones y problemas de integración múltiple.

La simulación que usaremos, será del tipo de análisis de Monte Carlo ya que las ventas de COLISE son variantes probabilísticas por naturaleza.

**Ventajas de la Simulación por Computadora.**

1.- La simulación hace posible experimentar y estudiar las complejas interacciones que suceden dentro de un sistema, ya sea éste una empresa, una industria o un sistema de inventario como es nuestro caso.

2.- A través de la simulación se pueden estudiar los efectos de ciertos cambios informativos, de organización y ambientales, en la operación de un sistema, al hacer alteraciones en su modelo y observar los efectos de éstas en el comportamiento del sistema.

3.- La observación detallada del sistema que se está simulando, conduce a un mejor entendimiento del mismo y proporciona opciones para mejorarlo. "Hay, en realidad, una buena evidencia de que los seres humanos tienen una gran capacidad para entender el funcionamiento de los sistemas complicados y pueden encontrar reglas de decisión casi óptimas, procedimientos de operación, etc., si tienen bastante experiencia con el sistema y éste es lo suficientemente estable".

4.- La simulación puede ser usada como recurso pedagógico, para estudiantes y practicantes, al enseñarles los conocimientos básicos en el análisis teórico, el análisis estadístico y en la toma de decisiones. Entre las disciplinas en las que la simulación ha sido utilizada con éxito para el mencionado propósito, pueden incluirse la administración de empresas, la economía, la medicina y el derecho.

5.- Los juegos operacionales "han demostrado construir un medio excelente para estimular el interés y el entendimiento de parte del participante y son particularmente útiles en la orientación de las personas con experiencia en la disciplina relativa al juego".

6.- La experiencia que se adquiere al diseñar un modelo de simulación en una computadora, puede ser más valiosa que la simulación en sí misma. El conocimiento que se obtiene al diseñar un estudio de simulación sugiere, frecuentemente, cambios en el sistema en cuestión. Los efectos de estos cambios pueden probarse, entonces, a través de la simulación, antes de implantarlos en el sistema real.

7.- La simulación de sistemas complejos puede producir un valioso y profundo conocimiento acerca de cuáles variables son más importantes que otras en el sistema y cómo ellos obran entre sí.

8.- La simulación puede emplearse para experimentar con situaciones nuevas acerca de las cuales tenemos muy poca o ninguna información, con el objeto de estar preparados para alguna eventualidad.

9.- La simulación puede servir como una prueba de servicio para ensayar nuevas políticas y reglas de decisión en la operación de un sistema, antes de tomar el riesgo de experimentar con el sistema real.

10. "Las simulaciones son valiosas algunas veces, ya que proporcionan una forma conveniente de dividir un sistema complicado en subsistemas, cualquiera de los cuales puede ser modelado por un analista o un equipo de expertos en esa área".(29)

---

(29).- Ibidem, p. 14.

11.- "Para ciertos tipos de problemas estocásticos, la secuencia de los eventos puede ser muy importante, pues la información acerca de los valores esperados y de los momentos, puede no ser suficiente para describir el proceso. En estos casos los métodos de Monte Carlo pueden constituir la única forma satisfactoria de obtener la información requerida".(30)

12.- Las simulaciones de Monte Carlo pueden realizarse para verificar soluciones analíticas.

13.- La simulación permite estudiar los sistemas dinámicos, ya sea en tiempo real, tiempo comprimido o tiempo expandido.

14.- Cuando se presentan nuevos componentes de un sistema, la simulación puede emplearse para ayudar a descubrir los obstáculos y otros problemas que resulten de la operación del sistema.

15.- "La simulación convierte a los especialistas en técnicos generales. Se obliga a los análisis a hacer una apreciación y a entender todos los aspectos del sistema con el resultado de que las conclusiones serán menos susceptibles a la parcialidad por inclinaciones particulares y menos susceptibles de volverse impracticables dentro de la configuración del sistema".(31)

---

(30).- Ibidem, p. 14.

(31).- Ibidem, p. 17.

Propiedades de los modelos para simulación.

Un modelo científico es una abstracción de algún sistema real que se emplea con propósitos de previsión y control.

La importancia de los modelos y su construcción como una parte integral de la investigación científica, ha sido expuesta de manera muy clara por Rosenblueth y Wiener.

Ninguna parte substancial del universo es tan simple como para comprender y controlarse sin abstracción. Esta consiste en reemplazar la parte del universo bajo consideración, por un modelo de estructura similar, pero más simple. Los modelos... constituyen entonces una necesidad central del procedimiento científico. El objetivo principal de un modelo científico es permitir al analista descubrir la relación del impacto de uno o más cambios en los aspectos del sistema moderado, que modifican a otros aspectos del sistema.

Para que un modelo científico sea útil en la práctica debe tener dos atributos que por su naturaleza son contrarios, que son el realismo y la simplicidad; esto es que por un lado el modelo debe ser lo más aproximado a la realidad posible incorporando la mayor parte de aspectos del mismo y a su vez debe ser manipulable y entendible.

Las variables que aparecen en los modelos económicos se emplean para relacionar un componente con otro y se clasifican como: variables exógenas, variables de estado y variables endógenas.

Las variables exógenas son las independientes o que alimentan al sistema y se suponen que han sido predeterminadas o proporcionadas independientemente del sistema que se modela. Las variables exógenas son básicamente la demanda que es como ya vimos una variable estocástica por naturaleza y el tiempo de entrega del proveedor que es también probabilística. Puede considerarse que estas variables actúan sobre el sistema pero no se modifican en base al mismo.

Es posible controlar las variables exógenas controlables e incontrolables. Las controlables son aquellas susceptibles de manipulación por quienes crean el sistema, por ejemplo el número de empleados, etc.

Las variables de estado definen el estado de un sistema o de sus componentes, ya sea al comienzo, al final o durante un período.

Estas variables interactúan con las variables exógenas del sistema por medio de las relaciones funcionales supuestas por el mismo. El valor de una variable de estado durante un período particular de tiempo puede depender no solamente de los valores de una o más variables exógenas sino también de ciertas variables de salida en períodos anteriores.

Las variables endógenas son las de salida del sistema y son generadas por la interacción de las variables exógenas con las de estado.

### **Etapas de un estudio de simulación.**

La mayoría de los autores opina que los pasos necesarios para llevar a cabo un experimento de simulación son:

**1.- Definición del sistema.** Para tener una definición exacta del sistema es necesario hacer un análisis preliminar del mismo con el fin de determinar la interacción con otros sistemas, las restricciones del sistemas, las variables que interactúan en el mismo y sus interrelaciones, así como las medidas de efectividad o indicadores del sistema.

**2.- Formulación del modelo.** Ya definidos los resultados que se esperan obtener de la simulación, el siguiente paso es definir y construir el modelo con el cual se espera obtener los resultados deseados. Es necesario definir todas las variables que forman parte del sistema y sus relaciones lógicas.

**3.- Colección de datos.** Es imprescindible que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir esta información normalmente se obtiene de las órdenes de compra, de los registros contables y de la opinión de expertos, y si no hay otro remedio por medio de la experimentación.

**4.-Implementación del modelo en la computadora.** Este paso consiste en programar en algún lenguaje o en algún paquete y obtener los resultados deseados.

**5.- Validación.** Es una de las principales etapas del estudio de simulación ya que es posible detallar deficiencias en el modelo o en los datos alimentados. Las formas más comunes de validar son por medio de la opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.

**6.- Experimentación.** Consiste en generar los datos deseados y en realizar un análisis de sensibilidad.

**7.- Interpretación.** En esta etapa del estudio se interpretan los resultados que arroja la simulación y se toman las decisiones necesarias en cuanto a la empresa.

**8.- Documentación.** Los dos tipos de documentación que se requiere son: primero la de tipo técnico, que se refiere a los datos que debe tener el modelo y una segunda que se refiere al manual del usuario.

Es importante señalar que " La mayoría de los modelos de simulación estocástica se corren con la idea de estudiar a el sistema en una situación de estado estable" .(32)

---

(32).- Cfr. , COSS , n.27 , p. 15.

### **CAPITULO 3**

#### **MODELO DE SIMULACION**

##### **3.1 SISTEMA PROPUESTO DE COMPRAS E INVENTARIOS.**

Como parte de el plan estratégico de COLISE se plantea una reestructuración del sistema de compras e inventarios, con el objeto de realizar la labor de compras y el control de inventarios de modo ordenado y sistemático.

El sistema de compras e inventarios es parte de un suprasistema que es el de la operación global de COLISE.

Es claro que las entradas de el sistema la forman los productos entrando al almacén, de el mismo modo que las salidas la integran la salida de productos para surtir a el cliente, los procesos que se realizarán son la manipulación de los datos estadísticos y de planeación.

El objetivo de el sistema sera el dar el mejor servicio a el cliente, manejando el menor costo posible, optimizando así la operación del sistema.

En el capítulo 1 se analizó el sistema actual, esto es el primer paso para poder realizar un nuevo sistema.

Para COLISE se consideró el modelo de punto de reorden como el que mejor se adapta a las necesidades de la empresa ya que presta la mejor atención a el cliente. El sistema de compras e inventarios se diseñará a partir de este modelo.

Para implementar este modelo se deberán considerar ciertas políticas para el cálculo de el E.O.Q. y de el punto de reorden, el servicio al cliente depende directamente de el factor de seguridad con el que se calculen así como el E.O.Q. calculado puede no ser el óptimo, para conocer cuáles son las políticas que optimicen el rendimiento se desarrollará un modelo de simulación cuyo objetivo sera determinar cuáles serán las políticas óptimas para el cálculo de estos datos de planeación.

Los datos de planeación, el E.O.Q. y el punto de reorden se calcularán de acuerdo a las políticas óptimas y se alimentarán a el sistema de administración con el que cuenta la empresa.

Este sistema de administración consta de un paquete computadorizado en el cual se alimentan las entradas y salidas de productos al almacén, este sistema maneja las existencias de todos los productos de la empresa y cuenta con un reporte de inventario mínimo donde enlista cuáles productos tienen un nivel de existencias menor a el establecido en los datos de planeación, será obligación del gerente de compras emitir este reporte y elaborar la orden de compra por las existencias calculadas por medio de los datos de planeación, así como negociar el tiempo de entrega y el precio.

Los datos de planeación se deben de actualizar de acuerdo a la clasificación ABC siendo mensualmente revisados los datos de los productos A y los productos B y C trimestralmente, las políticas de E.O.Q. y punto de reorden deberán de calcularse por medio de el modelo de simulación trimestralmente.

Si existiera un cambio importante en la demanda de algún producto deberán actualizarse los datos de planeación antes de el tiempo establecido.

Se deberá llevar también un registro de los pedidos que no pudieron surtirse inmediatamente y calcular cuál es el porcentaje de pedidos que se surte de el total, este será el nivel de servicio, es un objetivo de el departamento mantener por lo menos al 98% este nivel de servicio de el sistema.

Para la implementación de este sistema se ha entrenado a el gerente de compras e inventarios y a el personal administrativo, dándoles a conocer cuáles son los objetivos de el sistema y explicándoles cómo se piensa alcanzarlos, haciendo énfasis en que es responsabilidad del personal que opera el sistema hacer que tenga éxito.

El sistema será operado por un gerente de compras y dos auxiliares administrativos, el gerente será el encargado de calcular los datos estadísticos así como utilizar el sistema de simulación, y tomar las decisiones de compra. los auxiliares serán los encargados de alimentar el sistema de computadora y emitir los reportes correspondientes. Este sistema se muestra en un diagrama de flujo en la figura 10.

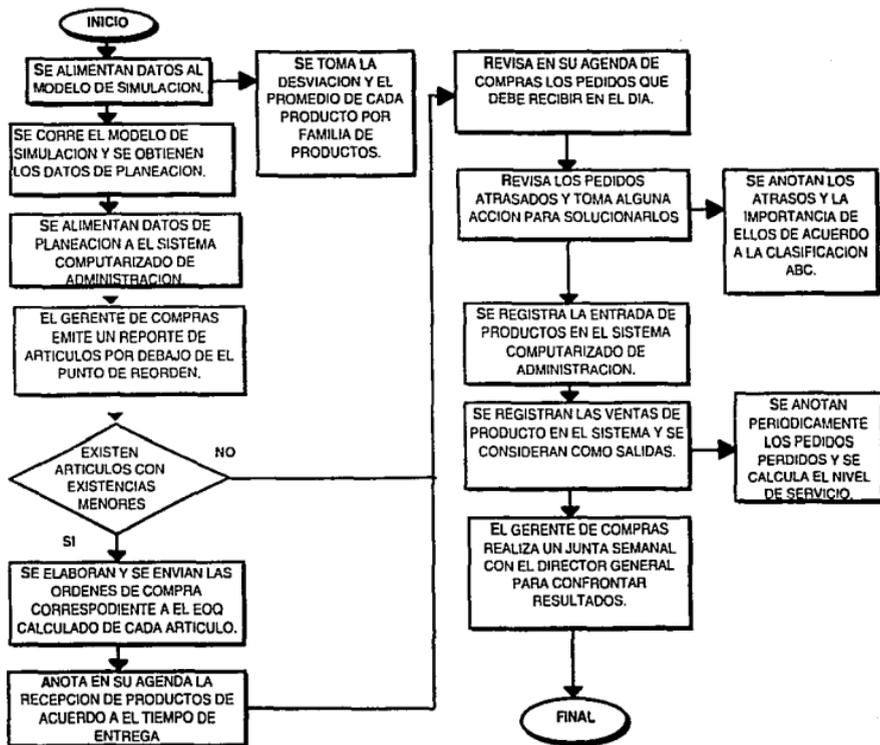


FIGURA 10: DIAGRAMA DE FLUJO DE EL SISTEMA DE COMPRAS E INVENTARIOS PROPUESTO.

### **3.2 SIMULACION DEL SISTEMA DE COMPRAS E INVENTARIOS EN COLISE.**

Planteamiento del problema y el definición del sistema de compras e inventarios.

El objetivo fundamental de la simulación es, desde un punto de vista práctico, el desarrollar la experiencia en un evento en el cual experimentar en la realidad resultaría demasiado caro.

El sistema que se va a simular es el sistema de compras e inventarios de COLISE, este sistema consta un inventario en el cual se almacenan aproximadamente 70 productos diferentes, el cual se controlará por medio de un punto de reorden para cada producto, cuando el producto alcance el nivel en existencias del punto de reorden se elabora con el proveedor una orden de compra por una cantidad calculada por medio de el E.O.Q. .

Esta orden de compra el proveedor la surtirá en el tiempo de entrega e incrementará las existencias de ese artículo en particular. Lo anterior se muestra gráficamente en la figura 7.

En el capítulo 1 se definió la estrategia competitiva de COLISE, ésta deberá ser la de diferenciación. Esta estrategia se llevará a cabo diferenciando el producto de COLISE con la competencia, por la calidad de el mismo y por la calidad de el servicio que se ofrece. Como parte fundamental del servicio está la atención al cliente por parte de el departamento de ventas y por otra parte el ofrecer el producto en el momento en que lo requiere el cliente.

El poder ofrecer el producto a tiempo al cliente será el objetivo principal del departamento de compras e inventarios. Esta política suele ser costosa ya que se corre el riesgo de mantener una alta inversión en inventarios.

Para minimizar este riesgo, se diseñó un sistema de simulación por medio del cual se experimentará la operación diaria de el almacén de COLISE, determinando el número de pedidos perdidos, el costo de almacenar y el costo de pedir, anualizados.

Esta simulación se realizará en distintos escenarios ya que se variará la cantidad de el punto de reorden y la cantidad a pedir, estos resultados se agruparán en una matriz de resultados por familia de productos.

Estas variaciones se determinaron tomando como base los modelos de punto de orden y E.O.Q.

La simulación ayudará a determinar la política con la que se establecerán la cantidad a pedir y el inventario de seguridad, para cada familia de productos.

Se acordó para poder obtener la política para cada proveedor agrupar los productos por familias, de acuerdo al proveedor.

### **3.3 FORMULACION DEL MODELO.**

#### **3.3.1 Objetivos del modelo.**

En el modelo que se desarrollará, el objetivo será el obtener el mejor rendimiento de el departamento de compras e inventarios.

Este rendimiento se medirá minimizando una función objetivo, éste será el parámetro de eficiencia de el sistema, manteniendo el nivel de servicio por encima de el mínimo preestablecido .

En esta función objetivo los factores serán:

- El costo de pedir considerado en N\$20.00 por el número de veces que se reordenará el producto durante el tiempo simulado. Este costo es bajo porque COLISE es atendido por los proveedores que son los que pagan el costo de flete, por lo que el costo de pedir se reduce al costo de las llamadas telefónicas y de la papelería.
- El costo de almacenar, éste se calcula obteniendo el valor de el inventario promedio durante el tiempo simulado, y calcular el interés que hubiera producido ese capital invertido por la empresa. Este costo se obtendrá de modo anualizado, no obstante se simulará más tiempo, la tasa que se utilizará será de el 18%.

-El costo de las ventas perdidas, es la contraparte del anterior y consta de la utilidad que se dejó de percibir al no tener el producto demandado en existencias, el rendimiento de cada producto es distinto de acuerdo al mercado que pertenecen, por ejemplo el mercado de las mascarillas es menos competitivo que el de el zapato industrial, por lo tanto la utilidad de las mascarillas es menor que el de el zapato.

Todos estos costos se presentarán anualizados para poder tener una mejor comprensión de los mismos.

### **3.3.2 Variables del sistema y colección de datos.**

Como se describió en secciones anteriores las variables se clasifican en variables exógenas, endógenas y variables de estado.

I.- Variables exógenas.- Las principales variables exógenas son la demanda diaria de cada producto, y el tiempo de entrega de cada proveedor.

A.- Demanda diaria.- La demanda de un producto al almacén esta determinada por las ventas de el mismo, la demanda es una variable que por su naturaleza se ajusta a la distribución de probabilidad normal, esto se comprobó con una prueba de bondad de ajuste a esta distribución la cual comentamos en el capítulo 1. los datos estadísticos de la demanda por producto se obtuvieron de los registros de venta de COLISE, esto se muestra en el anexo 3.

De acuerdo a los fines de el modelo a simular se agruparon los productos en familias, como en el anexo 2 y 4.

B.- Tiempo de entrega.- El tiempo de entrega de el proveedor se obtuvo haciendo un análisis de las fechas órdenes de compra y comparándolas con las fechas de entrega de el producto en almacén.

En el anexo 5 se muestra el tiempo de entrega cada proveedor, de acuerdo a la frecuencia en que éste se presenta.

C.- Tasa Mínima de Retorno.- Esta tasa mínima de retorno es la que fijó la dirección general de COLISE como 35% anual.

D.- ROI por Producto.-ROI es un indicador de rentabilidad, se obtiene dividiendo la utilidad entre la inversión. La colección de la ROI de cada producto se hizo con la colaboración de el director general de COLISE que es el que pone el precio a cada artículo.

Las dos primeras variables son incontrolables y las otras dos controlables de acuerdo a la clasificación de variables.

II.- Variables de estado.- estas variables de estado son básicamente el costo de ordenar, el costo de capital y el costo de las ventas perdidas, estos se describen en la sección de objetivos del modelo.

III.- Variables endógenas.- Las variables de salida serán el costo óptimo por familia y las condiciones en las que éste se obtiene, estas condiciones serán el E.O.Q. y el punto de reorden.

IV.- Relaciones Funcionales.- la demanda agota al almacén de productos irregularmente, de acuerdo a una distribución normal al llegar al punto de reorden se emitirá una orden de compra, que en el tiempo de entrega estocástico del proveedor llegará al almacén, si la demanda durante el tiempo de entrega es mayor que lo planeado por el inventario de seguridad las ventas que se realicen y no se puedan surtir contarán como productos no vendidos y la utilidad que no se ingresó será considerada como el costo de ventas perdidas, esta utilidad se obtendrá de la ROI promedio de cada familia de productos.

Otra relación funcional es el inventario promedio anual con la tasa del 18% para dar el costo de capital. Así como el costo de pedir que se da por el número de órdenes de compra hecha y el costo de cada una de ellas.

El nivel de servicio será determinado por medio de el factor de productos vendidos entre productos ordenados.

### **3.3.3 Implementación del modelo en computadora.**

Al implementar el programa en computadora, se toma la decisión de programarlo en un lenguaje de alto nivel, el Pascal.

" Los lenguajes de programación de alto nivel son aquéllos en que las instrucciones o secuencias a la computadora son escritas en palabras similares a los lenguajes humanos".(33)

---

(33) .- **JOYANES, Luis**, Programación en Turbo Pascal, México, Mc Graw Hill, 1990, p.15.

Se escogió el Pascal debido a que este lenguaje se tenía disponible en COLISE, además de las ventajas del mismo, como la generación de números aleatorios.

### **Simulación de variables.**

**Demanda.-** Para simular la demanda, que como ya se ha descrito, se generan números aleatorios con una distribución normal en base a el promedio de la muestra de la familia de productos la distribución se generará en base a la siguiente fórmula:

$$x = \mu + \sigma \left( \sum_{i=1}^{12} R_i - 6 \right)$$

Es importante mencionar que la demanda es una variable discreta ya que se tomarán valores enteros, por lo tanto, se tomará sólo la parte entera de el número.

Esta simulación se muestra a detalle para la primera familia de productos en el anexo 6.

**Tiempo de entrega.-** Para la simulación del tiempo de entrega se utilizará la técnica de simulación de la transformada inversa, que se basa en el anexo 5 en el que se describe los diferentes tiempos de entrega y su distribución de probabilidad.

La simulación de el tiempo de entrega de el proveedor 1 se muestra en el anexo 7 así como el cálculo de los factores por el método de la transformada inversa.

El cálculo del E.O.Q. se realizará de acuerdo a la formula

$$= \sqrt{\frac{2US}{IC}}$$

U = Uso anual en piezas, éste se obtiene de el anexo 3 que es el registro de las ventas anuales de cada familia de productos.

S = Costo de el arreglo o pedido en N\$, éste como ya se ha mencionado es de N\$ 20.00.

I = Costo de tenencia de inventario, éste se obtiene como fracción decimal de cada N\$ de inventario promedio. Este costo se considerará como de .18 ya que esta es la tasa de retorno bancaria y ése es el costo mas representativo de la tenencia de inventarios para COLISE.

C = costo unitario en N\$ por pieza, este se obtiene con un promedio del costo por pieza de cada familia de productos.

En el anexo 8 se muestra un cálculo de el E.O.Q. para cada familia de productos.

Para efectos de la simulación, se usará un E.O.Q. donde se toma la demanda como la suma de el promedio de la demanda de el producto mas la desviación estándar multiplicada por un factor, este factor será parte fundamental de la política de compras de COLISE y se calculará desde 1 hasta 10 para tener un amplio escenario de simulación.

El cálculo de el punto de reorden se realiza por medio de la fórmula siguiente:

$$= \bar{x} t + n s t$$

El inventario de seguridad está determinado por el factor de seguridad que puede ser 1,2,3 de acuerdo a la seguridad que se requiera, esto se discute con profundidad en el capítulo 2.

Debido a los objetivos de la simulación fue necesario, realizar el modelo del sistema en tres escenarios con un inventario de seguridad bajo, medio y alto. El cálculo los niveles de reorden por familia se muestran en el anexo 8.

#### **Diagrama de flujo y programa codificado.**

Es común utilizar para la descripción de un programa un diagrama de flujo que es "una representación gráfica de un algoritmo".

En la figura 11 se muestran los elementos mas comúnmente usados y normalizados por el Instituto Norteamericano de Normalización (ANSI).

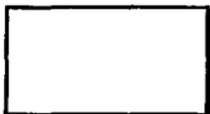
A continuación, en la figura 12, se muestra el diagrama de flujo del programa de simulación de compras e inventarios de COLISE.



TERMINAL



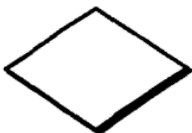
ENTRADA/SALIDA



PROCESO



SUBPROGRAMA



DECISION



CONECTORES

FIGURA 11: ELEMENTOS NORMALIZADOS.



El diagrama consta de tres partes, la primera será la introducción de los datos estadísticos de cada familia de productos, éstas son la demanda promedio de cada familia, la desviación de cada demanda, el valor de venta promedio para cada familia, la ROI de cada mercado y el tiempo de entrega promedio de cada proveedor.

La segunda parte de el diagrama consta de tres ciclos , el externo se repetirá 8 veces, tomando los valores estadísticos de cada una de las 8 familias durante cada ciclo. El ciclo intermedio se repetirá 10 veces, cada vez calculará un diferente E.O.Q. por medio de la fórmula expuesta en el capítulo 2 y tomando los valores de estadísticos de la familia de productos del ciclo en el que se encuentre, el E.O.Q. variará ya que cada vez se tomara la demanda promedio más la desviación estándar multiplicada por un factor de 1 a 10 de acuerdo al ciclo en el que se encuentre. Para el ciclo interno se realizará tres veces calculando el punto de reorden con un factor de seguridad de 1,2,3 de acuerdo a el ciclo en el que esté.

Esta segunda etapa es la que simula los escenarios en los que el modelo realizará la operación diaria de el departamento de compras e inventarios de COLISE.

La tercera etapa será la que realiza la simulación de la operación de compras e inventarios ésta constará de un ciclo en el cual se tendrán cuatro variables que serán el inventario inicial, el inventario final la demanda y el reorden. el inventario inicial será igual al inventario final de el período anterior, para el primer ciclo se tomó igual a el E.O.Q. correspondiente, el inventario final será igual al inicial menos la demanda del día, más el reorden si es que éste existe,

la demanda se calculará por medio de números aleatorios como ya se describió anteriormente.

Cuando el inventario inicial sea menor que el punto de reorden correspondiente se levantará una orden de compra con el proveedor que nos surtirá el pedido en un tiempo de entrega, este tiempo de entrega se simulará por medio de rangos obtenidos de el método de transformada inversa como se detalló en la sección anterior.

Una vez obtenido el tiempo de entrega, se sumarán los días de entrega al día en el que se elaboró la orden de compra, éste será el día de entrega, el reorden del día de entrega será igual a el E.O.Q. del ciclo en el que se encuentre.

Dentro de esta etapa también se calculará el costo asociado a cada combinación de E.O.Q. y punto de reorden, el costo total se obtiene de tres costos asociados, el costo de pedir, de capital y el de ventas perdidas.

El costo de pedir se obtiene de contabilizar las órdenes elaboradas en el tiempo de simulación y multiplicarla por el costo de levantar la orden de compra.

El costo de capital se obtiene promediando el inventario inicial, este promedio se considera como una inversión que causará un interés durante el tiempo que se realiza la simulación. El costo de agotamiento o de ventas perdidas se calcula contabilizando las ventas que se pierden cuando el inventario llega a 0 y multiplicando esta venta perdida por la utilidad que se obtendría si realmente se hubiera realizado la venta, esta utilidad se calculará por medio de la ROI de cada familia. El programa ya codificado para pascal se muestra en la figura 13

## PROGRAM TESIS;

USES

cr;

TYPE

resp=text;  
DATOS=ARRAY[1..10]OF REAL;  
DATOS1=ARRAY[1..10]OF INTEGER;  
JAT=ARRAY[0..110]OF longINT;  
COSTO=ARRAY[1..9,1..10,1..3]OF REAL;  
JOB=ARRAY[1..9,1..10]OF REAL;  
job1=array[1..9,1..10]of real;

VAR

SENSI,A,L,W,Z,V,FAM,M,N,Q,Y,X,g,B,REPE:LONGINT;  
TE,TEN:DATOS1;  
DEM,ROI,VAL,DES:DATOS;  
MAX,MAXN,MAXQ,MAXM,MAXE,MAXR,MAXS,VTA,INV,PEDPE,PEDOR,I,TRI:REAL;  
EOQ:JOB;  
rjob1;  
P1:REAL;  
RE:JAT;  
fact,inv1,rep1,SERV,COSCAP,COSPED,COSVTA,COSTOT:COSTO;  
clint:resp;

begin

{----- DATOS INICIALES -----}

RANDOMIZE;  
V:=0;  
Z:=0;  
dem[1]:=3029;  
dem[2]:=6570;  
dem[3]:=3032;  
dem[4]:=83;  
dem[5]:=198;  
dem[6]:=4;  
dem[7]:=1986;  
dem[8]:=201;  
des[1]:=1061;  
des[2]:=1560;  
des[3]:=722;  
des[4]:=10;  
des[5]:=24;  
des[6]:=1.37;  
des[7]:=839;  
des[8]:=62;  
te[1]:=1;  
te[2]:=1;  
te[3]:=1;  
te[4]:=2;  
te[5]:=1;  
te[6]:=1;  
te[7]:=3;  
te[8]:=4;  
VAL[1]:=1.409;  
VAL[2]:=0.5489;  
VAL[3]:=0.5929;  
VAL[4]:=27.883;  
VAL[5]:=16.41;  
VAL[6]:=291.85;  
VAL[7]:=1.51548;  
VAL[8]:=19.57;  
ROI[1]:=0.40;  
ROI[2]:=0.40;  
ROI[3]:=0.35;

FIGURA 13: PROGRAMA CODIFICADO PARA PASCAL.

```

RO[4]:=0.35;
RO[5]:=0.50;
RO[6]:=0.35;
RO[7]:=0.35;
RO[8]:=0.35;
ten[1]:=5;
ten[2]:=5;
ten[3]:=5;
ten[4]:=15;
ten[5]:=5;
ten[6]:=5;
ten[7]:=10;
ten[8]:=18;

```

```
assign(clint,'c:\arturo\SENSI.wks');
```

```
rewrite(clint);
```

```
(-----PROGRAMA GENERAL-----)
```

```
WRITELN('CUANTOS DIAS QUIERES SIMULAR ');
```

```

READLN(REPE);
WRITELN('CUAL FAMILIA ');
READLN(FAM);
WRITELN(' DESEA SOLO RESULTADOS 1/S 2/N');
READLN(SENSI);
for i:=1 to 100 do
begin
re[i]:=0
end;

```

```

for m:=1 to fam do
BEGIN (LINEA)
MAX:=100000;
WRITELN(' FAMILIA ', M:3);

```

```

FOR N:=1 TO 10 DO
BEGIN {EOQ}

```

```

EOQ[M,N]:=SQRT((((360*des[m]^(N))+360*DEM[M])*2*20)/(0.18*(VAL[M]/(RO[M]+1))));
WRITE(EOQ[M,N]:10:0,' ');

```

```

FOR Q:=1 TO 3 DO
BEGIN (REORDEN)
R[M,Q]:=DEM[M]*TEN[M]+(DES[M]*TEN[M])^Q;
(simulacion)
(generacion de demanda en base a numeros normal)
PEDOR:=0;
PEDPE:=0;
V:=0;
INV:=0;
VTA:=0;
tri:=0;
I:=TRUNC(EOQ[M,N]);
g:=0;
FOR Y:=1 TO REPE DO
BEGIN (SIMULACION)
{ Write(y:10);
{ write(i:10);
P1:=0;
if g=100 then g:=0;
g:=g+1;

```

FIGURA 13: PROGRAMA CODIFICADO PARA PASCAL.

```

re[g-1]:=0;
INV:=INV+(I/REPE);

FOR X:=1 TO 12 DO
  BEGIN
    P1:=RANDOM*P1;
    END;

TRI:=TRUNC(dem[M]*des[M]*(p1-6));
IF TRI<0 THEN TRI:=0;
VTA:=VTA+(TRI/REPE);
I:=I-TRI+re[g];
IF I<0 THEN
  BEGIN
    PEDPE:=((-1)*I/REPE)+PEDPE;
    I:=0;
    END;
IF RE[G]>0 THEN
  BEGIN
    V:=0;
    PEDOR:=PEDOR+1;
    END;
IF (I<=R[M,O]) AND (V=0)
  THEN
  BEGIN
    (CALCULO DEL TIEMPO DE ENTREGA)
    IF TE[M]=1 THEN
      BEGIN
        W:=TRUNC(RANDOM*100);
        IF (W >= 95) THEN Z:=TRUNC(RANDOM*8)*8;
        IF (W < 95) AND (W >= 90) THEN Z:=7;
        IF (W < 90) AND (W >= 81) THEN Z:=6;
        IF (W < 81) AND (W >= 65) THEN Z:=5;
        IF (W < 65) AND (W >= 43) THEN Z:=4;
        IF (W < 43) AND (W >= 0) THEN Z:=3;
        B:=G+Z;
        IF B>100 THEN B:=B-100;
        RE[B]:=TRUNC(EQQ[M,N]);
        END;
    IF TE[M]=2 THEN
      BEGIN
        W:=TRUNC(RANDOM*100);
        IF (W >= 99) THEN Z:=35;
        IF (W < 99) AND (W >= 97) THEN Z:=25;
        IF (W < 97) AND (W >= 95) THEN Z:=24;
        IF (W < 95) AND (W >= 94) THEN Z:=23;
        IF (W < 94) AND (W >= 94) THEN Z:=22;
        IF (W < 94) AND (W >= 79) THEN Z:=21;
        IF (W < 79) AND (W >= 79) THEN Z:=20;
        IF (W < 79) AND (W >= 79) THEN Z:=19;
        IF (W < 79) AND (W >= 78) THEN Z:=18;
        IF (W < 78) AND (W >= 68) THEN Z:=17;
        IF (W < 68) AND (W >= 59) THEN Z:=16;
        IF (W < 59) AND (W >= 50) THEN Z:=15;
        IF (W < 50) AND (W >= 33) THEN Z:=14;
        IF (W < 33) AND (W >= 18) THEN Z:=13;
        IF (W < 19) AND (W >= 17) THEN Z:=12;
        IF (W < 17) AND (W >= 15) THEN Z:=11;
        IF (W < 15) AND (W >= 0) THEN Z:=10;
        B:=G+Z;
        IF B>100 THEN B:=B-100;
        RE[B]:=TRUNC(EQQ[M,N]);
        END;
    IF TE[M]=4 THEN
      BEGIN
        W:=TRUNC(RANDOM*100);
        IF (W >= 98) THEN Z:=35;

```

FIGURA 13: PROGRAMA CODIFICADO PARA PASCAL.

```

IF (W < 98 ) AND ( W>=92 ) THEN Z:=24;
IF (W < 92 ) AND ( W>=89 ) THEN Z:=23;
IF (W < 89 ) AND ( W>=84 ) THEN Z:=22;
IF (W < 84 ) AND ( W>=79 ) THEN Z:=21;
IF (W < 79 ) AND ( W>=71 ) THEN Z:=20;
IF (W < 71 ) AND ( W>=69 ) THEN Z:=19;
IF (W < 69 ) AND ( W>=66 ) THEN Z:=18;
IF (W < 66 ) AND ( W>=58 ) THEN Z:=17;
IF (W < 58 ) AND ( W>=48 ) THEN Z:=16;
IF (W < 48 ) AND ( W>=00 ) THEN Z:=15;
B:=G+Z;
IF B>100 THEN B:=B-100;
RE[B]:=TRUNC(EOQ[M,N]);

END;
IF TE[M]=3 THEN
BEGIN
W:=TRUNC(RANDOM*100);
IF (W>= 95 ) THEN Z:=35;
IF (W < 95 ) AND ( W>=95 ) THEN Z:=20;
IF (W < 95 ) AND ( W>=94 ) THEN Z:=18;
IF (W < 94 ) AND ( W>=94 ) THEN Z:=17;
IF (W < 94 ) AND ( W>=93 ) THEN Z:=16;
IF (W < 93 ) AND ( W>=88 ) THEN Z:=15;
IF (W < 88 ) AND ( W>=82 ) THEN Z:=14;
IF (W < 82 ) AND ( W>=79 ) THEN Z:=13;
IF (W < 79 ) AND ( W>=76 ) THEN Z:=12;
IF (W < 76 ) AND ( W>=75 ) THEN Z:=11;
IF (W < 75 ) AND ( W>=71 ) THEN Z:=10;
IF (W < 71 ) AND ( W>=65 ) THEN Z:=9;
IF (W < 65 ) AND ( W>=57 ) THEN Z:=8;
IF (W < 57 ) AND ( W>=0 ) THEN Z:=7;
B:=G+Z;
IF B>100 THEN B:=B-100;
RE[B]:=TRUNC(EOQ[M,N]);

END;
V:=1;
END; ( PUNTO DE REORDEN )
(writeIn(G:5,RE[g]:10,TRI:10,I:10,V:5,Z:5,PEDPE:10);

```

END; ( FIN DE LA SIMULACION )

```

SERV[M,N,Q]:=(VTA-PEDPE)/VTA*100;
COSCAP[M,N,Q]:=( (INV) * VAL[M] )^0.18;
COSPED[M,N,Q]:= PEDOR*20/(REPE/360);
COSVTA[M,N,Q]:= TRUNC( 360*PEDPE* (rol[m]*val[m] / (1+rol[m])) );
COSTOT[M,N,Q]:= COSCAP[M,N,Q]+COSPED[M,N,Q]+COSVTA[M,N,Q];
WRITE(COSTOT[M,N,Q]:10,0.SERV[M,N,Q]:7,0);
IF COSTOT[M,N,Q]<MAX THEN
BEGIN
MAX:=COSTOT[M,N,Q];
MAXN:=N;
MAXQ:=Q;
MAXS:=SERV[M,N,Q];
MAKE:=EOQ[M,N];
MAXR:=R[M,Q];
MAXM:=M;
END;
IF SENSI<>1 THEN
BEGIN
write(clint,m:10);

```

FIGURA 13: PROGRAMA CODIFICADO PARA PASCAL.

```

write(clint_pedpe:30);
write(clint_pedor:30);
write(clint,' ');
END;
END;
WRITELN(' ');
END;
IF SENS1=1 THEN
BEGIN
WRITE(CLINT,MAXM:15:0);
WRITE(CLINT,MAXN:15:0);
WRITE(CLINT,MAXQ:15:0);
WRITE(CLINT,MAX:15:0);
WRITE(CLINT,MAXS:15:0);
WRITE(CLINT,MAXR:15:0);
WRITE(CLINT,MAXE:15:0);
WRITELN(CLINT,' ');
END;

WRITELN(R[M,1]:10:0,R[M,2]:10:0,R[M,3]:10:0);
WRITELN('-----');

WRITELN(' ');

END;

WRITE(CLINT,' ');
close(clint)
END.

```

**FIGURA 13: PROGRAMA CODIFICADO PARA PASCAL.**

### **3.3.4 Validación del sistema.**

El modelo de simulación se realizó con la colaboración de personal experto en los datos que se alimentaron al sistema, esto valida los datos obtenidos.

### **3.3.5 Experimentación (Corridas).**

Se realizó una corrida para 100,000 días de simulación para cada familia de productos, esta corrida arroja los datos de las tablas 1 a 8, se consideró que 100,000 días era el óptimo en cuanto a tiempo de corrida ya que se obtiene una variación máxima de un 2 % en los resultados con respecto a corridas realizadas con 5,000,000 días con una sola combinación de parámetros.

En sistemas con muchas variables es difícil encontrar un estado estable, es decir resultados sin variaciones, este 2% nos representará una esperanza de que se siempre se puede realizar una mejora.

Esta corrida de 100,000 días duró aproximadamente 2 horas al correrlo en una computadora 486 de 44Mhz.

En estas tablas se ordenan los costos totales para cada combinación en forma matricial, se muestra el factor de seguridad en la parte superior y la cantidad del punto de reorden en la parte inferior, en la parte izquierda de la matriz se muestra el factor asociado a el E.O.Q. y en la parte derecha la cantidad y el factor de E.O.Q. con el que se obtuvo el costo. En la tabla 9 se muestra un resumen de los resultados de las 8 familias así como un cálculo de la cobertura.

FAMILIA DE PRODUCTOS 1

FACTOR DE REORDEN

		1	2	3		
	1	\$ 19,382	\$ 16,043	\$ 13,519		<b>18,031</b>
	2	\$ 19,002	\$ 15,299	\$ 12,716		<b>20,235</b>
FACTOR	3	\$ 17,265	\$ 14,565	\$ 12,356		<b>22,221</b>
EOQ	4	\$ 16,807	\$ 13,394	\$ 12,340		<b>24,044</b>
	5	\$ 16,058	\$ 13,818	<b>\$ 12,010</b>		<b>25,738</b>
	6	\$ 15,912	\$ 12,705	\$ 12,117		<b>27,328</b>
	7	\$ 15,598	\$ 14,144	\$ 12,163		<b>28,829</b>
	8	\$ 14,731	\$ 12,968	\$ 12,495		<b>30,257</b>
	9	\$ 14,601	\$ 13,097	\$ 12,272		<b>31,620</b>
	10	\$ 14,984	\$ 13,192	\$ 12,514		<b>32,926</b>
		<b>20,450</b>	<b>25,755</b>	<b>31,060</b>		
		CANTIDAD DE REORDEN				

TABLA 1: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 2

		FACTOR DE REORDEN			
		1	2	3	
FACTOR EOQ	1	\$ 17,320	\$ 15,107	\$ 13,677	40,729
	2	\$ 17,116	\$ 14,370	\$ 12,498	44,466
	3	\$ 15,961	\$ 13,363	\$ 12,247	47,911
	4	\$ 15,190	\$ 12,872	\$ 11,938	51,125
	5	\$ 14,346	\$ 12,365	\$ 11,762	54,149
	6	\$ 13,495	\$ 12,244	\$ 11,272	57,013
	7	\$ 13,638	\$ 12,359	\$ 11,327	59,739
	8	\$ 14,162	\$ 11,952	\$ 11,174	62,346
	9	\$ 13,913	\$ 11,914	\$ 10,886	64,849
	10	\$ 13,362	\$ 11,608	\$ 10,844	67,258
		40,650	48,450	56,250	
CANTIDAD DE REORDEN					

TABLA 2: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 3

		FACTOR DE REORDEN			
		1	2	3	
FACTOR EQ	1	\$ 7,521	\$ 6,151	\$ 5,781	<b>26,150</b>
	2	\$ 6,906	\$ 6,053	\$ 5,704	<b>28,554</b>
	3	\$ 6,665	\$ 5,812	<b>\$ 5,494</b>	<b>30,771</b>
	4	\$ 6,379	\$ 5,789	\$ 5,914	<b>32,636</b>
	5	\$ 6,471	\$ 6,116	\$ 5,689	<b>34,783</b>
	6	\$ 6,574	\$ 5,833	\$ 5,569	<b>36,625</b>
	7	\$ 6,280	\$ 5,875	\$ 5,855	<b>38,379</b>
	8	\$ 6,327	\$ 6,035	\$ 5,714	<b>40,055</b>
	9	\$ 6,294	\$ 5,622	\$ 5,728	<b>41,665</b>
	10	\$ 6,482	\$ 5,992	\$ 5,804	<b>43,214</b>
		<b>18,770</b>	<b>22,380</b>	<b>25,990</b>	
		CANTIDAD DE REORDEN			

TABLA 3: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 4

FACTOR DE REORDEN

		1	2	3	
FACTOR EQQ	50	\$ 14,160	\$ 12,046	\$ 10,836	1,503
	51	\$ 14,253	\$ 11,782	<b>\$ 10,465</b>	1,516
	52	\$ 13,499	\$ 11,956	\$ 10,919	1,528
	53	\$ 13,743	\$ 12,046	\$ 10,820	1,541
	54	\$ 13,822	\$ 12,018	\$ 10,763	1,553
	55	\$ 13,756	\$ 12,199	\$ 10,739	1,566
	56	\$ 13,941	\$ 12,160	\$ 11,136	1,578
	57	\$ 13,468	\$ 12,205	\$ 10,644	1,590
	58	\$ 13,516	\$ 11,976	\$ 11,067	1,603
	59	\$ 13,541	\$ 12,426	\$ 11,122	1,615
	60	\$ 13,664	\$ 12,320	\$ 10,805	1,626
	61	\$ 13,665	\$ 11,927	\$ 10,921	1,638
	62	\$ 14,080	\$ 11,970	\$ 10,807	1,650
	63	\$ 13,578	\$ 12,092	\$ 10,831	1,662
	64	\$ 13,706	\$ 12,289	\$ 10,662	1,673
	65	\$ 13,511	\$ 12,100	\$ 10,678	1,685
	66	\$ 13,718	\$ 12,323	\$ 10,998	1,696
	67	\$ 13,722	\$ 12,150	\$ 10,731	1,708
	68	\$ 14,097	\$ 11,964	\$ 10,887	1,719
	69	\$ 13,993	\$ 12,169	\$ 11,251	1,730
70	\$ 13,611	\$ 12,057	\$ 10,896	1,742	
		<b>1,395</b>	<b>1,545</b>	<b>1,695</b>	

CANTIDAD DE REORDEN

TABLA 4: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 5

		FACTOR DE REORDEN			
		1	2	3	
FACTOR EOQ	1	\$ 19,663	\$ 16,949	\$ 15,680	1,274
	2	\$ 19,469	\$ 16,446	\$ 14,482	1,341
	3	\$ 17,749	\$ 17,008	\$ 13,409	1,405
	4	\$ 17,214	\$ 15,854	\$ 14,558	1,466
	5	\$ 17,218	\$ 15,235	\$ 13,082	1,525
	6	\$ 17,629	\$ 15,338	\$ 13,271	1,581
	7	\$ 16,903	\$ 14,362	\$ 12,779	1,636
	8	\$ 16,634	\$ 14,407	\$ 12,311	1,689
	9	\$ 15,324	\$ 13,597	\$ 12,415	1,740
	10	\$ 15,696	\$ 13,751	\$ 12,601	1,790
		1,110	1,230	1,350	

CANTIDAD DE REORDEN

TABLA 5: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 6

FACTOR DE REORDEN

		1	2	3		
FACTOR EOQ	1	\$ 3,645	<b>\$ 3,413</b>	\$ 3,523	<b>45</b>	CANTIDAD EOQ
	2	\$ 3,648	\$ 3,462	\$ 3,569	<b>50</b>	
	3	\$ 3,529	\$ 3,560	\$ 3,750	<b>55</b>	
	4	\$ 3,654	\$ 3,696	\$ 3,841	<b>59</b>	
	5	\$ 3,697	\$ 3,751	\$ 3,961	<b>63</b>	
	6	\$ 3,814	\$ 3,926	\$ 4,020	<b>67</b>	
	7	\$ 3,884	\$ 3,942	\$ 4,151	<b>71</b>	
	8	\$ 3,998	\$ 4,042	\$ 4,244	<b>74</b>	
	9	\$ 4,045	\$ 4,152	\$ 4,316	<b>78</b>	
	10	\$ 4,121	\$ 4,256	\$ 4,463	<b>81</b>	
		<b>27</b>	<b>34</b>	<b>41</b>		

CANTIDAD DE REORDEN

TABLA 6: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 7

		FACTOR DE REORDEN			
		1	2	3	
FACTOR EOQ	1	\$ 41,880	\$ 34,955	\$ 28,522	14,189
	2	\$ 33,968	\$ 29,240	\$ 23,678	16,159
	3	\$ 30,394	\$ 24,652	\$ 22,339	17,914
	4	\$ 26,767	\$ 23,351	\$ 20,779	19,511
	5	\$ 24,449	\$ 22,688	\$ 20,650	20,988
	6	\$ 23,129	\$ 21,419	\$ 19,357	22,367
	7	\$ 22,461	\$ 20,165	\$ 19,564	23,666
	8	\$ 23,128	\$ 20,478	\$ 18,914	24,897
	9	\$ 22,115	\$ 19,036	<b>\$ 18,811</b>	26,070
	10	\$ 19,732	\$ 19,124	\$ 19,075	27,193
		28,250	36,640	45,030	

CANTIDAD DE REORDEN

TABLA 7: RESULTADOS DE LA SIMULACION

FAMILIA DE PRODUCTOS 8

		FACTOR DE REORDEN			
		1	2	3	
FACTOR EOQ	50	\$ 19,019	\$ 21,108	\$ 24,426	4,268
	51	<b>\$ 18,495</b>	\$ 21,136	\$ 24,490	4,308
	52	\$ 18,904	\$ 21,460	\$ 24,741	4,348
	53	\$ 19,257	\$ 21,655	\$ 24,821	4,387
	54	\$ 19,138	\$ 21,970	\$ 24,796	4,426
	55	\$ 19,384	\$ 21,676	\$ 24,948	4,464
	56	\$ 19,475	\$ 21,699	\$ 25,061	4,502
	57	\$ 19,360	\$ 22,005	\$ 25,111	4,540
	58	\$ 19,577	\$ 22,042	\$ 25,308	4,578
	59	\$ 19,218	\$ 22,252	\$ 25,361	4,615
	60	\$ 19,216	\$ 22,165	\$ 25,467	4,652
	61	\$ 19,471	\$ 22,130	\$ 25,479	4,688
	62	\$ 19,805	\$ 22,274	\$ 25,658	4,725
	63	\$ 19,727	\$ 22,596	\$ 25,691	4,761
	64	\$ 20,318	\$ 22,565	\$ 25,841	4,797
	65	\$ 19,781	\$ 22,582	\$ 25,934	4,832
	66	\$ 20,404	\$ 22,796	\$ 25,991	4,867
	67	\$ 20,024	\$ 22,769	\$ 26,240	4,902
	68	\$ 20,214	\$ 23,031	\$ 26,287	4,937
	69	\$ 19,828	\$ 22,901	\$ 26,420	4,972
70	\$ 20,409	\$ 23,146	\$ 26,499	5,006	
		<b>4,734</b>	<b>5,850</b>	<b>6,966</b>	
		CANTIDAD DE REORDEN			

TABLA 8: RESULTADOS DE LA SIMULACION

### CUADRO DE RESULTADOS

FAM.	EQ	FACTOR	REORDEN	FACTOR	COSTO	NIVEL
					TOTAL	SERVICIO
1	25,738	5	31,060	3	12,010	99%
2	67,258	10	56,250	3	10,844	99%
3	30,771	3	25,990	3	5,494	99%
4	1,516	51	1,695	3	10,465	99%
5	1,689	8	1,350	3	12,311	98%
6	34	1	45	2	3,413	99%
7	26,070	9	45,030	3	18,811	98%
8	4,308	51	4,734	1	18,495	99%

**COSTO TOTAL                    91,843**

### MEJORA EN COBERTURA

FAM.	COSTO	VALOR	INVENTARIO	DEMANDA	DIAS
	CAPITAL	PROMEDIO	PROMEDIO	DIARIA	COBERTURA
1	8,119	1.41	4,883	3,029	1.61
2	6,593	0.54	10,347	6,570	1.57
3	3,270	0.59	4,697	3,032	1.55
4	7,896	27.39	244	83	2.94
5	4,307	16.41	222	198	1.12
6	1,320	291.85	4	4	0.96
7	11,394	1.52	6,372	1,986	3.21
8	16,338	19.57	707	201	3.52

**COBERTURA TOTAL                    2.06**

**TABLA 9 : RESULTADOS DEL MODELO DE SIMULACION**

En el anexo 9 se muestran los resultados completos de cada familia de productos, mostrando los tres costos involucrados para cada combinación de factores.

### **3.3.6 Interpretación.**

La interpretación de los resultados de este modelo muestran que se debe de seguir una política diferente para la implementación del punto de orden y para las consideraciones del E.O.Q , estas políticas se muestran en la tabla 9, el cálculo del punto de reorden y el E.O.Q. se muestran en la tabla 10.

Con esto se demuestra que:

**" El óptimo de los óptimos no es el óptimo global de la empresa".**

Ya que si se hubiera considerado una sola política para calcular la cantidad u ordenar o el punto de reorden, se hubieran perdido ahorros importantes.

Esto es consecuencia de que cada familia de productos tiene condiciones distintas establecidas por la competencia del mercado al que pertenecen, estas condiciones pueden ser la ROI del mercado, la variabilidad de las ventas, y el servicio de el proveedor de esa familia de productos.

Por otra parte en la fórmula del E.O.Q. no se considera ningún factor dedicado a penalizar el servicio a clientes y como ya se ha expuesto en el capítulo 1 parte de la estrategia de diferenciación del producto depende del servicio a clientes,

NUM.	CLAVE	LINEA	PRECIO	DEMANDA		DES.V. STD	ROI	TIEMPO ENTREGA	FACTOR E.O.Q.	FACTOR SEGURIDAD	PUNTO REORDEN	E.O.Q.
				DIARIA	DIARIA							
1	ZL9BA	LF	1.00	2.454	1.076	0.40	5	5	3	28.406	29.610	
2	ZL9BB	LF	1.00	185	50	0.40	5	5	3	1.682	6.996	
3	ZL9BC	LF	1.00	39	11	0.40	5	5	3	364	3.271	
4	ZL9BD	LF	2.00	36	3	0.40	5	5	3	236	1.734	
5	ZL9BE	LF	2.00	18	5	0.40	5	5	3	166	1.557	
6	ZLIDIA	LD	5.00	94	37	0.40	5	5	3	1.021	2.454	
7	ZLIDB	LD	5.00	10	3	0.40	5	5	3	98	763	
8	ZLIDC	LD	5.00	114	136	0.40	5	5	3	2.611	4.217	
9	ZLIDD	LD	5.00	6	0	0.40	5	5	3	32	388	
10	ZLIDE	LD	5.00	72	131	0.40	5	5	3	2.326	4.037	
11	ZSMDA	SMD	0.50	1.454	752	0.40	5	10	3	18.699	44.907	
12	ZSMDB	SMD	2.40	457	189	0.40	5	10	3	5.272	10.537	
13	ZSMDC	SMD	0.50	565	262	0.40	5	10	3	6.663	26.812	
14	ZSMDD	SMD	0.50	164	66	0.40	5	10	3	1.811	13.569	
15	ZSMDF	SMD	2.50	16	12	0.40	5	10	3	250	2.464	
16	ZSMBA	SMR	50.00	11	7	0.20	6	10	3	161	427	
17	ZSMBB	SMR	25.00	14	11	0.20	6	10	3	237	749	
21	ZSMAA	SMA	0.10	2.042	1.172	0.20	5	10	3	27.993	124.337	
22	ZSMAB	SMA	0.10	956	342	0.20	5	10	3	10.013	20.552	
23	ZSMAAC	SMA	0.10	375	153	0.20	5	10	3	4.164	46.148	
24	ZSMAAD	SMA	0.10	200	316	0.20	5	10	3	6.197	62.196	
25	ZSMAE	SMA	0.10	105	100	0.20	5	10	3	2.027	35.182	
26	ZCIEA	CE	0.50	777	183	0.35	5	3	3	6.620	16.923	
27	ZCIEB	CE	0.50	797	367	0.35	5	3	3	9.494	20.252	
28	ZCIEC	CE	0.65	68	57	0.35	6	3	3	1.196	6.361	
29	ZCIED	CE	0.20	170	229	0.35	5	3	3	4.285	21.512	
30	ZCIEE	CE	1.00	138	111	0.35	5	3	3	2.354	7.131	
31	ZCIDA	CD	0.72	548	212	0.35	5	3	3	5.912	13.318	
32	ZCIDB	CD	0.72	441	209	0.35	5	3	3	5.340	12.658	
33	ZCIDC	CD	1.00	52	46	0.35	5	3	3	945	4.517	
34	ZCIDD	CD	0.65	30	10	0.35	5	3	3	442	3.634	
35	ZCIDE	CD	1.00	11	7	0.35	5	3	3	197	1.900	

TABLA 10: PUNTO DE REORDEN Y E.O.Q. POR PRODUCTO.

NUM.	CLAVE	LINEA	PRECIO	DEMANDA		DESV. STD		ROI	TIEMPO ENTREGA	FACTOR E.O.Q.	FACTOR SEGURIDAD	PUNTO REORDEN	E.O.Q.
				DIARIA	DIARIA	DIARIA	DIARIA						
36	I2ACHA	ZCH	20.00	2	2	0.50	15	51	3	99	691		
37	I2ACHB	ZCH	20.00	7	5	0.50	15	51	3	312	1,201		
38	I2ACHC	ZCH	20.00	13	7	0.50	15	51	3	498	1,457		
39	I2ACHD	ZCH	20.00	6	4	0.50	15	51	3	266	1,099		
40	I2ACHE	ZCH	20.00	3	3	0.50	15	51	3	180	945		
41	I2ABOA	ZB	35.00	1	1	0.50	15	51	3	67	443		
42	I2ABOB	ZB	35.00	4	3	0.50	15	51	3	210	760		
43	I2ABOC	ZB	35.00	5	4	0.50	15	51	3	265	870		
44	I2ABOD	ZB	35.00	3	3	0.50	15	51	3	164	664		
45	I2ABOE	ZB	35.00	2	1	0.50	15	51	3	79	465		
46	I2ACHCASA	ZCHCAS	25.00	1	1	0.50	15	51	3	37	375		
47	I2ACHCASB	ZCHCAS	25.00	6	2	0.50	15	51	3	186	767		
48	I2ACHCAS3C	ZCHCAS	25.00	2	1	0.50	15	51	3	75	507		
49	I2ACHCASD	ZCHCAS	25.00	5	4	0.50	15	51	3	240	953		
50	I2ACHCASE	ZCHCAS	25.00	6	4	0.50	15	51	3	264	1,030		
51	I2ABOCASB	ZB	40.00	3	2	0.50	15	51	3	120	514		
52	I2ABOCASB	ZB	40.00	2	1	0.50	15	51	3	78	436		
53	I2ABOCASC	ZB	40.00	6	3	0.50	15	51	3	223	663		
54	I2ABOCASD	ZB	40.00	1	1	0.50	15	51	3	55	350		
55	I2ABOCASE	ZB	40.00	5	4	0.50	15	51	3	270	810		
56	2PA1C	PC	7.00	52	15	0.35	5	8	3	420	1,614		
57	2PA2C	PC	8.00	69	16	0.35	5	8	3	560	1,621		
58	2PA3C	PC	9.00	39	5	0.35	5	8	3	765	954		
59	2PA4C	PC	10.00	19	18	0.35	5	8	3	360	1,315		
60	2PA5C	PC	11.00	6	4	0.35	5	8	3	88	560		
61	2PA1E	PE	120.00	2	1	0.35	5	8	3	23	86		
62	2PA2E	PE	140.00	5	1	0.35	5	8	3	35	97		
63	2PA3E	PE	150.00	3	1	0.35	5	8	3	27	82		
64	2PA4E	PE	160.00	1	1	0.35	5	8	3	17	66		
65	2PA5E	PE	180.00	0	0	0.35	5	8	3	3	30		
66	2ADA	AD	360.00	1	0	0.35	5	1	2	8	19		
67	2ADB	AD	350.00	1	1	0.35	5	1	2	16	26		
68	2ADC	AD	250.00	1	1	0.35	5	1	2	15	29		
69	2ADD	AD	213.00	0	1	0.35	5	1	2	8	21		
70	2ADE	AD	153.00	0	0	0.35	5	1	2	6	24		
71	I1AROA	JA	10.00	119	44	0.35	10	9	3	2,501	2,351		
72	I1AROB	JA	5.00	101	54	0.35	10	9	3	2,617	3,549		
73	I1AROC	JA	0.50	908	504	0.35	10	9	3	24,193	34,284		
74	I1AROD	JA	1.00	634	425	0.35	10	9	3	19,105	21,957		
75	I1AROE	JA	1.00	224	263	0.35	10	9	3	10,742	17,311		
76	I1GUADA	GU	15.00	75	45	0.35	18	51	1	2,213	4,244		
77	I1GUADB	GU	20.00	64	36	0.35	18	51	1	1,807	3,317		
78	I1GUADC	GU	35.00	14	10	0.35	18	51	1	427	1,269		
79	I1GUADD	GU	20.00	31	18	0.35	18	51	1	655	2,221		
80	I1GUADE	GU	25.00	17	14	0.35	18	51	1	561	1,795		

TABLA 10: PUNTO DE REORDEN Y E.O.Q. POR PRODUCTO.

pero como se mencionó en el capítulo 2 el E.O.Q. es una semilla de la cual se debe partir para encontrar la solución óptima, por lo que se considera que se pueden encontrar mejoras haciendo un análisis de sensibilidad para cada familia de producto.

Para la familia de productos del zapato industrial y guante industrial, no se encontraron soluciones óptimas con los factores propuestos, pero se encontró una tendencia con la cual se hizo un análisis de sensibilidad para buscar la solución óptima para cada familia.

La razón por la que no se encontraron soluciones óptimas en las familias anteriormente mencionadas es porque el modelo E.O.Q. no se considera el tiempo de entrega por lo que este factor resulta mucho menor que el punto de reorden.

En el resumen de productos que se presenta al final de la tabla 9 se demuestra la ventaja de utilizar el sistema de punto de orden en COLISE, ya que como se muestra en el capítulo 1, la cobertura actual es de 4 meses, el modelo propuesto tiene una cobertura de 2.6 días.

Se puede cuantificar la mejora propuesta comparando el costo de capital de el inventario actual, y comparándola con el costo de el sistema actual, éste es el único medio ya que no se lleva un registro de los pedidos que no se pueden surtir. El costo de capital que actualmente se maneja es de 4 meses en promedio, por lo que se mantiene una inversión de N\$ 2,800,000 en inventario que nos produce un costo de capital de N\$ 504,000 con una tasa de el 18%

anual, el modelo propuesto tendrá un costo de capital de N\$ 59,170 por lo que el ahorro será de N\$ 444,830.

El análisis de sensibilidad se considera importante por lo que se profundizará en él, más adelante.

### **3.3.7 Documentación.**

Se elaboró un manual de el usuario para el paquete de simulación pero éste no entra dentro de los alcances de esta investigación.

En cuanto a la documentación en los anexos de 2 a 5 se presentan los datos estadísticos de la empresa, como ventas, promedio, desviación, etc..

## CAPITULO 4

### ANALISIS DE SENSIBILIDAD

#### 4.1 Objetivos de el análisis de sensibilidad.

Se dedica este capítulo a la obtención de soluciones óptimas, derivadas de el sistema descrito en el capítulo 4, pero con variaciones en las variables.

Estas variaciones se realizaron con el objeto de tener un sistema de simulación flexible. Esto reviste una importancia trascendental en la implementación exitosa de cualquier sistema de simulación.

Para COLISE el entorno y los valores en los que se calculó el sistema son variables, aunque en la mayoría de los casos esta variabilidad no depende de la empresa en sí misma.

#### 4.2 Sensibilidad a la variación de la demanda.

Se presupone que las ventas en COLISE aumentarán de un 20% a un 50% en el próximo año, este supuesto, se basa en las estimaciones de ventas potenciales de nuevos clientes en los mercados que se piensan atacar.

De acuerdo a esta especulativa se determinó variar la demanda elevándola un 20% y un 50 % de estas variaciones se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 11.

Para esta simulación se consideró un incremento en la variabilidad proporcionalmente igual que en la demanda.

Al analizar los resultados de la simulación se observa que existe un incremento considerable en el costo total de los inventarios, este incremento es proporcional a el incremento proporcionado a la demanda ya que tambien aumenta un 20 y 50 por ciento respectivamente.

Los incrementos son constantes en todas las familias de productos dando un costo total de n\$110,434 al incremento de 20% y de 140,608 al de 50%.

También se puede observar que en las familias de el zapato y el guante industrial se tuvo que realizar un estudio adicional para obtener el costo óptimo esto es consecuencia de las razones descritas al final del capítulo 3.

AUMENTO DEMANDA=120%

FAM.	E.O.Q. (PZAS)	FACTOR	REORDEN (PZAS)	FACTOR	COSTO TOTAL (N\$)	NIVEL SERVICIO
1	34,638	9	37,272	3	14,288	99%
2	71,038	9	67,800	3	12,831	99%
3	33,708	3	31,188	3	6,440	99%
4	1,782	60	2,034	3	12,777	99%
5	1,960	10	1,620	3	14,692	98%
6	74	6	32	1	4,373	99%
7	28,558	9	43,968	2	23,288	98%
8	4,676	50	5,681	1	21,745	99%

**COSTO TOTAL**

**110,434**

AUMENTO DEMANDA=150%

FAM.	E.O.Q. (PZAS)	FACTOR	REORDEN (PZAS)	FACTOR	COSTO TOTAL (N\$)	NIVEL SERVICIO
1	37,057	8	45,590	3	17,714	99%
2	82,374	10	84,375	3	16,258	99%
3	42,601	5	38,985	3	7,968	99%
4	2,119	69	2,542	3	15,976	99%
5	2,068	8	2,025	3	20,981	98%
6	78	5	51	2	5,261	99%
7	33,304	10	67,545	3	29,815	98%
8	5,875	64	7,101	1	26,635	99%

**COSTO TOTAL**

**140,608**

**TABLA 11 : ANALISIS DE SENSIBILIDAD AL AUMENTO DE DEMANDA.**

### **4.3 Sensibilidad a la variación de la tasa de interés.**

La tasa de interés es importante ya que el costo de mantener depende directamente de ella, por lo que cualquier variación de la misma tiene gran importancia.

El interés que se consideró es de el 18% anual, esta tasa, se considera alta en comparación a el interés recibido en otros países, por lo que se considera que puede existir una reducción en la misma, esta reducción debe ser gradual, pero para el costo de capital es importante determinar qué tan grande es el impacto de una variación de la tasa de interés.

La variación de la tasa de interés es algo que rebasa las decisiones estratégicas de la empresa, por lo que es importante prever esta variación.

Se consideró una reducción a un 14% y a un 11%, los costos y factores de E.O.Q y reorden óptimos se pueden ver en la tabla 12.

Se puede también observar que si la tasa de interés baja a un 14 % se reducirá el costo total a N\$ 76,784, un 17 % menor que el modelo original por lo que se puede considera que el impacto de la variación es importante ya que se varía en 4 puntos porcentuales la tasa de interés con relacion a 17 puntos en los resultados.

Lo mismo se aprecia en la variación a 11% con una disminución de el costo total a N\$65,822.

INTERES = 14%

FAM.	E.O.Q.	FACTOR	REORDEN	FACTOR	COSTO	NIVEL
	(PZAS)		(PZAS)		TOTAL (N\$)	SERVICIO
1	30,987	6	31,060	3	10,048	99%
2	76,264	10	56,250	3	9,140	99%
3	34,891	3	25,990	3	4,561	99%
4	1,718	51	1,695	3	8,707	99%
5	1,973	9	1,350	3	10,265	99%
6	67	4	27	1	3,170	99%
7	30,834	10	36,640	2	15,654	98%
8	4,510	43	4,734	1	15,239	99%

**COSTO TOTAL**

**76,784**

INTERES = 11%

FAM.	E.O.Q.	FACTOR	REORDEN	FACTOR	COSTO	NIVEL
	(PZAS)		(PZAS)		TOTAL (N\$)	SERVICIO
1	34,958	6	31,060	3	8,644	99%
2	79,754	8	56,250	3	7,872	99%
3	44,495	5	25,990	3	4,113	99%
4	1,922	50	1,695	3	7,263	99%
5	2,226	9	1,350	3	9,311	99%
6	57	1	34	2	2,548	99%
7	31,848	8	45,030	3	13,406	98%
8	4,566	34	4,734	1	12,665	99%

**COSTO TOTAL**

**65,822**

TABLA 12 : ANALISIS DE SENSIBILIDAD A LA DISMINUCION DE LA TASA DE INTERES.

#### **4.4 Sensibilidad a la variación de la ROI.**

Para realizar el estudio de simulación se consideró una ROI promedio por familia, para tener flexibilidad en los resultados de el modelo es importante considerar variaciones en el retorno de la inversión de cada familia de productos.

Se consideró una reducción de el 10 y de el 20 % en cada familia. Se considera una reducción en el rendimiento de la inversión debido al nivel de competitividad del mercado.

La disminución en la ROI no es deseable, entre los objetivos de la diferenciación de mercado se considera mantener los precios por encima de el promedio, esta reducción de la ROI se debe evitar pero es prudente tener en cuenta cuáles serían las variaciones en el costo y en los factores de E.O.Q. y reorden óptimos.

Los resultados que se obtuvieron de la simulación con estas variaciones se muestran en la tabla 13.

La disminución del costo resulta ser mínima en porcentaje ya que al 90% disminuye el costo sólo un 4% y al 80% el 5%. Esto se considera mínimo al ver el cambio porcentual en los factores anteriores, y considerando que la ROI por familia no disminuirá a más de un 80% del valor actual.

DISMINUCION DE ROI= 90%

FAM.	E.O.Q. (PZAS)	FACTOR	REORDEN (PZAS)	FACTOR	COSTO TOTAL (N\$)	NIVEL SERVICIO
1	25.368	5	31.060	3	11.538	99%
2	66.290	10	56.250	3	10.621	99%
3	36.147	6	25.990	3	5.471	99%
4	1.431	46	1.695	3	10.329	99%
5	1.660	8	1.350	3	11.927	98%
6	58	4	34	2	3.635	99%
7	24.572	8	45.030	3	18.316	98%
8	4.010	45	4.734	1	18.113	99%

**COSTO TOTAL**

**89,950**

DISMINUCION DE ROI= 80%

FAM.	E.O.Q. (PZAS)	FACTOR	REORDEN (PZAS)	FACTOR	COSTO TOTAL (N\$)	NIVEL SERVICIO
1	29.380	8	31.060	3	11.510	99%
2	65.308	10	56.250	3	10.310	99%
3	37.370	7	25.990	3	5.257	99%
4	1.500	53	1.695	3	10.265	99%
5	1.729	10	1.350	3	11.147	98%
6	62	5	27	1	3.552	99%
7	25.385	9	45.030	3	17.367	98%
8	3.873	43	4.734	1	17.763	99%

**COSTO TOTAL**

**87,171**

TABLA 13 : ANALISIS DE SENSIBILIDAD A LA DISMINUCION DE ROI

#### **4.5 Observaciones de el análisis de sensibilidad.**

Los resultados mostrados demuestran que existe un equilibrio entre los factores que determinan el costo, cualquier variación en los mismos implica un cambio en la solución óptima.

Estos cambios en los factores de E.O.Q. y el punto de reorden cambian en forma distinta de acuerdo a la familia de productos que se está analizando, esto se debe a que la variabilidad de la demanda y la ROI son distintas para cada familia.

Al realizar variaciones en la ROI, disminuye el costo de ventas perdidas, pero en forma distinta, ya que cada familia tiene una ROI distinta.

#### **4.5 Observaciones de el análisis de sensibilidad.**

Los resultados mostrados demuestran que existe un equilibrio entre los factores que determinan el costo, cualquier variación en los mismos implica un cambio en la solución óptima.

Estos cambios en los factores de E.O.Q. y el punto de reorden cambian en forma distinta de acuerdo a la familia de productos que se está analizando, esto se debe a que la variabilidad de la demanda y la ROI son distintas para cada familia.

Al realizar variaciones en la ROI, disminuye el costo de ventas perdidas, pero en forma distinta, ya que cada familia tiene una ROI distinta.

## **CONCLUSIONES**

- 1.- Una estrategia de mercado es necesaria para poder así determinar cuál es el objetivo de la empresa, para así poder guiar todos los esfuerzos de la empresa hacia este objetivo.**
- 2.- El buen manejo de los inventarios se convierte en una ventaja competitiva, ya que se puede bajar costo, y de este modo aumentar el retorno sobre la inversión.**
- 3.- El servicio a el cliente debe ser parte importante de el objetivo de cualquier empresa.**
- 4.- La utilización de un sistema reditúa ingresos por el simple hecho de trabajar ordenadamente.**
- 5.- Como conclusión podemos aseverar que la simulación aplicada a la empresa en la realidad es una herramienta eficaz, y de un costo óptimo.**
- 6.- Sin demeritar la experiencia en el manejo de inventarios, la simulación pretende ser una herramienta para la operación óptima de los mismos, que complemente la experiencia.**
- 7.- La solución óptima no es exclusiva de la simulación, ya que se puede encontrar de un modo probabilístico, pero dada la complejidad del sistema y el número de factores que intervienen en el mismo, la simulación se convierte en la**

herramienta más accesible para encontrar el costo más bajo dando el servicio óptimo.

**8.-** La solución que se encontró en cuanto a COLISE demuestra que una política de compras debe ser una decisión estudiada ya que el costo de experimentar es demasiado alto, en la compañía manejaba una cobertura de 4 meses en promedio, y con el modelo de simulación se demostró que es posible manejar una cobertura de 7 días, sin tener una disminución significativa en el servicio a clientes.

**9.-** El modelo E.O.Q. es un principio para encontrar una solución óptima, ya que entre los factores de el E.O.Q. no se encuentra el servicio a clientes, ni el tiempo de entrega.

**10.-** La simulación nos permite encontrar una solución óptima, que es una combinación de los óptimos de cada familia de productos.

**11.-** Se demuestra que haciendo un estudio detallado por familia de productos se puede encontrar una solución mejor que si se determina una política global para la cantidad a pedir, y el punto de reorden.

Esto se debe a que cada familia de productos tiene condiciones distintas en cuanto al proveedor y al mercado al cual va enfocada.

**12.-** El modelo simulado nos permite ver cuales son los factores que determinan el costo de inventariar para la compañía, y cual es el peso para cada uno de los productos.

**13.-** Una clasificación ABC de productos es importante para la actualización de los datos estadísticos de los productos, para los productos AA se deben hacer revisiones semanales de la demanda del producto para determinar cualquier tendencia a la alza o a la baja, así como de los demás datos estadísticos. estas variaciones estadísticas deben alimentarse a el modelo de simulación y obtener una solución óptima.

**14.-** Se comprueba que el óptimo de los óptimos, no es el óptimo global de la empresa, ya que las soluciones varían en cuanto a el factor de seguridad y el E.O.Q. dando soluciones que disminuyen el costo con respecto a el que se suponía el óptimo global de la empresa.

## ANEXOS

PRODUCTO		CONSUMO MENSUAL PROM.											73,608
2096A													
A													
CLASIF	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
LI	350,714	243,543	161,092	118,144	80,566	310,664	209,785	135,851	407,286	320,276	300,169	180,124	2,826,714
ENT	0	0	0	0	300,000	0	0	350,000	0	0	0	0	650,000
DEM	106,671	82,451	42,948	37,578	69,922	100,879	73,934	78,565	87,010	11,107	120,045	63,203	883,290
I.F.	243,543	161,092	118,144	80,566	310,664	209,785	135,851	407,286	320,276	300,169	180,124	116,974	
PROMEDIO													
COBER	5	3	2	2	1	4	3	2	6	4	4	2	3

PRODUCTO		CONSUMO MENSUAL PROM.											1,922
1GUADR													
A													
CLASIF	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
LI	10,544	8,340	5,036	2,955	12,424	11,028	7,981	6,953	4,503	3,112	9,758	7,550	90,477
ENT	0	0	0	10,000	0	0	0	0	0	10,000	0	0	20,000
DEM	2,186	3,325	2,081	201	1,666	3,048	1,028	2,450	1,371	3,355	2,208	73	23,049
I.F.	8,340	5,036	2,955	12,694	11,025	7,981	6,953	4,503	3,112	9,758	7,550	7,477	87,408
PROMEDIO													
COBER	6	4	3	2	7	6	4	4	2	2	5	4	4

PRODUCTO		CONSUMO MENSUAL PROM.											3,540
1JAROA													
A													
CLASIF	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
LI	15,354	11,816	6,359	6,293	5,577	3,265	16,650	11,255	5,667	13,026	8,877	6,363	112,521
ENT	0	0	4,000	0	0	16,000	0	0	10,000	0	0	0	30,000
DEM	3,538	3,458	2,065	2,717	2,311	2,616	5,395	5,567	2,661	4,148	2,515	3,971	42,942
I.F.	11,816	6,359	8,293	5,577	3,265	16,650	11,255	5,667	13,026	8,877	6,363	2,392	99,579
PROMEDIO													
COBER	4	3	2	2	2	1	5	3	2	4	2	2	3

PRODUCTO		CONSUMO MENSUAL PROM.											14,596
25IM8													
A													
CLASIF	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
LI	50,150	32,749	17,847	11,518	49,742	37,306	9,342	46,957	35,710	16,480	4,135	34,659	346,796
ENT	0	0	0	50,000	0	0	50,000	0	0	0	50,000	0	150,000
DEM	17,401	14,901	6,330	11,775	12,435	27,965	12,385	11,247	19,230	12,345	19,276	9,666	175,157
I.F.	32,749	17,847	11,518	49,742	37,306	9,342	46,957	35,710	16,480	4,135	34,659	24,993	321,639
PROMEDIO													
COBER	3	2	1	1	3	3	1	3	2	1	0	2	2

ANEXO1: ESTUDIO DE COBERTURA PARA EL ALMACEN DE PRODUCTOS DE COLISE.

PRODUCTO		IGUADA												CONSUMO MENSUAL PROM.	2,280
CLASIF		A													
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
IJ	5.231	1.645	265	16.173	14.923	10.784	9.904	8.128	7.091	13.379	11.551	11.500	110.555		
ENT	0	0	20.000	0	0	0	0	0	0	10.000	0	0	30.000		
DEM	3.566	1.400	4.072	1.250	4.139	880	1.776	1.037	3.711	1.828	51	3.391	27.122		
I.F.	1.645	245	16.173	14.923	10.784	9.904	8.128	7.091	13.379	11.551	11.500	8.109	113.433		
PROMEDIO															
COBER	2	1	0	7	7	5	4	4	3	4	5	5	4		

PRODUCTO		ZSIMDA												CONSUMO MENSUAL PROM.	14,596
CLASIF		A													
	ENE	FEB	A	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
IJ	37.154	18.753	59.851	53.572	41.766	59.312	31.326	18.951	47.714	28.486	15.139	36.863	440.844		
ENT	0	60.000	0	0	30.000	0	0	40.000	0	0	40.000	0	170.000		
DEM	17.493	14.901	6.330	11.775	17.035	27.965	12.385	11.247	19.781	12.345	19.276	9.846	175.157		
I.F.	14.761	59.951	53.522	41.765	59.312	31.366	18.961	47.714	28.482	15.139	36.863	28.997	435.687		
PROMEDIO															
COBER	2	1	4	4	3	4	2	1	3	2	1	3	3		

PRODUCTO		2FAZE												CONSUMO MENSUAL PROM.	154
CLASIF		A													
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
IJ	1.325	1.209	1.064	882	712	563	368	1.670	1.542	1.412	1.244	1.095	13.075		
ENT	0	0	0	0	0	0	1.500	0	0	0	0	0	1.500		
DEM	116	155	172	170	149	105	198	128	120	168	149	138	1.848		
I.F.	1.209	1.054	882	712	563	368	1.670	1.542	1.412	1.244	1.095	957	12.706		
PROMEDIO															
COBER	9	8	7	6	5	4	2	11	10	9	8	7	7		

PRODUCTO		1ZACHC												CONSUMO MENSUAL PROM.	393
CLASIF		B													
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
IJ	642	642	658	2.004	1.545	946	366	1.950	1.537	1.015	820	341	12.806		
ENT	0	0	2.000	0	0	0	2.000	0	0	0	0	0	4.000		
DEM	200	24	654	459	599	580	416	413	521	195	479	120	4.721		
I.F.	642	658	2.004	1.545	946	366	1.950	1.537	1.015	820	341	221	12.085		
PROMEDIO															
COBER	2	2	2	5	4	2	1	5	4	3	2	1	3		

ANEXO1: ESTUDIO DE COBERTURA PARA EL ALMACEN DE PRODUCTOS DE COLISE.

PRODUCTO		2ADC												CONSUMO MENSUAL PROM.		29
CLASIF		B														
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL			
LI	293	210	130	75	302	256	241	241	190	190	190	158	2,373			
ENT	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	300			
DEM	0	70	55	73	45	15	0	51	0	0	0	32	342			
I.F.	293	130	75	302	256	241	241	190	190	190	158	158	2,331			
PROMEDIO																
COBER	7	7	5	3	11	9	8	8	7	7	7	6	7			

PRODUCTO		2SMB8												CONSUMO MENSUAL PROM.		421
CLASIF		B														
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL			
LI	541	658	518	998	505	56	2,056	1,691	1,175	948	1,039	540	10,418			
ENT	0	0	1,141	0	0	2,111	0	0	0	1,661	0	660	4,600			
DEM	0	31	218	258	592	0	55	517	277	888	898	1,163	5,053			
I.F.	541	689	736	1,256	1,197	2,167	2,091	1,707	1,452	2,549	1,937	1,803	9,958			
PROMEDIO																
COBER	1	1	1	2	1	0	5	4	3	2	2	1	2			

PRODUCTO		2ADA												CONSUMO MENSUAL PROM.		25
CLASIF		B														
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL			
LI	105	134	75	66	228	207	182	163	141	103	68	34	1,475			
ENT	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	200			
DEM	1	29	9	39	20	25	20	21	39	35	34	24	295			
I.F.	104	75	66	228	207	182	163	141	103	68	34	10	1,379			
PROMEDIO																
COBER	4	4	3	3	9	8	7	7	6	4	3	1	5			

PRODUCTO		2ADE												CONSUMO MENSUAL PROM.		11
CLASIF		C														
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL			
LI	95	75	75	32	32	106	86	86	73	73	73	73	879			
ENT	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100			
DEM	20	0	43	0	26	20	0	13	0	0	0	0	131			
I.F.	75	75	32	32	106	86	86	73	73	73	73	64	848			
PROMEDIO																
COBER	9	7	7	3	3	10	8	8	7	7	7	7	7			

ANEXO1: ESTUDIO DE COBERTURA PARA EL ALMACEN DE PRODUCTOS DE COLISE.

PRODUCTO CLASIF	2C1DC C												CONSUMO MENSUAL PROM.		3,126
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
II	7,265	3,700	1,790	57	29	16,132	14,531	11,747	9,883	8,561	8,561	8,561	8,561	80,924	
ENT	0	0	0	0	20,000	0	0	0	0	0	0	0	0	20,000	
DEM	3,475	2,000	1,238	0	3,920	1,620	2,784	1,864	1,322	0	0	0	0	18,803	
I.F.	3,790	1,790	52	52	16,132	14,531	11,747	9,883	8,561	8,561	8,561	8,561	8,561	93,416	
PROMEDIO															
COBER	2	1	1	0	0	5	5	4	3	3	3	3	3	2	

PRODUCTO CLASIF	2C1EC C												CONSUMO MENSUAL PROM.		2,049
	ENE	FEB	MZO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
II	0	3,475	2,940	1,098	264	264	9,990	8,254	6,253	11,211	9,867	8,842	8,842	64,693	
ENT	8,000	0	0	0	0	10,000	0	0	10,000	0	0	0	0	28,000	
DEM	4,525	534	941	1,734	0	1,164	834	1,700	3,213	3,373	1,000	5,455	5,455	24,588	
I.F.	3,475	2,939	1,508	264	264	9,090	8,244	6,253	11,241	9,867	8,867	8,867	8,867	48,105	
PROMEDIO															
COBER	0	2	1	1	0	0	4	4	3	4	5	4	4	3	

COBERTURA PROMEDIO

CLASIF.	COBER	%	PROM.
A	3.67	80.0%	2.89
B	4.16	15.00%	0.63
C	3.92	5.00%	0.20
		TOTAL	3.72

ANEXO1: ESTUDIO DE COBERTURA PARA EL ALMACEN DE PRODUCTOS DE COLUSE.



CLAVE	UMEA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SOI	PRENO	VENTA
35	LEONORA	PCN	443	118	481	01	25	38	22	28	41	41	28	21	21	41 071
36	LEONOR	PCN	67	244	437	54	31	30	329	374	279	211	141	114	2	24 472
38	LEONOR	PCN	200	24	804	509	501	416	411	511	129	479	120	4	271	48 424
39	LEONOR	PCN	117	142	304	18	124	115	33	110	107	77	164	04	2	24 248
40	LEONOR	PCN	143	143	143	117	211	41	41	41	41	41	41	41	41	12 913
41	LEONOR	FB	41	1	1	41	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15 154
43	LEONOR	FB	64	267	140	14	112	194	11	252	14	248	30	129	1	35 299
43	LEONOR	FB	21	1	253	140	104	131	341	22	24	152	31	152	31	48 481
44	LEONOR	FB	41	1	160	104	104	214	112	41	96	24	145	31	1	35 371
45	LEONOR	FB	41	97	41	93	49	73	41	41	41	41	41	41	41	21 112
46	LEONOR	PCN	41	37	33	5	53	191	43	11	32	4	35	15	274	4 576
51	LEONOR	PCN	332	221	314	112	73	293	446	126	124	213	256	1	2	42 223
46	LEONOR	PCN	46	34	24	14	44	29	57	20	30	116	47	57	206	21 167
49	LEONOR	PCN	245	215	176	217	213	271	190	41	148	147	137	140	25	49 417
50	LEONOR	PCN	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	21 244
51	LEONOR	FB	46	92	143	143	190	46	103	129	12	46	40	132	1	43 411
52	LEONOR	FB	36	148	28	12	61	45	41	28	34	53	4	57	374	47 291
53	LEONOR	FB	54	222	149	272	35	273	261	18	322	212	185	163	2	43 231
54	LEONOR	FB	57	43	46	3	46	96	30	46	21	54	72	17	4	19 244
55	LEONOR	FB	57	43	46	3	46	96	30	46	21	54	72	17	4	19 244
55	LEONOR	FB	57	43	46	3	46	96	30	46	21	54	72	17	4	19 244
TOTAL			2 131	1 422	3 017	2 073	2 349	2 629	2 216	7 075	2 744	2 231	2 454	2 296	37 013	400 839 275

CLAVE	UMEA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SOI	PRENO	VENTA
56	SPAC	PC	2 132	1 345	1 222	1 597	1 215	1 879	1 313	1 868	1 548	1 347	2 142	2 145	18 312	7 134 944
57	SPAC	PC	1 151	1 781	1 811	2 406	2 323	2 190	2 241	2 127	2 371	1 412	1 394	2 565	24 443	8 189 347
58	SPAC	PC	1 112	1 138	1 124	1 164	1 225	1 293	1 374	1 371	1 361	1 445	1 488	1 136	14 246	5 126 642
58	SPAC	PC	595	657	503	676	551	741	40	1 341	1 444	645	545	545	64 443	10 648 443
60	SPAC	PC	17	103	149	174	414	20	246	347	173	244	214	116	2	24 411
61	SPAC	PC	65	65	89	64	89	52	52	67	111	89	96	96	437	129 443
62	SPAC	PC	116	150	172	159	149	129	148	124	152	146	134	134	1 249	1 443 156 504
63	SPAC	PC	41	123	103	90	87	67	67	114	114	31	111	75	1	176 131
64	SPAC	PC	41	41	33	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	54 100
65	SPAC	PC	11	3	3	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	142
TOTAL			5 247	5 214	5 254	5 899	5 724	6 433	5 672	6 596	7 216	5 225	5 340	6 394	71 121	1 157 347

CLAVE	UMEA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SOI	PRENO	VENTA
66	DAVA	AD	1	29	19	54	20	23	20	21	34	31	34	24	249	300 106 511
67	DAVA	AD	63	30	21	1	17	31	31	26	37	46	47	5	452	240 154 261
68	DAVA	AD	52	31	52	11	40	49	13	41	1	29	32	26	342	260 12 513
69	DAVA	AD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	114 213 33 467
70	DAVA	AD	20	41	41	26	20	14	14	14	14	14	14	14	14	111 153 30 766
TOTAL			85	129	134	134	172	172	91	149	116	130	66	40	1 130	417 716

CLAVE	UMEA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SOI	PRENO	VENTA
71	LEONOR	JA	1 539	1 464	2 145	2 117	2 311	2 216	5 391	5 367	2 240	4 148	2 114	2 071	41 443	10 424 514
72	LEONOR	JA	3 343	4 167	3 342	5 074	2 842	3 094	4 442	2 157	5 313	4 143	3 104	3 104	5	181 781
73	LEONOR	JA	16 014	37 313	37 052	42 414	17 034	36 902	411	16 313	30 241	26 304	35 114	4 477	156 443	1 162 443
74	LEONOR	JA	21 561	26 344	4 401	18 051	18 277	6 329	19 969	12 443	19 113	52 105	23 211	4 471	238 443	1 1 274 304
75	LEONOR	JA	1	29 215	1	3 014	1 443	12 114	1	16 314	1	4 477	16 314	1	1	40 304
TOTAL			44 440	103 066	47 321	108 475	41 318	64 226	28 570	55 213	74 443	63 310	80 304	175 114	715 076	1 841 104

CLAVE	UMEA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SOI	PRENO	VENTA
76	IGUANA	GU	3 346	1 467	4 052	1 291	4 131	1 776	1 037	3 711	1 474	1 341	1 341	1 341	13	406 811
77	IGUANA	GU	2 146	3 325	2 291	2 51	1 004	1 028	2 442	3 305	2 299	2 1	2 1	2 1	2 1	461 366
78	IGUANA	GU	414	101	122	74	134	810	477	474	772	636	346	472	2	12 513
79	IGUANA	GU	1 119	674	1 451	477	1 331	202	489	1 429	1 749	1 548	548	11 113	20	271 465
80	IGUANA	GU	461	461	461	461	461	461	461	461	461	461	461	461	461	151 146
TOTAL			8 011	5 563	8 262	3 364	8 144	5 265	3 422	9 146	7 113	7 114	5 337	5 072	12 741	714 1 414 611

ANEXO 2: DEMANDAS MENSUALES POR FAMILIA DE PRODUCTOS.

**ANEXO 3  
ARC DE VENTAS**

	CLAVE	LINEA	VENTA FEAS	PROMEDIO	DESV STD	PRECIO UNIT	VENTA MONTO	% TOT	% ACUM	CLASIF ABC
1	ZURAA	UF	883.290	73.608	32.276	1	883.290	10.52%	10.52%	AA
77	IGUADB	GU	23.069	1.922	1.090	20	461.386	5.49%	16.01%	AA
71	IJARCA	JA	42.962	3.580	1.309	10	429.624	5.12%	21.13%	AA
12	ZSIMDB	SMD	175.157	14.594	5.478	24	420.370	5.01%	26.14%	AA
76	IGUADA	GU	27.122	2.260	1.428	15	404.833	4.84%	30.98%	AA
11	ZSIMDA	SMD	534.308	44.525	22.556	0.5	267.154	3.18%	34.16%	AA
62	ZPAZE	PE	1.868	156	26	140	261.556	3.11%	37.28%	AA
74	IJAROD	JA	228.206	19.017	12.767	1	228.206	2.72%	39.99%	AA
79	IGUADD	GU	11.173	931	543	20	223.469	2.66%	42.65%	AA
8	ZIDUC	UD	41.200	3.433	4.077	5	205.998	2.45%	45.11%	AA
14	ZSIMRA	SMR	3.997	331	211	50	198.371	2.36%	47.47%	AA
57	ZPAZC	PC	24.743	2.062	472	8	197.947	2.36%	49.83%	AA
72	IJAROB	JA	36.356	3.030	1.807	5	181.780	2.18%	51.99%	A
78	IGUADC	GU	4.956	413	199	35	173.474	2.07%	54.06%	A
6	ZIDIA	ID	33.773	2.814	1.103	5	168.865	2.01%	56.07%	A
73	IJAROC	JA	326.963	27.247	15.111	1	163.482	1.95%	58.02%	A
63	ZPAZE	PE	1.058	88	24	150	158.724	1.89%	59.91%	A
67	ZADB	AD	452	38	27	350	158.267	1.88%	61.79%	A
80	IGUADE	GU	6.070	566	429	25	151.749	1.81%	63.60%	A
27	ZCIEB	CE	287.017	23.918	11.016	0.5	143.500	1.71%	65.31%	A
31	ZCIDA	CD	197.165	16.430	6.347	0.72	141.959	1.69%	67.00%	A
26	ZCIEA	CE	279.869	23.317	5.486	0.5	139.904	1.67%	68.66%	A
54	ZPATC	PC	18.852	1.571	437	7	131.964	1.57%	70.23%	A
10	ZIDIE	ID	25.802	2.150	3.936	5	129.010	1.54%	71.77%	A
58	ZPA3C	PC	14.009	1.175	138	9	126.894	1.51%	73.28%	A
17	ZSIMRB	SMR	5.053	421	333	25	126.320	1.50%	74.79%	A
32	ZCIDB	CD	158.816	13.235	6.269	0.72	114.347	1.36%	76.15%	A
64	ZADA	AD	295	25	11	360	106.331	1.27%	77.41%	A
13	ZSIMDC	SMD	210.743	17.562	7.872	0.5	105.371	1.25%	78.67%	A
61	ZPA1E	PE	837	70	22	120	100.445	1.20%	79.87%	A
38	IZACHC	ZCH	4.721	393	201	20	94.424	1.12%	80.99%	B
68	ZADPC	AD	342	29	29	250	85.533	1.02%	82.01%	B
64	ZPA1E	PE	526	44	20	160	84.192	1.00%	83.01%	B
63	IZABOCASC	ZB	2.088	174	91	40	83.535	0.99%	84.01%	B
75	IJAROE	JA	80.508	6.714	8.504	1	80.500	0.96%	84.96%	B
21	ZSIMAA	SMA	749.649	62.471	35.163	0.1	74.965	0.89%	85.86%	B
65	IZABOCASE	ZB	1.851	154	129	40	74.046	0.88%	86.74%	B
59	ZPA4C	PC	6.846	571	529	10	68.462	0.82%	87.55%	B
2	ZI96B	UF	66.659	5.555	1.511	1	66.659	0.79%	88.35%	B
43	IZABOC	ZB	1.881	157	127	35	65.842	0.78%	89.13%	B
42	IZABOB	ZB	1.573	131	97	35	55.069	0.66%	89.79%	B
37	IZACHB	ZCH	2.671	214	137	20	51.412	0.61%	90.40%	B
50	IZACHCAB	ZCHCAS	2.054	171	119	25	51.356	0.61%	91.01%	B
47	IZACHCASB	ZCHCAS	1.990	166	69	25	49.757	0.59%	91.60%	B
30	ZCIEE	CE	49.576	4.131	3.332	1	49.576	0.59%	92.19%	B
49	IZACHCASD	ZCHCAS	1.857	155	108	25	46.437	0.55%	92.75%	B
39	IZACHD	ZCH	2.241	187	115	20	44.818	0.53%	93.28%	B
81	IZABOCASA	ZB	1.090	91	50	40	43.611	0.52%	93.80%	B
49	ZADD	AD	178	15	17	213	37.497	0.45%	94.25%	B
44	IZABOD	ZB	1.022	85	81	35	35.777	0.43%	94.67%	B
22	ZSIMAB	SMA	344.250	28.688	10.464	0.1	34.425	0.41%	95.08%	C
14	ZSIMDE	SMD	59.043	4.920	1.981	0.5	29.521	0.35%	95.46%	C
4	ZI96D	UF	13.534	1.128	97	2	27.058	0.32%	95.76%	C
40	IZACHE	ZCH	1.240	103	86	20	24.793	0.30%	96.05%	C
60	ZPA5C	PC	2.219	185	114	11	24.411	0.29%	96.34%	C
52	IZABOCASB	ZB	575	48	36	40	22.991	0.27%	96.62%	C
45	IZABOE	ZB	603	50	36	35	21.110	0.25%	96.87%	C

**ANEXO 3: ABC DE PRODUCTOS DE ACUERDO A SU VENTA ANUAL**

	CLAVE	LINEA	VENTA		PRECIO		VENTA		%	%	CLASIF.
			PLAZ	PROMEDIO	DESV STD	UMT.	MONTO	TOT.	ACUM.	ABC	
70	2ADE	AD	131	11	14	153	20,068	0.24%	97.11%	C	
54	1ZABOCASD	ZB	494	41	23	40	19,744	0.24%	97.34%	C	
33	2CIDC	CD	18,803	1,567	1,367	1	18,803	0.22%	97.57%	C	
7	2LIDIB	LD	3,610	301	96	5	18,050	0.21%	97.78%	C	
48	1ZACHCASC	ZCHCAS	706	69	30	25	17,647	0.21%	97.99%	C	
28	2CIEC	CE	24,588	2,049	1,707	0.65	15,982	0.19%	98.18%	C	
41	1ZABOA	ZB	433	36	33	35	15,158	0.18%	98.36%	C	
36	1ZACHA	ZCH	741	62	46	20	14,821	0.18%	98.54%	C	
15	2SIMDF	SMD	5,686	474	359	2.5	14,214	0.17%	98.71%	C	
3	2LI96C	LF	13,860	1,155	342	1	13,860	0.17%	98.87%	C	
23	2SIMAC	SMA	134,980	11,248	4,580	0.1	13,498	0.16%	99.03%	C	
5	2LI96E	LF	6,497	541	151	2	12,994	0.15%	99.19%	C	
65	2PASE	PE	71	6	5	180	12,752	0.15%	99.34%	C	
29	2CIED	CE	61,022	5,085	6,875	0.2	12,204	0.15%	99.49%	C	
9	2LIDID	LD	2,202	184	4	5	11,010	0.13%	99.62%	C	
24	2SIMAD	SMA	104,483	8,707	9,491	0.1	10,448	0.12%	99.74%	C	
34	2CIDD	CD	10,812	901	584	0.65	7,028	0.08%	99.83%	C	
46	1ZACHCASA	ZCHCAS	278	23	17	25	6,939	0.08%	99.91%	C	
35	2CIDE	CD	3,944	329	225	1	3,944	0.05%	99.95%	C	
25	2SIMAE	SMA	37,958	3,163	2,999	0.1	3,706	0.05%	100.00%	C	

TOTAL

8,397,440

**ANEXO 4**

FAMILIAS DE PRODUCTOS	VENTA ANUAL	% DEL TOTAL	VTA ANUAL PROD.	VTA MES PROMEDIO	VENTA DIARIA	DESV MENSUAL	DESV DIARIA
LIMPIEZA	1,536,804	18%	1,090,427	90,869	3,029	31,825	1,061
SEGURIDAD	1,298,460	15%	2,365,277	197,106	6,570	46,786	1,560
CINTAS	647,257	8%	1,091,552	90,963	3,032	21,667	722
ZAPATOS	839,285	10%	30,010	2,501	83	297	10
PAPEL	1,167,347	14%	71,121	5,927	198	726	24
ADHESIVOS	407,716	5%	1,397	116	4	41	1,37
JABON	1,083,659	13%	715,056	59,588	1,985	25,174	839
GUANTES	1,416,911	17%	72,391	6,033	201	1,864	62
<b>TOTAL</b>	<b>8,397,439</b>	<b>100%</b>	<b>5,437,231</b>				

**ANEXO 4: ESTADISTICOS DE DEMANDA POR FAMILIA DE PRODUCTOS.**

PROVEEDOR 1					
TIEMPO					
ENTREGA		OBS	%		ACUM
3		42	43%		43%
4		22	22%		65%
5		15	15%		81%
6		9	9%		90%
7		5	5%		95%
8 OMAS	8	5	5%		100%
TOT	OBSERVACIONES	98	100%		

PROVEEDOR 2					
TIEMPO					
ENTREGA		OBS	%		ACUM
10		17	15%		15%
11		3	3%		17%
12		2	2%		19%
13		16	14%		33%
14		20	17%		50%
15		10	9%		59%
16		11	9%		68%
17		11	9%		78%
18		2	2%		79%
19					79%
20					79%
21		1	1%		94%
22					94%
23		1	1%		95%
24		3	3%		97%
25		2	2%		99%
26	50	1	1%		100%
TOT	OBSERVACIONES	116	100%		

ANEXO 5: ESTUDIO DE TIEMPOS DE ENTREGA POR PROVEEDOR.

PROVEEDOR 3				
TIEMPO				
ENTREGA		OBS	%	ACUM
7		57	57%	57%
8		8	8%	65%
9		6	6%	71%
10		4	4%	75%
11		1	1%	76%
12		3	3%	79%
13		3	3%	82%
14		6	6%	88%
15		5	5%	93%
16		1	1%	94%
17				94%
18		1	1%	95%
19				95%
20	50	5	5%	100%
TOT OBSERVACIONES		100	100%	

PROVEEDOR 4				
TIEMPO				
ENTREGA		OBS	%	ACUM
15		41	48%	48%
16		8	9%	58%
17		7	8%	66%
18		3	4%	69%
19		1	1%	71%
20		7	8%	79%
21		4	5%	84%
22		5	6%	89%
23		2	2%	92%
24		5	6%	98%
25	50	2	2%	100%
TOT OBSERVACIONES		85	100%	

ANEXO 5: ESTUDIO DE TIEMPOS DE ENTREGA POR PROVEEDOR.

DISTRIBUCION NORMAL FAMILIA 1  
 FORMULA PROMEDIO+DESV.\*(SUMATORIA-6) PROMEDIO 3,029  
 DESVIACION 1,016

NUMEROS ALEATORIOS												-CTE	DEMANDA	
RND1	RND2	RND3	RND4	RND5	RND6	RND7	RND8	RND9	RND10	RND11	RND12	SUMA	X DESV	NORMAL
0.78	0.44	0.71	1.00	0.11	0.02	0.01	0.59	0.22	0.51	0.08	0.10	5	(1,443)	1,586
0.40	0.22	0.66	0.95	0.60	0.72	0.66	0.70	0.52	0.08	0.75	0.90	7	1,203	4,232
0.10	0.14	0.13	0.54	0.75	0.42	1.00	0.44	0.67	0.04	0.68	0.34	5	(764)	2,265
0.56	0.59	0.69	0.67	0.01	0.24	0.94	0.67	0.75	0.39	0.63	0.82	7	982	4,011
0.04	0.17	0.51	0.10	0.47	0.76	0.05	0.01	0.27	0.81	0.82	0.89	5	(1,106)	1,923
0.60	0.58	0.05	0.56	0.40	0.44	0.54	0.30	0.68	0.44	0.82	0.87	6	295	3,324
0.64	0.38	0.08	0.06	0.20	0.48	0.66	0.65	0.38	0.04	0.13	0.45	4	(1,870)	1,159
0.18	0.27	0.11	0.85	0.16	0.34	0.40	0.93	0.36	0.59	0.38	0.91	5	(525)	2,504
0.38	0.93	0.20	0.25	0.60	0.21	0.56	0.84	0.31	0.32	0.09	0.14	5	(1,193)	1,836
0.92	0.97	0.84	0.04	0.16	0.80	0.36	0.30	0.36	0.78	0.22	0.47	7	1,052	4,091
0.53	0.71	0.08	0.94	0.05	0.91	0.06	0.58	0.19	0.31	0.16	0.68	5	(806)	2,223
0.52	0.87	0.62	0.16	0.26	0.14	0.47	0.01	0.40	0.21	0.50	0.22	4	(1,639)	1,320
0.70	0.01	0.39	0.50	0.54	0.71	0.95	0.86	0.52	0.57	0.05	0.60	6	391	3,420
0.87	0.91	0.11	0.87	0.26	0.78	0.31	0.32	0.53	0.69	0.86	0.19	7	711	3,740
0.14	0.68	0.21	0.54	0.42	0.55	0.84	0.14	0.09	0.25	0.67	0.34	5	(1,146)	1,883
0.22	0.15	0.55	0.02	0.55	0.74	0.67	0.40	0.54	0.29	0.99	0.28	5	(594)	2,435
0.85	0.12	0.76	0.72	0.25	0.26	0.79	0.21	0.30	0.89	0.53	0.02	6	(293)	2,736
0.42	0.64	0.58	0.33	0.32	0.84	0.02	0.73	0.23	0.32	0.46	0.91	6	(193)	2,836
0.93	0.95	0.02	0.19	0.02	0.79	0.37	0.33	0.28	0.12	0.98	0.28	5	(763)	2,266
0.37	0.36	0.42	0.25	0.36	0.11	0.97	0.71	0.70	0.18	0.66	0.94	6	28	3,057
0.46	0.04	0.95	0.76	0.01	0.51	0.87	0.77	0.03	0.01	0.25	0.55	5	(803)	2,226
0.63	0.27	0.70	0.07	0.20	0.93	0.90	0.91	0.07	0.27	0.47	0.66	6	85	3,114
0.33	0.20	0.85	0.20	0.38	0.39	0.77	0.43	0.28	0.22	0.27	0.69	5	(1,031)	1,998
0.90	0.84	0.98	0.30	0.81	0.25	0.05	0.27	0.84	0.70	0.81	0.73	7	1,517	4,546
0.69	0.38	0.81	0.73	0.39	0.74	0.49	0.93	0.06	0.86	0.61	0.64	7	1,359	4,388
0.00	0.75	0.81	0.99	0.82	0.62	0.02	0.23	0.12	0.33	0.92	0.21	6	(180)	2,849
0.31	0.62	0.80	0.90	0.49	0.94	0.18	0.50	0.58	0.04	0.92	0.18	6	473	3,502
0.90	0.31	0.99	0.87	0.92	0.05	0.80	0.21	0.77	0.70	0.96	0.68	8	2,181	5,210
0.79	0.92	0.43	0.35	0.43	0.30	0.56	0.91	0.12	0.72	0.86	0.02	6	419	3,448

ANEXO 6: SIMULACION DE UNA DEMANDA NORMAL

**DISTRIBUCION PROBABILISTICA**

DIAS	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD
ENTREGA		ACUMULADA
3	43%	43%
4	22%	65%
5	15%	81%
6	9%	90%
7	5%	95%
8	5%	100%

**SIMULACION**

NUM RND	0.14728759	0.722758554	0.4230844	0.32321727	0.52812095	0.86717389
SI RND>=.95 Y RND< 1 ENTONCES T.E.=8	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.90 Y RND< .95 ENTONCES T.E.=7	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.81 Y RND< .90 ENTONCES T.E.=6	0	0	0	0	0	6
SI RND>=.65 Y RND< .81 ENTONCES T.E.=5	0	5	0	0	0	0
SI RND>=.43 Y RND< .65 ENTONCES T.E.=4	0	0	0	0	4	0
SI RND>=0 Y RND< .43 ENTONCES T.E.=3	3	0	3	3	0	0
<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

NUM RND	0.73229662	0.370992869	0.150948657	0.13421848	0.56072934	0.54987775
SI RND>=.95 Y RND< 1 ENTONCES T.E.=8	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.90 Y RND< .95 ENTONCES T.E.=7	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.81 Y RND< .90 ENTONCES T.E.=6	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.65 Y RND< .81 ENTONCES T.E.=5	5	0	0	0	0	0
SI RND>=.43 Y RND< .65 ENTONCES T.E.=4	0	0	0	0	4	4
SI RND>=0 Y RND< .43 ENTONCES T.E.=3	0	3	3	3	0	0
<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

NUM RND	0.2847586	0.267597335	0.555926343	0.81397579	0.4561249	0.21812899
SI RND>=.95 Y RND< 1 ENTONCES T.E.=8	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.90 Y RND< .95 ENTONCES T.E.=7	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.81 Y RND< .90 ENTONCES T.E.=6	0	0	0	6	0	0
SI RND>=.65 Y RND< .81 ENTONCES T.E.=5	0	0	0	0	0	0
SI RND>=.43 Y RND< .65 ENTONCES T.E.=4	0	0	4	0	4	0
SI RND>=0 Y RND< .43 ENTONCES T.E.=3	3	3	0	0	0	3
<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

ANEXO 7: SIMULACION DE TIEMPO DE ENTREGA.

**CALCULO DE E.O.Q. Y PUNTO DE REORDEN**

**DATOS ESTADISTICOS**

FAMILIA	DEMANDA	DESV.	VALOR	ROI	TE
1	3,029	1,061	1,409	0.4	5
2	6,570	1,560	0.5458	0.4	5
3	3,032	722	0.5929	0.35	5
4	83	10	27.96	0.5	15
5	198	24	16.41	0.35	5
6	4	1	291.85	0.35	5
7	1,986	839	1.5154	0.35	10
8	201	62	19.57	0.35	18

**PUNTO DE REORDEN**

FAMILIA	1	2	3
1	20,450	25,755	31,060
2	40,650	48,450	56,250
3	18,770	22,380	25,990
4	1,395	1,545	1,695
5	1,110	1,230	1,350
6	27	34	41
7	28,250	36,640	45,030
8	4,734	5,850	6,966

**E.O.Q**

FAMILIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18,031	20,235	22,221	24,044	25,738	27,328	28,829	30,257	31,620	32,926
2	40,845	44,592	48,047	51,270	54,303	57,174	59,908	62,523	65,033	67,449
3	26,150	28,554	30,771	32,838	34,783	36,625	38,379	40,055	41,665	43,214
4	632	665	696	727	756	783	810	836	862	886
5	1,209	1,272	1,333	1,391	1,447	1,500	1,552	1,602	1,651	1,698
6	45	50	55	59	63	67	71	74	78	81
7	14,189	16,159	17,914	19,512	20,988	22,367	23,666	24,898	26,071	27,193
8	1,205	1,339	1,461	1,574	1,679	1,778	1,872	1,961	2,047	2,129

FAMILIA	EQO FACTOR	EQO REORDEN	COSTO TOTAL	COSTO CAPITAL	COSTO PEDIR	COSTO VTA. PERD.	SERVICIO CUENITE (%)	EQO CANT	REORDEN CANTIDAD
1	5	3	12.010	8.189	842	2.979	99	25.738	31.060
1	6	3	12.117	8.437	793	2.887	99	27.328	31.060
1	7	3	12.163	8.705	752	2.705	99	28.829	31.060
1	9	3	12.272	9.163	686	2.423	99	31.620	31.060
1	4	3	12.340	7.836	900	3.604	99	24.044	31.060
1	3	3	12.356	7.600	970	3.786	99	22.221	31.060
1	8	3	12.495	8.914	717	2.863	99	30.257	31.060
1	10	3	12.514	9.348	659	2.507	99	32.926	31.060
1	6	2	12.705	7.154	790	4.761	99	27.328	25.755
1	2	3	12.716	7.195	1.067	4.453	99	20.235	31.060
1	8	2	12.968	7.628	712	4.627	99	30.257	25.755
1	9	2	13.097	7.803	682	4.612	99	31.620	25.755
1	10	2	13.192	8.008	656	4.528	99	32.926	25.755
1	4	2	13.394	6.603	895	5.896	99	24.044	25.755
1	1	3	13.519	6.784	1.193	5.542	99	18.031	31.060
1	5	2	13.818	6.875	836	6.107	99	25.738	25.755
1	7	2	14.144	7.311	747	6.086	99	28.829	25.755
1	3	2	14.565	6.255	965	7.345	98	22.221	25.755
1	9	1	14.601	6.509	679	7.413	98	31.620	20.450
1	8	1	14.731	6.312	708	7.711	98	30.257	20.450
1	10	1	14.984	6.708	651	7.626	98	32.926	20.450
1	2	2	15.299	5.913	1.058	8.328	98	20.235	25.755
1	7	1	15.598	6.036	742	8.820	98	28.829	20.450
1	6	1	15.912	5.821	781	9.310	98	27.328	20.450
1	1	2	16.043	5.496	1.183	9.364	98	18.031	25.755
1	5	1	16.058	5.574	830	9.654	98	25.738	20.450
1	4	1	16.807	5.302	884	10.621	98	24.044	20.450
1	3	1	17.265	5.023	958	11.284	97	22.221	20.450
1	2	1	19.002	4.679	1.045	13.278	97	20.235	20.450
1	1	1	19.382	4.315	1.170	13.897	97	18.031	20.450

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 1.

FAMILIA	EQO	EQO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	SERVICIO	EQO	REORDEN
	FACTOR	REORDEN	TOTAL	CAPITAL	PEDIR	VIA. PERD.	CLIENTE (%)	CANT	CANTIDAD
2	10	3	10,844	6,593	697	3,555	99	67,258	56,250
2	9	3	10,886	6,413	722	3,751	99	64,849	56,250
2	8	3	11,174	6,249	750	4,174	99	62,346	56,250
2	6	3	11,272	5,918	819	4,534	99	57,013	56,250
2	7	3	11,327	6,091	782	4,454	99	59,739	56,250
2	10	2	11,608	5,792	694	5,122	99	67,258	48,450
2	5	3	11,762	5,736	862	5,164	99	54,149	56,250
2	9	2	11,914	5,636	719	5,559	99	64,849	48,450
2	4	3	11,938	5,524	912	5,503	99	51,125	56,250
2	8	2	11,952	5,498	748	5,706	98	62,346	48,450
2	6	2	12,244	5,158	815	6,271	98	57,013	48,450
2	3	3	12,247	5,320	971	5,956	98	47,911	56,250
2	7	2	12,359	5,332	779	6,248	98	59,739	48,450
2	5	2	12,365	4,995	859	6,511	98	54,149	48,450
2	2	3	12,498	5,090	1,046	6,362	98	44,466	56,250
2	4	2	12,872	4,807	908	7,158	98	51,125	48,450
2	10	1	13,362	5,053	689	7,620	98	67,258	40,650
2	3	2	13,363	4,595	966	7,802	98	47,911	48,450
2	6	1	13,495	4,455	811	8,229	98	57,013	40,650
2	7	1	13,638	4,617	773	8,248	98	59,739	40,650
2	1	3	13,677	4,788	1,140	7,749	98	40,729	56,250
2	9	1	13,913	4,886	714	8,313	98	64,849	40,650
2	8	1	14,162	4,749	741	8,672	98	62,346	40,650
2	5	1	14,346	4,266	852	9,228	98	54,149	40,650
2	2	2	14,370	4,371	1,039	8,961	98	44,466	48,450
2	1	2	15,107	4,099	1,131	9,877	97	40,729	48,450
2	4	1	15,190	4,077	900	10,213	97	51,125	40,650
2	3	1	15,961	3,874	957	11,130	97	47,911	40,650
2	2	1	17,116	3,663	1,028	12,425	97	44,466	40,650
2	1	1	17,320	3,431	1,121	12,768	97	40,729	40,650

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 2.

FAMILIA	EQG FACTOR	EQG REORDEN	COSTO TOTAL	COSTO CAPITAL	COSTO PEDIR	COSTO VIA. PERD.	SERVICIO CUENTE (%)	EQG CANT	REORDEN CANTIDAD
3	3	3	5,494	3,270	703	1,522	99	30,771	25,990
3	6	3	5,569	3,650	592	1,327	99	36,625	25,990
3	9	2	5,622	3,640	519	1,463	99	41,665	22,380
3	5	3	5,689	3,520	621	1,548	99	34,783	25,990
3	2	3	5,704	3,103	757	1,844	99	28,554	25,990
3	8	3	5,714	3,879	541	1,294	99	40,055	25,990
3	9	3	5,728	4,004	520	1,204	99	41,665	25,990
3	1	3	5,781	2,942	825	2,014	99	26,150	25,990
3	4	2	5,789	3,012	656	2,121	99	32,838	22,380
3	10	3	5,804	4,113	502	1,189	99	43,214	25,990
3	3	2	5,812	2,878	700	2,234	99	30,771	22,380
3	6	2	5,833	3,273	589	1,971	99	36,625	22,380
3	7	3	5,855	3,762	564	1,530	99	38,379	25,990
3	7	2	5,875	3,397	563	1,915	99	38,379	22,380
3	4	3	5,914	3,395	658	1,861	99	32,838	25,990
3	10	2	5,992	3,736	500	1,757	99	43,214	22,380
3	8	2	6,035	3,507	539	1,990	99	40,055	22,380
3	2	2	6,053	2,725	753	2,576	98	28,554	22,380
3	5	2	6,116	3,147	618	2,351	99	34,783	22,380
3	1	2	6,151	2,568	821	2,762	98	26,150	22,380
3	7	1	6,280	3,030	560	2,690	98	38,379	18,770
3	9	1	6,294	3,254	515	2,525	98	41,665	18,770
3	8	1	6,327	3,150	536	2,640	98	40,055	18,770
3	4	1	6,379	2,653	654	3,072	98	32,838	18,770
3	5	1	6,471	2,773	616	3,082	98	34,783	18,770
3	10	1	6,482	3,367	497	2,617	98	43,214	18,770
3	6	1	6,574	2,906	585	3,082	98	36,625	18,770
3	3	1	6,665	2,499	695	3,471	98	30,771	18,770
3	2	1	6,906	2,358	747	3,801	98	28,554	18,770
3	1	1	7,521	2,200	810	4,511	97	26,150	18,770

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS A LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 3.

FAMILIA	EQQ	EQQ	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	SERVICIO	EQQ	REORDEN
	FACTOR	REORDEN	TOTAL	CAPITAL	PEDIR	VTA. PERD.	CUENTE (%)	CANT	CANTIDAD
4	51	3	10,465	7,896	388	2,181	99	1,516	1,695
4	57	3	10,644	8,316	370	1,958	99	1,590	1,695
4	64	3	10,662	8,662	352	1,648	99	1,673	1,695
4	65	3	10,678	8,595	350	1,733	99	1,685	1,695
4	67	3	10,731	8,673	345	1,713	99	1,708	1,695
4	55	3	10,739	8,142	376	2,221	99	1,566	1,695
4	54	3	10,763	8,049	378	2,336	99	1,553	1,695
4	60	3	10,805	8,448	362	1,995	99	1,626	1,695
4	62	3	10,807	8,489	357	1,961	99	1,650	1,695
4	53	3	10,820	8,009	381	2,430	99	1,541	1,695
4	63	3	10,831	8,584	354	1,893	99	1,662	1,695
4	50	3	10,836	7,882	391	2,564	99	1,503	1,695
4	68	3	10,887	8,709	343	1,835	99	1,719	1,695
4	70	3	10,896	8,766	339	1,792	99	1,742	1,695
4	52	3	10,919	7,979	384	2,556	99	1,528	1,695
4	61	3	10,921	8,650	359	1,911	99	1,638	1,695
4	66	3	10,998	8,702	347	1,949	99	1,696	1,695
4	58	3	11,067	8,387	367	2,313	99	1,603	1,695
4	59	3	11,122	8,443	364	2,315	99	1,615	1,695
4	56	3	11,136	8,249	372	2,515	99	1,578	1,695
4	69	3	11,251	8,757	340	2,154	99	1,730	1,695
4	51	2	11,782	7,320	384	4,077	98	1,516	1,545
4	61	2	11,927	7,838	356	3,733	98	1,638	1,545
4	52	2	11,956	7,315	381	4,260	98	1,528	1,545
4	68	2	11,964	8,020	340	3,604	98	1,719	1,545
4	62	2	11,970	7,810	354	3,806	98	1,650	1,545
4	58	2	11,976	7,712	364	3,900	98	1,603	1,545
4	54	2	12,018	7,488	375	4,155	98	1,553	1,545
4	50	2	12,046	7,211	387	4,448	98	1,503	1,545
4	53	2	12,046	7,387	378	4,281	98	1,541	1,545
4	70	2	12,057	8,034	336	3,688	98	1,742	1,545
4	63	2	12,092	7,866	351	3,874	98	1,662	1,545
4	65	2	12,100	7,918	347	3,835	98	1,685	1,545
4	67	2	12,150	7,967	342	3,841	98	1,708	1,545
4	56	2	12,160	7,576	369	4,215	98	1,578	1,545
4	69	2	12,169	8,067	337	3,764	98	1,730	1,545
4	55	2	12,199	7,551	372	4,276	98	1,566	1,545
4	57	2	12,205	7,730	366	4,109	98	1,590	1,545
4	64	2	12,289	7,911	348	4,030	98	1,673	1,545
4	60	2	12,320	7,888	358	4,073	98	1,626	1,545
4	66	2	12,323	7,860	344	4,119	98	1,696	1,545
4	59	2	12,426	7,742	361	4,323	98	1,615	1,545
4	57	1	13,468	6,976	363	6,129	97	1,590	1,395
4	52	1	13,499	6,707	377	6,415	97	1,528	1,395
4	65	1	13,511	7,208	343	5,960	97	1,685	1,395
4	58	1	13,516	6,933	360	6,223	97	1,603	1,395

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 4.

FAMILIA	EQO	EQO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	SERVICIO
	FACTOR	REORDEN	TOTAL	CAPITAL	PEDIR	VIA. PERD.	CLIENTE (%)
<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>12,311</b>	<b>4,307</b>	<b>827</b>	<b>7,177</b>	<b>98.15</b>
5	9	3	12,415	4,390	803	7,223	98.14
5	10	3	12,601	4,465	780	7,356	98.11
5	7	3	12,779	4,199	852	7,728	98.01
5	5	3	13,082	4,010	914	8,158	97.90
5	6	3	13,271	4,098	881	8,293	97.87
5	3	3	13,409	3,784	990	8,635	97.78
5	9	2	13,597	4,058	799	8,740	97.75
5	10	2	13,751	4,159	777	8,815	97.73
5	7	2	14,362	3,875	848	9,638	97.52
5	8	2	14,407	3,927	822	9,658	97.52
5	2	3	14,482	3,661	1,035	9,786	97.49
5	4	3	14,558	3,884	946	9,728	97.50
5	5	2	15,235	3,646	908	10,681	97.25
5	9	1	15,324	3,712	795	10,817	97.22
5	6	2	15,338	3,751	875	10,712	97.25
5	1	3	15,680	3,499	1,085	11,096	97.15
5	10	1	15,696	3,800	771	11,125	97.14
5	4	2	15,854	3,543	942	11,369	97.08
5	2	2	16,446	3,328	1,027	12,090	96.89
5	8	1	16,634	3,618	816	12,200	96.86
5	7	1	16,903	3,525	842	12,536	96.78
5	1	2	16,949	3,197	1,080	12,672	96.74
5	3	2	17,008	3,444	980	12,584	96.76
5	4	1	17,214	3,238	937	13,039	96.65
5	5	1	17,218	3,305	902	13,011	96.65
5	6	1	17,629	3,388	868	13,373	96.56
5	3	1	17,749	3,118	977	13,655	96.49
5	2	1	19,469	2,984	1,018	15,466	96.02
5	1	1	19,663	2,891	1,071	15,700	95.96

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 5.

FAMILIA	EQO FACTOR	EQO REORDEN	COSTO TOTAL	COSTO CAPITAL	COSTO PEDIR	COSTO VIA. PERD.	SERVICIO CLIENTE	EQO CANT.	REORDEN CANTIDAD
6	1	2	3,413	2,320	569	523	99	45	34
6	2	2	3,462	2,499	513	451	100	50	34
6	1	3	3,523	2,683	572	268	100	45	41
6	3	1	3,529	2,314	463	753	99	55	27
6	3	2	3,560	2,662	464	433	100	55	34
6	2	3	3,569	2,873	513	183	100	50	41
6	1	1	3,645	1,945	566	1,134	99	45	27
6	2	1	3,648	2,129	509	1,010	99	50	27
6	4	1	3,654	2,490	424	740	99	59	27
6	4	2	3,696	2,856	426	414	100	59	34
6	5	1	3,697	2,645	397	654	99	63	27
6	3	3	3,750	3,031	466	253	100	55	41
6	5	2	3,751	2,994	398	359	100	63	34
6	6	1	3,814	2,791	373	650	99	67	27
6	4	3	3,841	3,228	427	187	100	69	41
6	7	1	3,884	2,889	358	637	99	71	27
6	6	2	3,926	3,137	375	414	100	67	34
6	7	2	3,942	3,266	359	317	100	71	34
6	5	3	3,961	3,383	399	179	100	63	41
6	8	1	3,998	3,048	339	612	99	74	27
6	6	3	4,020	3,522	376	122	100	67	41
6	8	2	4,042	3,429	340	273	100	74	34
6	9	1	4,045	3,161	325	559	99	78	27
6	10	1	4,121	3,300	313	508	99	81	27
6	7	3	4,151	3,643	360	148	100	71	41
6	9	2	4,152	3,543	327	282	100	78	34
6	8	3	4,244	3,776	341	124	100	74	41
6	10	2	4,256	3,647	315	294	100	81	34
6	9	3	4,316	3,905	327	84	100	78	41
6	10	3	4,463	4,022	315	126	100	81	41

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 6.

FAMILIA	EQQ	EQQ	COSTO		COSIO	COSTO	SERVICIO	EQQ	REORDEN
	FACTOR	REORDEN	TOTAL	CAPITAL	PEDIR	VIA. PERD.	CUENTE	CANT	CANTIDAD
7	9	3	18,811	11,394	535	6,883	98	26,070	45,030
7	8	3	18,914	11,040	559	7,315	97	24,897	45,030
7	9	2	19,036	9,219	530	9,287	97	26,070	36,640
7	10	3	19,075	11,554	512	7,009	98	27,193	45,030
7	10	2	19,124	9,443	510	9,171	97	27,193	36,640
7	6	3	19,357	10,380	620	8,357	97	22,367	45,030
7	7	3	19,564	10,682	586	8,296	97	23,666	45,030
7	10	1	19,732	7,432	504	11,797	96	27,193	28,250
7	7	2	20,165	8,627	582	10,957	96	23,666	36,640
7	8	2	20,478	8,893	554	11,031	96	24,897	36,640
7	5	3	20,650	9,845	658	10,147	96	20,988	45,030
7	4	3	20,779	9,354	707	10,718	96	19,511	45,030
7	6	2	21,419	8,248	611	12,561	96	22,367	36,640
7	9	1	22,115	7,120	521	14,474	95	26,070	28,250
7	3	3	22,339	8,680	762	12,897	95	17,914	45,030
7	7	1	22,461	6,611	572	15,278	95	23,666	28,250
7	5	2	22,688	7,896	649	14,143	95	20,988	36,640
7	8	1	23,128	6,867	543	15,719	94	24,897	28,250
7	6	1	23,129	6,315	604	16,209	94	22,367	28,250
7	4	2	23,351	7,330	693	15,328	95	19,511	36,640
7	2	3	23,678	7,878	838	14,962	95	16,159	45,030
7	5	1	24,449	5,982	638	17,829	94	20,988	28,250
7	3	2	24,652	6,870	749	17,033	94	17,914	36,640
7	4	1	26,767	5,609	680	20,478	93	19,511	28,250
7	1	3	28,522	6,961	933	20,628	93	14,189	45,030
7	2	2	29,240	5,996	815	22,429	92	16,159	36,640
7	3	1	30,394	5,052	730	24,612	91	17,914	28,250
7	2	1	33,968	4,569	796	28,603	90	16,159	28,250
7	1	2	34,955	5,317	906	28,732	90	14,189	36,640
7	1	1	41,880	3,911	879	37,091	87	14,189	28,250

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 7.

FAMILIA	EQQ FACTOR	EQQ REORDEN	COSTO TOTAL	COSTO CAPITAL	COSTO PEDIR	COSTO VIA. PERD.	SERVICIO CLIENTE	EQQ CANT	REORDEN CANTIDAD
8	51	1	18,495	16,338	333	1,824	99.5	4,308	4,734
8	52	1	18,904	16,416	330	2,158	99.41	4,348	4,734
8	50	1	19,019	16,251	335	2,432	99.33	4,268	4,734
8	54	1	19,138	16,589	324	2,225	99.39	4,426	4,734
8	60	1	19,216	17,315	309	1,592	99.57	4,652	4,734
8	59	1	19,218	17,151	311	1,755	99.52	4,615	4,734
8	53	1	19,257	16,580	327	2,344	99.36	4,387	4,734
8	57	1	19,360	16,981	316	2,063	99.44	4,540	4,734
8	55	1	19,384	16,851	321	2,212	99.4	4,464	4,734
8	61	1	19,471	17,383	307	1,784	99.51	4,688	4,734
8	56	1	19,475	16,916	319	2,240	99.39	4,502	4,734
8	58	1	19,577	17,099	314	2,164	99.41	4,578	4,734
8	63	1	19,727	17,522	302	1,902	99.48	4,761	4,734
8	65	1	19,781	17,803	297	1,680	99.54	4,832	4,734
8	62	1	19,805	17,332	304	2,167	99.41	4,725	4,734
8	69	1	19,828	18,053	289	1,486	99.59	4,972	4,734
8	67	1	20,024	17,963	293	1,770	99.52	4,902	4,734
8	68	1	20,214	18,003	291	1,919	99.48	4,937	4,734
8	64	1	20,318	17,652	299	2,361	99.36	4,797	4,734
8	66	1	20,404	17,865	294	2,244	99.39	4,867	4,734
8	70	1	20,409	18,252	287	1,870	99.49	5,006	4,734
8	50	2	21,108	20,001	338	770	99.79	4,268	5,850
8	51	2	21,136	20,211	335	590	99.84	4,308	5,850
8	52	2	21,460	20,323	332	805	99.78	4,348	5,850
8	53	2	21,655	20,422	328	900	99.75	4,387	5,850
8	55	2	21,676	20,543	323	809	99.78	4,464	5,850
8	56	2	21,699	20,633	320	739	99.8	4,502	5,850
8	54	2	21,970	20,663	325	981	99.73	4,426	5,850
8	57	2	22,005	20,692	318	991	99.73	4,540	5,850
8	58	2	22,042	20,895	315	831	99.77	4,578	5,850
8	61	2	22,130	21,273	307	546	99.85	4,688	5,850
8	60	2	22,165	21,073	310	776	99.79	4,652	5,850
8	59	2	22,252	20,972	312	968	99.74	4,615	5,850
8	62	2	22,274	21,302	305	667	99.82	4,725	5,850
8	64	2	22,565	21,433	301	831	99.77	4,797	5,850
8	65	2	22,582	21,652	299	624	99.83	4,832	5,850
8	63	2	22,596	21,392	303	901	99.75	4,761	5,850
8	67	2	22,769	21,796	294	679	99.81	4,902	5,850
8	66	2	22,796	21,689	296	811	99.78	4,867	5,850
8	69	2	22,901	22,023	290	588	99.84	4,972	5,850
8	68	2	23,031	22,133	292	606	99.83	4,937	5,850
8	70	2	23,146	22,135	288	720	99.8	5,006	5,850
8	50	3	24,426	23,977	339	110	99.97	4,268	6,966
8	51	3	24,490	24,054	335	101	99.97	4,308	6,966
8	52	3	24,741	24,235	332	171	99.95	4,348	6,966
8	54	3	24,796	24,344	326	124	99.97	4,426	6,966

ANEXO 9: RESULTADOS COMPLETOS DE LA SIMULACION HECHA A LA FAMILIA 9

## ANEXO 10

### DERIVACION DE LA FORMULA DEL E.O.Q.

Esta derivación comprende las fórmulas con que se calcula la cantidad de orden más económica para un elemento mantenido en inventario, sin importar si el producto se compra o se fabrica.

Recepción se refiere a el acto de ingresar el producto y expedición indica la salida de el producto.

Se toma una tasa diaria de recepción de producto  $p$ , y una tasa diaria de expedición  $u$ , esto quiere decir que se recibirán  $p$  productos por día y se expedirán  $u$  productos por día, se toma para efectos del cálculo de la fórmula una tasa uniforme, es decir una cantidad promedio.

Por otra parte para producir un lote de  $q$  piezas se necesitan  $q/p$  días.

La tasa en que las piezas se introducen en el inventario es  $p - u$ , por lo que la cantidad máxima añadida a el inventario es:

$$(q/p)(p - u).$$

Se considera un inventario de seguridad  $R$ , que se suma a la fórmula anterior para encontrar el máximo real.

$$R + (q/p)(p - u).$$

Considerando el costo de almacenamiento directamente relacionado a el inventario máximo mediante un factor  $w$  , que se determinará en dólares al año por pieza, el costo anual de almacenamiento es:

$$w * [ R + ( q/p ) * ( p - u ) ].$$

El valor promedio de el inventario es:

$$R + ( q/(2*p) ) * ( p - u ).$$

El costo  $C$ . constituye los costos variables de acuerdo a el tamaño del lote. El costo  $S$  es igual a el costo de pedir, papeleo , llamadas telefónicas, etc..

El costo de una pieza es:

$$C + (S/q).$$

Y el costo total durante un año es:

$$N * u * ( C + (S/q) ).$$

Donde  $N$  son los días laborables usados en el lote  $q$ .

Aplicando este costo total por pieza al inventario total promedio, el valor de el inventario es:

$$[ C + (S/q)] * [ R + (q/(2*p)) * ( p - u ) ].$$

Considerando I como el costo de mantener el inventario, expresado como dólares por dólar de inventario, el costo anual de mantener el inventario es:

$$I * [ C + (S/q)] * [ R + (q/(2*p)) * ( p - u ) ].$$

El total de costos durante un año sería la suma de los tres costos, de almacenamiento, de pedido y el costo directo.

$$T = I*[C+(S/q)]*[R+(q/(2*p))*(p-u)] + w*[R+(q/p)*(p-u)] + N*u*(C+(S/q)).$$

Desarrollando esta ecuación resulta:

$$T = w*R + (w*q/p)*(p-u) + N*u*C+(N*u*S/q) + I*C*R + ((I*C*q)/(2*p))*(p-u) + (I*S*R)/q + (I*s/(2*p))*(p-u).$$

Para obtener el tamaño de lote óptimo donde se optimice el total de costos se debe diferenciar la ecuación que representa el total de costos con respecto a el tamaño de lote, T será la variable a minimizar y estará en función de q.

La ecuación que resulta de derivar el total de costo, se iguala a cero y se busca un resultado para q, este resultado será el el tamaño de lote donde se encuentra el costo mínimo, donde se encuentra el punto de inflexión de la curva de el costo total.

$$dt/dq = (w/p)(p-u)-(N*u*S/(q*q))*(I*C/(2*P))*(p-u)-(I*S*R/(q*q))=0.$$

Despejando q que es el tamaño del pedido resulta:

$$q = \sqrt{\frac{2 \cdot (N \cdot u \cdot S + I \cdot S \cdot R)}{(I \cdot C + 2 \cdot w) \cdot (1 - u/p)}}$$

En la practica  $N \cdot u$  se usa como A que es el consumo anual, el costo w se considera dentro de el costo I, el factor  $2 \cdot I \cdot S \cdot R$  se omite por que el costo del inventario de seguridad es despreciable.

Para cuando se incrementa el inventario por medio de una orden de compra el factor  $u/p$  no tiene sentido por lo que el lote óptimo de compra se reduce a:

$$E.O.Q. = \sqrt{2 \cdot A \cdot S / I \cdot C}$$

## BIBLIOGRAFIA

**ANDREWS, R. Keneth**, El Concepto de la Estrategia de la Empresa, Pamplona, EUNSA, 1977.

**ANSOFF, Igor h.**, La Estrategia de la Empresa, Pamplona, EUNSA, 1976.

**COSS, Raul**, Simulación un Enfoque Práctico, México, Editorial Limusa, 1990.

**FRANKLIN, G. Moore**, Administración de la Producción, México, Editorial Diana, 1982.

**JOYANES, Luis**, Programación en Turbo Pascal, México, Mc Graw Hill, 1990.

**MENDENHALL, William**, Estadística Matemática con Aplicaciones, México, Ed. Iberoamérica, 1986.

**NAYLOR, Thomas H.**, Técnicas de Simulación en Computadora, México, Editorial Limusa, 1971.

**PLOSSL, George W.**, Control de la Producción y de Inventarios, México, Prentice Hall, 1987.

**PORTER, Michael E.**, Estrategia Competitiva: Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y la Competencia, CECSA, México, 1982.