



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCESO INTERACTIVO PARA EL CONTROL  
DE INVENTARIOS Y FACTURACION

T E S I S  
QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA INDUSTRIAL)  
P R E S E N T A  
FEDERICO RAMON HUACUJA SALAMAN

MEXICO, D. F.

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

# INDICE

INDICE GENERAL .	1
INTRODUCCION .	3
CAPITULO I. FUNDAMENTOS DEL CONTROL DE INVENTARIOS .....	6
I.1 Significado .....	7
I.2 Importancia y Beneficios .....	7
I.3 La Función del Control de Inventarios .....	9
I.3.1 Objetivos .....	10
I.3.2 Políticas .....	11
I.3.3 Procedimientos .....	12
CAPITULO II. PRONOSTICOS DE DEMANDA .....	14
II.1 Significado .....	14
II.2 El Horizonte del Tiempo .....	15
II.3 Componentes de la Demanda .....	16
II.3.1 Patrones de Cambio .....	16
II.3.2 Efectos al Azar .....	18
II.3.3 Efectos de Autocorrelación .....	18
II.3.4 Patrones Estacionales .....	23
II.3.5 Efectos de Tendencia .....	23
II.4 Métodos de Pronósticos .....	23
II.5 Errores de Pronóstico .....	27
II.5.1 Porcentaje de Error .....	28
II.5.2 Error Estandar .....	29
II.5.3 Desviación Media Absoluta .....	29
CAPITULO III. CASOS PRACTICOS .....	30
III.1 Pronóstico del Ultimo Período .....	30
III.2 Promedio Simple .....	30
III.3 Promedio Móvil .....	37
III.4 Promedio Móvil Ponderado .....	38
III.5 Promedio Exponencial Ponderado .....	40
III.6 Método de Pronóstico por Correlación y Regresión. ....	46
CAPITULO IV. SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS .....	55
IV.1 Sistema ABC .....	56
IV.1.1 Análisis ABC .....	58
IV.2 Máximos y Mínimos .....	63
IV.3 Modelo Clásico de Inventarios .....	65

CAPITULO V.	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS Y FACTURACION .....	75
	V.1 Diagrama de Bloques del Sistema .....	75
	V.2 Descripción del Sistema .....	80
	V.3 Generalidades del Sistema .....	95
	V.3.1 Descripción de Archivos .....	97
CONCLUSIONES	.....	101
BIBLIOGRAFIA	.....	103

## I N T R O D U C C I O N

En los siguientes capítulos, me propongo mostrar a detalle, las técnicas esenciales para el Control de Inventarios y algunos de los últimos descubrimientos sobre el tema desarrollados tanto en los Estados Unidos de Norteamérica como en Latinoamérica y utilizados a la fecha en numerosas empresas de México.

Manejaré para ello, el lenguaje más accesible sobre el tema de tal suerte, que cualquier persona, aún siendo un neófito en el asunto, pueda no sólo entender y asimilar dichas técnicas sino ponerlas en práctica y desarrollar más y mejores sistemas manuales o computarizados, para la iniciativa privada como el sector público.

Con el desarrollo de la computación y los avances tecnológicos en los equipos para el manejo de datos, el proceso interactivo ha venido a revolucionar el uso de las computadoras, dado que en la actualidad se han desarrollado las llamadas computadoras mini y micro, capaces de realizar el mismo trabajo que las tradicionales, salvo que con mayor rapidez y menor costo, porque permite al usuario captar información de forma inmediata y ordenarla para el nivel operativo, nivel de planeación y nivel toma de decisiones.

Posiblemente uno de los descubrimientos más importantes, fue una nueva actitud hacia los sistemas de computación. Ellos dejaron de ser las maravillosas y mágicas cajas negras que iban a producir la fábrica automática y eliminar la toma de decisiones y responsabilidades de la gerencia media. Las computadoras empezaron a ser vistas como pan y mantequilla, herramientas para obtener mejores resultados en la manufactura.

Antes de entrar en detalle sobre los principios y técnicas del Control de Inventarios, vale la pena preguntarse qué son estas funciones realmente. Han sido definidas en muchas formas, tales como "embarcar el producto en el momento preciso con el costo mínimo y la menor inversión en inventarios". Desafortunadamente definiciones de este tipo no dan mucha luz sobre el caso. Podemos entender mejor el concepto considerando sus tres objetivos primarios :

1. Servicio a Clientes
2. Inversión Mínima en Inventarios
3. Máxima eficiencia y operación en fábrica

Buen servicio a clientes, obviamente significa que se tenga el producto en la estantería de tal manera que pueda enviarse inmediatamente al Cliente, o hacer y enviar el producto al Cliente dentro de un tiempo aceptable. Hay por supuesto, muchos otros factores en el servicio a clientes, tales como proporcionar información sobre fechas de envío, pero para el cliente típico; el oportuno envío del producto es la esencia de un buen servicio.

El segundo objetivo, mantener la mínima inversión en inventarios. necesita poca o ninguna explicación para el Director de hoy. Los costos de intereses han subido y el cambio general en la actividad administrativa sobre el dinero ha puesto una presión cada vez mayor en la inversión de inventarios. Las compañías que tenían suficiente dinero en caja y bancos, fueron alguna vez consideradas como "compañías sanas". Hoy, la compañía que guarda dinero en el banco, es considerada generalmente como demasiado conservadora, porque su administración no tiene la imaginación para invertir el dinero inteligentemente. Por esto, las compañías operan con menos efectivo, lo cuál tiende a aumentar la presión para mantener los inventarios bajo control.

El tercer objetivo, eficiencia en la fábrica, se manifiesta en diferente, formas; la función de control de inventarios, es reponsable por el tamaño de los lotes, las cantidades de artículos que deben producirse.

Mientras más grande es el tamaño de un lote, menor número de veces debe ajustarse la maquinaria y los costos de órdenes de producción incurridos. Los lotes de gran tamaño, requieren de una mayor inversión en inventarios; pero por otra parte, son mayores los costos de operación de la fábrica. El tamaño de los lotes tiene un efecto real en la eficiencia de la fábrica.

Estos tres objetivos están en conflicto, es por ello que un sistema interactivo para el control de inventarios y facturación, faculta al usuario de técnicas y medios para alcanzar los objetivos que busca.

El sistema interactivo, como su nombre lo indica es la acción que se ejerce entre varios. Es decir que el usuario interactúa con la computadora a través de un menú principal y varios secundarios; cargados éstos de diferentes archivos y generados por diversos programas de computación. El usuario puede llevar a cabo movimientos de Entradas, Salidas, Ajustes, Reservas; elaborar reportes y listados de Facturas, Pedidos, Existencias; acumular salidas para obtener consumos mensuales y crear políticas de inventario para cada artículo.

## CAPITULO I.

## FUNDAMENTOS DEL CONTROL DE INVENTARIOS.

Después de la Segunda Guerra Mundial ha sobrevenido un impresionante avance de la tecnología en materia de administración de industrias y negocios. Los trabajos que realizaron los pioneros del pensamiento de la Administración Científica como Frederick W. Taylor, Henry Fayol y otros ingenieros a principios de siglo, han dado como resultado la integración de las ciencias exactas a la toma de decisiones en todos los campos de la empresa moderna, bien se trate de producción, ventas, compras, finanzas, etc. A este importante fenómeno se suma el de la invención y desarrollo de los equipos de control automático y de procesamiento de datos, conjuntamente a la evolución de los conceptos de estadística y de investigación de operaciones, que han revolucionado por completo la dirección de las empresas.

Uno de los aspectos más directamente afectados por la creciente complejidad de los negocios es el del control de los inventarios, el cual reclama de métodos más precisos para la solución de sus problemas, teniendo en cuenta los distintos factores de incertidumbre que encierran y la importancia que representan en la posición financiera y competitiva de la organización, puesto que afectan directamente al servicio, a las utilidades y a la liquidez del capital de trabajo.



## I.1 SIGNIFICADO .

La palabra *inventario* se aplica a los materiales como sinónimo de *existencias*, o también, se utiliza para designar una lista detallada de artículos con su número de identificación, cantidad y valor. Otras veces se habla de inventariar como contar las existencias del almacén. A pesar del sinónimo entre inventario y existencias, desde un punto de vista estrictamente técnico, se habla de *existencias* cuando se refiere a los materiales físicos en sí; y se aplica al término *inventarios* cuando se hace referencia al valor de tales existencias; sin embargo, en la práctica no siempre sucede así, a menos que se hable en términos contables específicamente.

## I.2 IMPORTANCIA Y BENEFICIOS .

En la administración y control de inventarios, los niveles de inversión representan un porcentaje muy significativo del activo circulante, ya que alrededor del 25% del mismo se debe a los inventarios.

También aparece en los documentos más importantes de la operación de una organización : el balance general y el estado de pérdidas y ganancias. En el primero, el valor de los inventarios forma parte del activo, como uno de los recursos que posee la organización, y la directiva, debe estar interesada en saber exactamente qué uso se hace de esos bienes.

La cifra más reciente de existencias valoradas en almacén y la cifra anterior se registran en el estado de pérdidas y ganancias como medio para calcular el beneficio o la pérdida.

Además de la gran importancia que encierra un buen sistema de control de inventarios, se agregan algunas ventajas que reportan los siguientes beneficios :

1. Facilita la planificación de la producción, reduciendo al mínimo la posibilidad de retrasos y paros.
2. Proporciona mayor eficiencia en la contabilización de los materiales.
3. Permite establecer una lucha sistemática contra las pérdidas y derroches.
4. Es la base para lograr una mejor organización del trabajo.
5. Permite una mejor utilización de los materiales y la eliminación de aquéllos que resulten anticuados u obsoletos.
6. Facilita el desarrollo de la función financiera.
7. Proporciona una mejor información y control sobre los costos.

8. Evita la duplicidad de pedidos.
9. Permite hacer frente a la demanda con oportunidad y eficacia.
10. Contribuye a reducir las necesidades de espacio para almacenaje.
11. Proporciona ahorros en la adquisición de materiales y en los gastos de envío.

### I.3

#### LA FUNCION DEL CONTROL DE INVENTARIOS .

En la organización de la función del control de inventarios, se deben coordinar los requerimientos de dos áreas principales, producción y distribución (ventas), es decir, el flujo de materiales debe controlarse en dos grandes grupos : materias primas y productos terminados para lo cual se requiere de cierta información por parte de las áreas involucradas, que permita conocer :

1. Variedad de artículos.
2. Volumen de pedidos.
3. Políticas de tiempos de entrega.
4. Ciclos de estaciones.
5. Ciclos de ventas especiales (promociones, festividades, ciclos escolares).

6. Pronósticos de ventas.
7. Tipo de producción (por lotes, continúa sobre pedido, de línea).
8. Programas de producción anticipados.
9. Planes de expansión.
10. Proyectos de diversificación o estandarización de productos.

A partir de la información obtenida, los responsables del control de inventarios se encargarán de fijar objetivos y definir políticas acordes a la organización particular de la empresa y a sus propias capacidades, pero que cumplan con los propósitos fundamentales de la función del control de inventarios, que a continuación se mencionan.

#### I.3.1 OBJETIVOS .

- 1° Tener el *mínimo de inversión en existencias* de materias primas, partes componentes, materiales en proceso y productos terminados.
- 2° Mantener el nivel de existencias de materias primas y partes componentes de tal manera que los procesos de producción *no sufran demoras por faltantes*.

- 3° Mantener el nivel de existencias de productos terminados de acuerdo con la demanda, para proporcionar *un servicio de entrega oportuno*.
- 4° Descubrir a tiempo los materiales que no tienen movimiento, los que se han deteriorado y los que han caído en la obsolescencia para *evitar inversiones en efectivo congeladas o pérdidas en el segundo caso*.
- 5° Determinar *la cantidad y la frecuencia más conveniente de pedidos de materiales*.
- 6° Encontrar y mantener *el equilibrio más económico entre los costos de adquisición y de almacenar los materiales*.
- 7° Detectar con *oportunidad los cambios en la demanda*.

### I.3.2 POLITICAS .

- a) Definir planes de ventas y de adquisición de productos, así como de producción y almacenamiento.
- b) Determinar el tipo de sistema adecuado para establecer los niveles de existencias, por ciclos estacionales o períodos de producción.
- c) Adoptar el sistema de almacenamiento más conveniente, bien sea centralizado o descentralizado.

- d) Fijar límites para compras adelantadas de acuerdo a la capacidad económica de la empresa.
- e) Implantar normas de rotación de materiales.

### I.3.3 PROCEDIMIENTOS .

Una vez que se tiene una idea clara de lo que se pretende lograr con un sistema de control de inventarios, debe formalizarse un plan de acción implementado mediante procedimientos específicos, que básicamente son los que se mencionan a continuación :

1. Hacer un análisis de los inventarios mediante el sistema de clasificación A, B, C.
2. Calcular el costo de abastecimiento de materiales con la colaboración del departamento contable.
3. De la misma manera, calcular el costo de mantener las existencias en los almacenes.
4. Calcular la cantidad más económica de pedido mediante el método apropiado.
5. Establecer los puntos de reorden más convenientes para cada caso.
6. Determinar las cantidades de reserva óptimas, y,

7. Establecer el equilibrio entre los costos de faltantes y costos de excedentes en las existencias.

## CAPITULO II . PRONOSTICOS DE DEMANDA .

En el mundo de los negocios, donde no se conoce con certeza el futuro, no es posible tomar decisiones y formular planes de una vez y para siempre, sin que se haga necesaria la revisión contínua.

Esta inseguridad del porvenir hace evidente la necesidad de contar con un sistema organizado de predicciones que intenten reducir las áreas de incertidumbre que rodean a la actividad de dirección de ventas, como a la de costos, producción, precios y así sucesivamente.

Si la planeación por anticipado pretende llevarse a cabo con éxito, habrá que buscar una explicación a los cambios en la actividad económica pasada y predecir la actividad futura, mediante relaciones matemáticas entre un juego de variables, en lugar de establecer métodos ingenuos basados en corazonadas, intuición o conjeturas. Este punto de vista científico en la predicción lo constituyen los *pronósticos*.

### II.1 SIGNIFICADO .

El término *pronóstico* se define como la *proyec*-ción del pasado hacia el futuro y está muy vinculado a los movimientos externos e incontrolables del medio ambiente que rodea a la organización y los asuntos internos y controlables de la misma.



*La esencia de la función de un sistema de pronósticos consiste en proporcionar retroalimentación de información en forma rápida y certera, para poder preveer siempre que sea posible, los cambios de la demanda.*

La labor de pronosticar la demanda, usualmente compete el área de ventas, aunque también lo puede hacer el Departamento de Planeación, dependiendo del tipo de la organización; sin embargo, para que los pronósticos de demanda sean útiles en el control de inventarios, es importante que se encuentren expresados en tal forma, que puedan traducirse a los renglones específicos de demanda de materiales y equipo. La práctica común consiste en establecer un solo valor para el pronóstico, que represente la estimación media o la más probable; pero, se sabe que la demanda está sujeta a muchos efectos al azar que producen variaciones en las cantidades pronosticadas, por lo tanto, resulta más conveniente formular pronósticos refiriéndose a un intervalo de valores.

## II.2 EL HORIZONTE DE TIEMPO .

Dentro de los pronósticos se hace mucho énfasis en la cuestión de hasta dónde se debe sondear en el futuro y en los intervalos en que debe dividirse el horizonte de tiempo. Se trata de un aspecto práctico que depende del comportamiento de los mercados, de los proveedores, de la naturaleza de las operaciones, así como de la organización interna.

El año fiscal es probablemente el más apropiado horizonte de tiempo para la planeación. Ya sea dividido en meses, trimestres, etc., aunque, - una vez más, las prácticas de dirección interna y el giro de la organización influyen bastante en ésta consideración.

### II.3 COMPONENTES DE LA DEMANDA .

La combinación de los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan a la actividad económica de las empresas provoca situaciones características que son llamadas "componentes de la demanda", entre ellos se pueden citar como los más importantes :

Los patrones de cambio, efectos al azar, efectos de autocorrelación, patrones estacionales y efectos de tendencia, de - los cuáles se presentan enseguida algu - nas ilustraciones.

#### II.3.1 PATRONES DE CAMBIO .

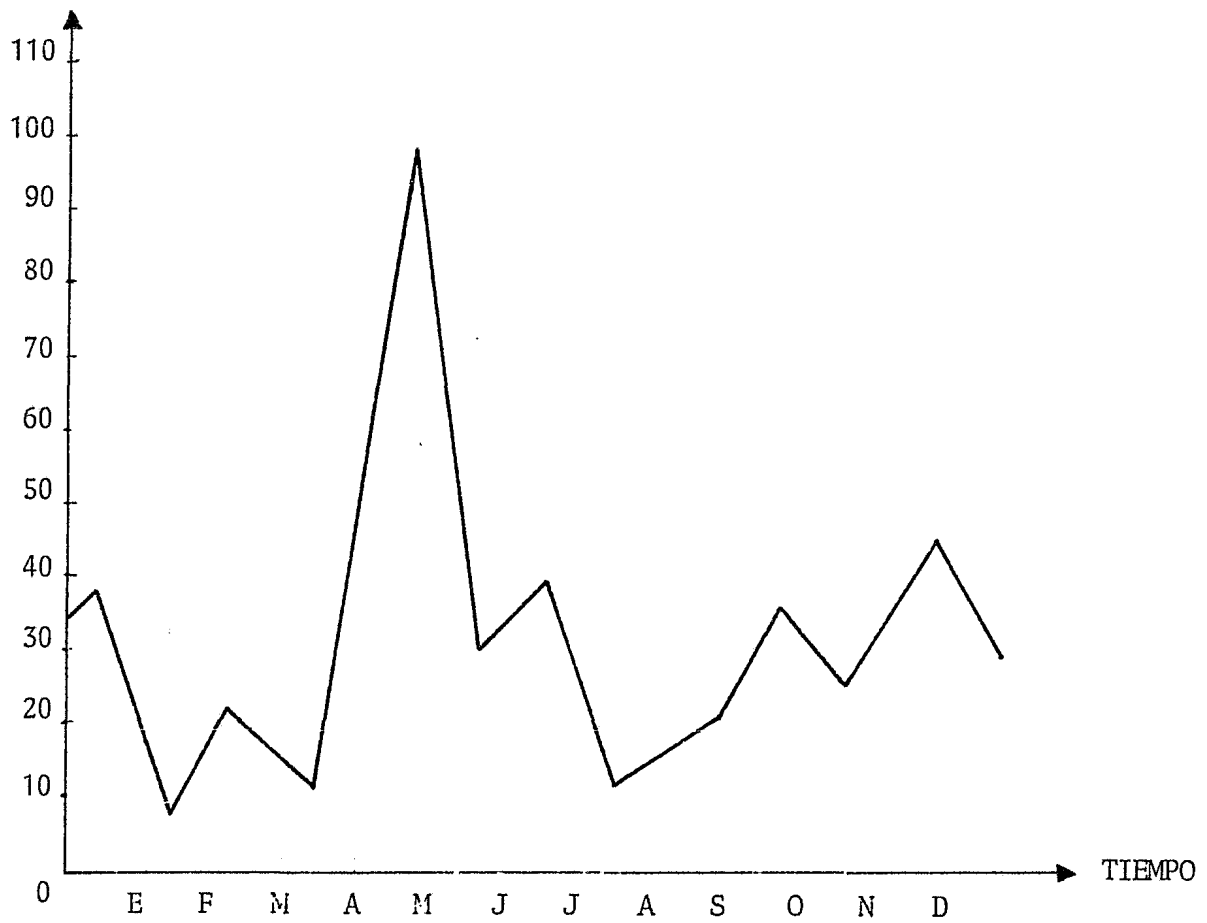
Dentro de este inciso son tres los casos más co - munes :

- a) Impulso (gráfica I).- Se caracteriza por un incremento o decremento notable en la demanda, pero que dura solamente un período, regresando al siguiente a su antiguo comportamiento, aunque posiblemente con tendencia diferente.

PATRON DE CAMBIO COMO COMPONENTE DE LA DEMANDA GENERADO POR

I M P U L S O

UNIDADES



G R A F I C A I.

- b) Brinco (gráfica II).- Es similar al impulso, con la salvedad que el cambio en la demanda se presenta bruscamente en un lapso de tiempo muy corto y no regresa a su comportamiento anterior.
- c) Rampa (gráfica III).- Aquí el cambio se da gradualmente, bien sea hacia arriba o hacia abajo, conservando después cierta tendencia en la demanda.

### II.3.2 EFECTOS AL AZAR .

Son variaciones inexplicables o por lo menos impredecibles debidas a una amplia variedad de causas. Este tipo de comportamiento, donde se presentan datos aleatorios, es preferible considerarlo como una distribución normal de la demanda y se obtienen mejores resultados de pronósticos utilizando datos promedio para hacer estimaciones a mediano plazo. Obsérvese el ejemplo de la gráfica IV, donde se notará que la demanda promedio es de alrededor de 100 unidades y los intervalos varían entre 40 y 160 unidades al mes.

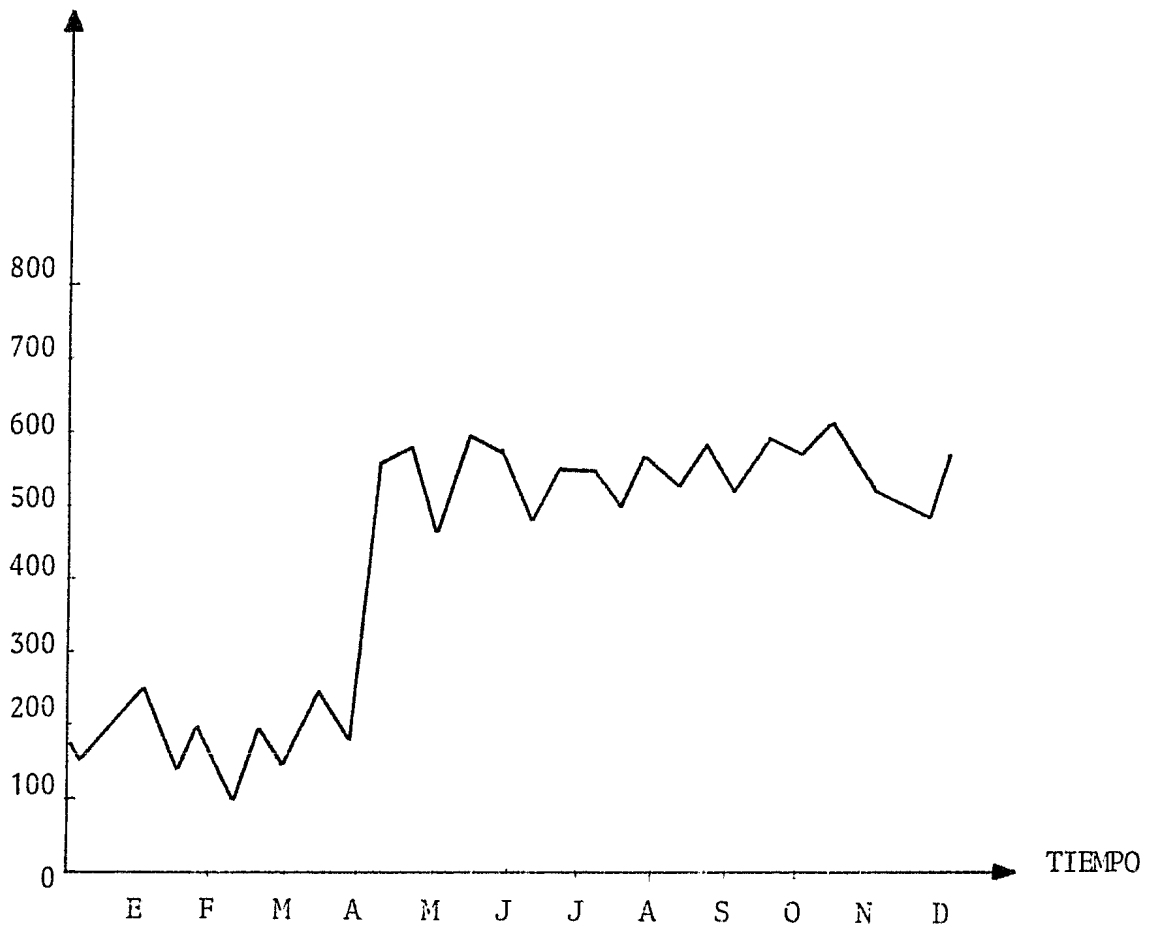
### II.3.3 EFECTOS DE AUTOCORRELACION .

En este tipo de efecto los datos aparecen aleatoriamente, persistiendo por varios períodos antes de registrar un cambio sustancial, pero con una alta correlación con los valores pasados. Para fines de pronóstico conviene utilizar el promedio de los datos y hacer estimaciones a corto plazo. (Gráfica V).

PATRON DE CAMBIO COMO COMPONENTE DE LA DEMANDA GENERADO POR

B R I N C O

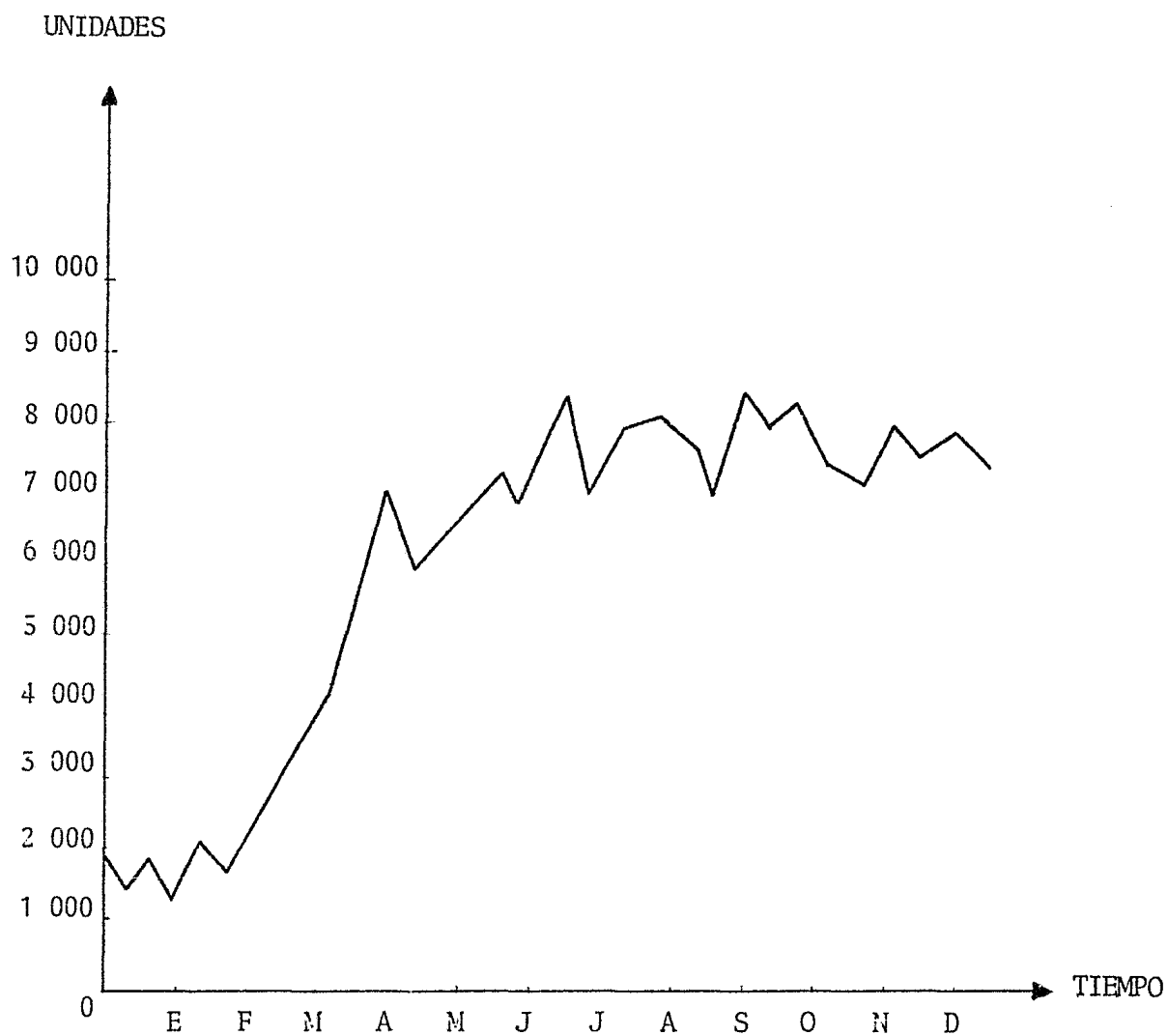
UNIDADES



GRAFICA II.

PATRON DE CAMBIO COMO COMPONENTE DE LA DEMANDA GENERADO POR

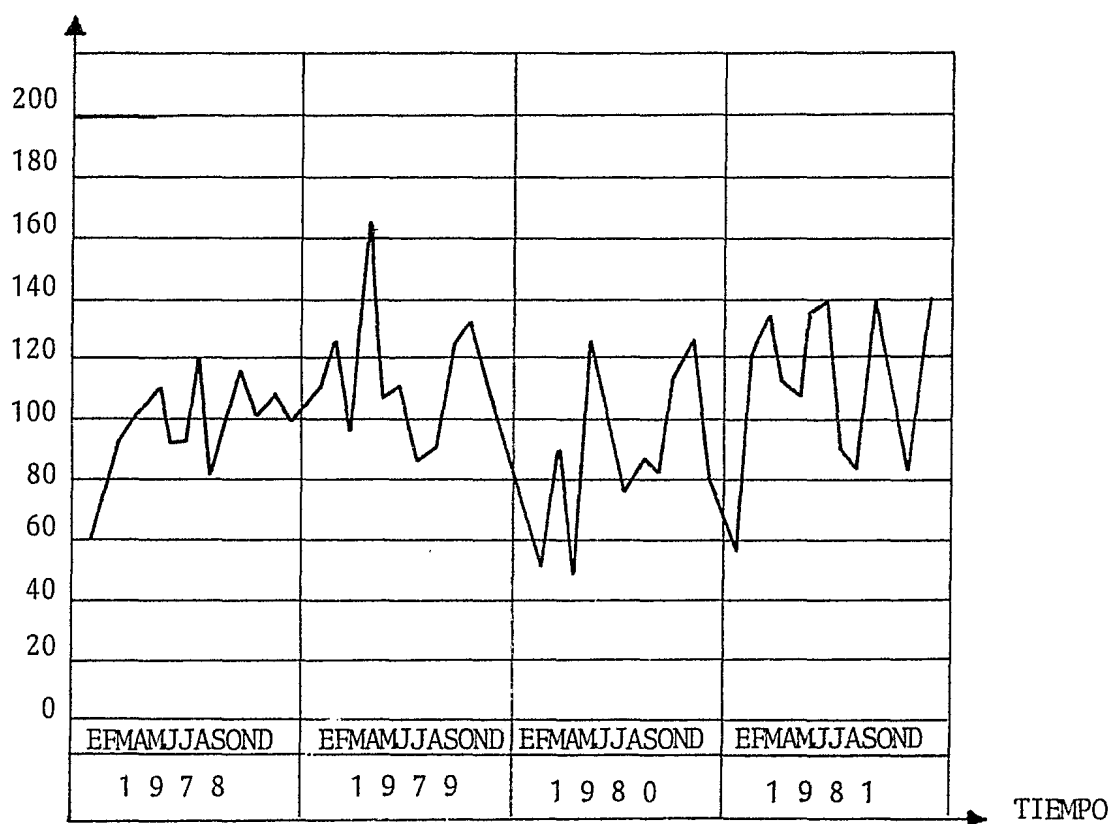
R A M P A



G R A F I C A III.

## EFECTOS AL AZAR DE LA DEMANDA

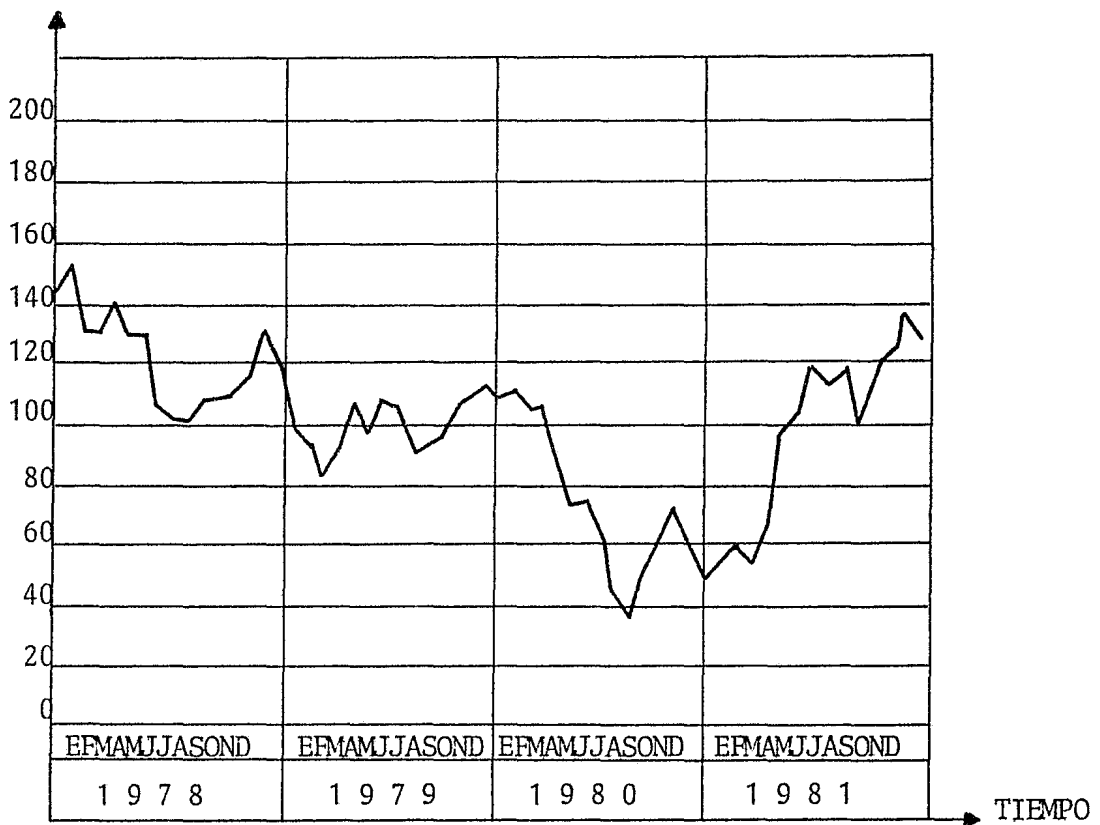
UNIDADES



GRAFICA IV.

EFFECTOS DE AUTOCORRELACION EN LA DEMANDA

UNIDADES



GRAFICA V.



#### II.3.4 PATRONES ESTACIONALES .

Se caracterizan por tener patrones cíclicos de repetición en el comportamiento de la demanda en forma de picos y valles. Dichos ciclos pueden repetirse varias veces dentro de un año o bien presentarse después de cierto número de años, como puede observarse en el ejemplo de la gráfica VI.

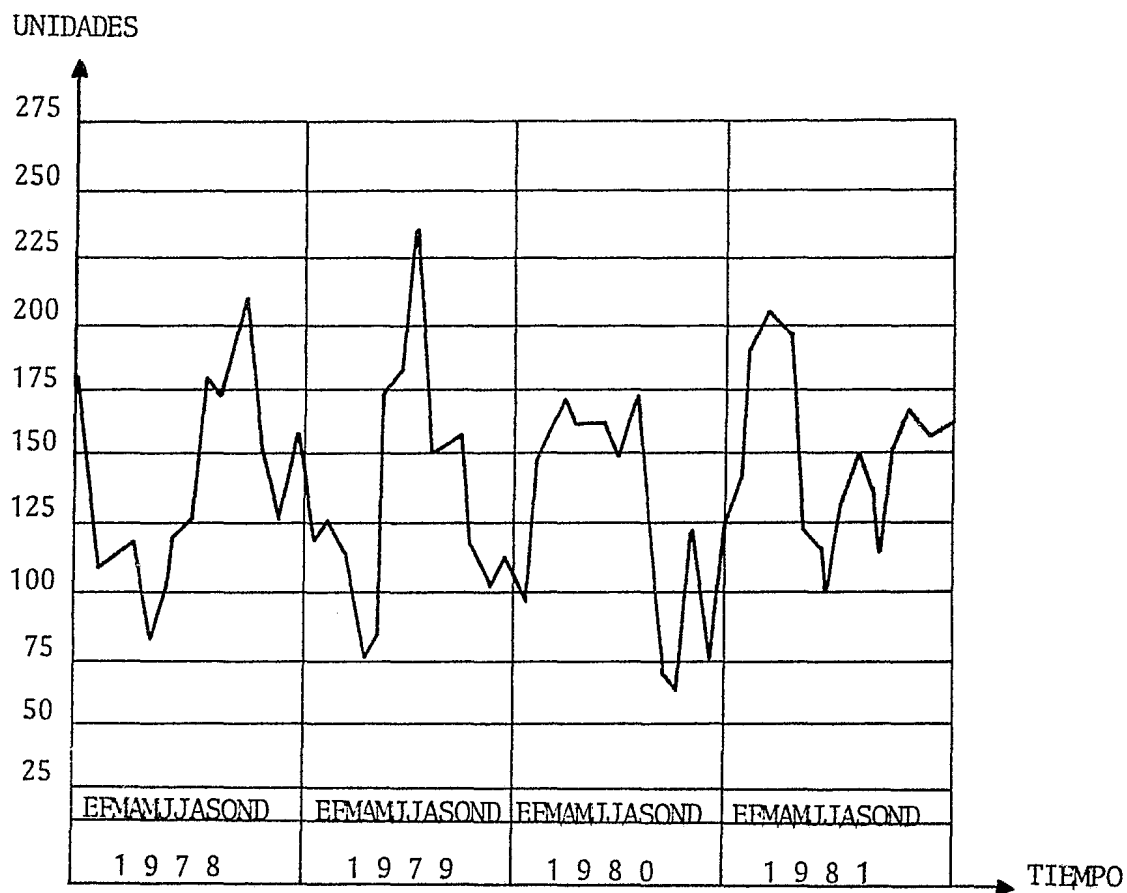
#### II.3.5 EFECTOS DE TENDENCIA .

Son consecuencias aleatorias de la demanda que se estudian estadísticamente en forma de proyecciones hacia el futuro suponiendo que la velocidad de variación reciente de la variable continuará en lo futuro. Para ésto se utiliza comunmente el método de regresión de mínimos cuadrados, por ser el que se aproxima mejor a las típicas tasas de crecimiento de las series económicas por medio de una línea, que permite, acertar en todos los pronósticos salvo aquellos que se hallen en los "puntos de vuelta".

#### II.4 METODOS DE PRONOSTICO .

Si el pronóstico ha de ser una ciencia, tendrá que basarse en el supuesto fundamental de que las fluctuaciones particulares que exhiba una serie de datos, obedecen a ciertas causas principales - que es necesario descubrir y medir y pequeñas - causas de cambio que son demasiado numerosas para

## PATRONES ESTACIONALES DE LA DEMANDA



GRAFICA VI.

medirlas, pero que se supone que se cancelarán entre sí; sin embargo, como suele suceder, cuando las pequeñas causas no se compensan mutuamente, o se convierten en causas principales inesperadas, el pronóstico será errado. El científico pronosticador por consiguiente, sólo puede esperar tener razón más de la mitad de las veces, según lo determine la extensión y confiabilidad de los datos, y su propia pericia analítica.

Para realizar la función de predicción básicamente se distinguen tres clases de métodos de pronóstico :

1° Métodos No-Científicos.- Basados en conjeturas, corazonadas, intuición, experiencia, sentido común, etc., apoyados principalmente por informes de encuestas o indicadores económicos.

Estos métodos no requieren de una gran capacidad técnica por parte de las personas que pronostican y les conceden a éstas gran autoridad por su experiencia; sin embargo, las apreciaciones son subjetivas, pueden ser tendenciosas y por otro lado, necesitan de índices económicos provenientes de fuentes dignas de crédito y estar completamente actualizados.

2° Métodos Cuasi-Científicos.- Se apoyan en los factores extrínsecos e intrínsecos de la de -

manda, a través de series cronológicas de valores, correspondientes a puntos o períodos específicos de tiempo, situando la variable dependiente a escala sobre un eje (ventas, producción o costos) y en el otro, expresando la variable independiente en meses, años o cualquier medida de tiempo, para construir un diagrama de líneas simple que permita aplicar técnicas estadísticas de promedios o bien de correlación y regresión.

Estos métodos gozan de bastante aceptación por su utilidad práctica, grado de confiabilidad aceptable y gran cualidad descriptiva, complementados con métodos no-científicos para obtener mejores resultados al combinar la técnica, la experiencia y el sentido común.

3° Métodos Científicos .- Son aquellos que utilizan modelos matemáticos que, combinando las variables pertinentes, cada una de las cuales es una serie separada que cubre un período pasado, en lo que parece ser el mejor arreglo, permiten al pronosticador predecir el curso futuro de una o más de estas variables sobre la base de las relaciones establecidas. El "mejor arreglo matemático" es un modelo que adopta la forma de una ecuación o un sistema de ecuaciones que aparentemente es el que mejor describe el juego pasado de relaciones, de acuerdo con la teoría económica y el análisis estadístico; en otras palabras, es la

abstracción simplificada de una situación real, expresada en ecuación y empleada como un sistema de predicción que dará resultados numéricos.

La utilización de dichos modelos plantea la problemática de ponderar el incremento en costos de investigación contra el incremento en valor de una mayor precisión, para decidir exactamente cuán detallado y completo será el modelo a construir, sujeto principalmente a dos condiciones :

- 1° Los modelos matemáticos de pronóstico, para que resulten útiles, requieren de un cuerpo investigador a tiempo completo.
- 2° Los modelos, por ser réplicas de situaciones dinámicas, tienen que ser revisados periódicamente para tener en cuenta las ponderaciones cambiantes de las constantes o parámetros en las ecuaciones.

## II.5 ERRORES DE PRONOSTICO .

Como el pronóstico es una estimación del futuro, no puede garantizarse la certidumbre aún bajo las condiciones más favorables, por lo cual, es normal esperar errores. De cualquier modo, el pronóstico es siempre preferible a cualquier otro tipo de predicción, puesto que, en el primer caso, se trata de estimaciones objetivas basadas en datos históricos completamente realistas y, en el segundo, son apreciaciones subjetivas.

Se entiende entonces, que es importante determinar sistemáticamente los errores de pronóstico por distintas razones, que son :

1. *Conocer la precisión en el pronóstico, que es básica para considerar las reservas de inventario que puedan afrontar dicho error.*
2. *Tener un fundamento para escoger la técnica más adecuada de pronóstico que permita disminuir el error.*
3. *Detectar sesgos o tendencias de la demanda.*

El error de pronóstico puede ser calculado de varias formas, con diferentes ventajas cada una, de las cuales se mencionan a continuación las de uso más frecuente :

#### II.5.1 PORCENTAJE DE ERROR .

Es una cantidad de significado vago, puesto que no puede considerarse como dato probabilístico, ni como promedio o tendencia. La fórmula para calcularlo es tan simple como sigue :

$$\% \text{ de error} = \frac{\text{Pronóstico-demanda real}}{\text{Demanda real}}$$

### II.5.2 ERROR ESTANDAR .

Es equivalente a la desviación estandar y supone un error distribuido normalmente, a partir del cual se hacen estimaciones probabilísticas; sin embargo, su cálculo se complica en la medida que crece el horizonte de tiempo.

La fórmula para calcularlo es la siguiente :

$$E.S. = \sqrt{\frac{\sum (\text{Pronóstico-demanda real})^2}{N - 1}}$$

### II.5.3 DESVIACION MEDIA ABSOLUTA .

Es una forma sencilla de calcular el error, que tiene la ventaja de ser aplicable para estimaciones probabilísticas y que además guarda una relación con el error estandar, que se expresa de la siguiente manera :

$$D.M.A. = \sqrt{\frac{2 (E.S.)^2}{\pi}} = 0.8 E.S.$$

La fórmula para calcular la D.M.A. tiene la siguiente fórmula :

$$D.M.A. = \frac{\sum |\text{Pronóstico-Demanda real}|}{N}$$

donde :

N = Número de períodos del horizonte de tiempo.

Esta forma de medir el error de pronóstico es la que se utilizará en los ejemplos de pronóstico que se estudiarán más adelante.

### CAPITULO III . CASOS PRACTICOS .

A continuación se estudian algunos métodos de pronóstico que son utilizados frecuentemente en la práctica con mayor o menor éxito y que de alguna manera permiten elaborar planes para las operaciones corrientes, así como a corto y mediano plazo, aún sin que constituyan modelos matemáticos de pronósticos científicos.

#### III.1 PRONOSTICO DEL ULTIMO PERIODO .

Es un método sencillo que toma como base la demanda real del último mes para pronosticar el siguiente. Se trata de un típico método no-científico, -recomendable solamente cuando la demanda permanece constante o con muy poca variación, debido a su pobre estabilidad y escasa respuesta a los efectos, lo cual puede observarse en el ejemplo de la Tabla II.

#### III.2 PROMEDIO SIMPLE .

Es un método tan sencillo como el anterior, cuyo cálculo es exactamente igual al de una media aritmética :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$



donde :

$$i = 1 \text{ a } N$$

$\hat{X}$  = Demanda estimada para el mes  $N + 1$

$\sum X_i$  = Suma de las demandas reales en los meses  $i$ .

$N$  = Número de períodos observados.

En este caso se observa una D.M.A. menor que en el anterior, buena estabilidad; aunque la respuesta sigue siendo pobre. Además, a medida que transcurre el tiempo aumenta la DMA y el error acumulado se incrementa en cada paso mensual, con signo negativo, como se observa en la tabla III.

TABLA I. DEMANDA OBSERVADA

M E S	1979	1980
ENERO	3	9
FEBRERO	7	8
MARZO	5	5
ABRIL	4	7
MAYO	0	6
JUNIO	6	4
JULIO	4	5
AGOSTO	6	3
SEPTIEMBRE	5	9
OCTUBRE	10	2
NOVIEMBRE	6	5
DICIEMBRE	4	3
T O T A L :	60	60

TABLA II. PRONOSTICO DEL ULTIMO PERIODO

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR
1981			
ENERO	3	7	-4
FEBRERO	7	3	4
MARZO	3	7	-4
ABRIL	7	4	3
MAYO	4	2	2
JUNIO	2	11	-9
JULIO	11	6	5
AGOSTO	6	1	5
SEPTIEMBRE	1	5	-4
OCTUBRE	5	8	-3
NOVIEMBRE	8	2	6
DICIEMBRE	2	4	-2
	—	—	—
T O T A L :	59	60	51 *

\* En valor absoluto.

$$DMA = 51 \div 12 = 4.25$$

TABLA III. PRONOSTICO DE PROMEDIO SIMPLE

MES	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1981				
ENERO	5.0	7	-2.0	-2.0
FEBRERO	5.1	3	2.1	0.1
MARZO	5.0	7	-2.0	-1.9
ABRIL	5.1	4	1.1	-0.8
MAYO	5.0	2	3.0	2.2
JUNIO	4.9	11	-6.1	-3.9
JULIO	5.1	6	-0.9	-4.8
AGOSTO	5.2	1	4.2	-0.6
SEPTIEMBRE	5.0	5	0.0	-0.6
OCTUBRE	5.0	8	-3.0	-3.6
NOVIEMBRE	5.1	2	3.1	-0.5
DICIEMBRE	5.0	4	1.0	0.5
T O T A L :	60.5	60	28.3*	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 28.3 \div 12 = 2.36$$

TABLA IV. PRONOSTICO DE PROMEDIO SIMPLE PARA DEMANDA CRECIENTE

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	5.0	5	0.0	0.0
FEBRERO	5.0	9	-4.0	-4.0
MARZO	5.1	8	-2.9	-6.9
ABRIL	5.2	6	-0.8	-7.7
MAYO	5.2	10	-4.8	-12.5
JUNIO	5.3	7	-1.7	-14.2
JULIO	5.4	14	-8.6	-22.8
AGOSTO	5.8	11	-5.2	-28.0
SEPTIEMBRE	5.9	8	-2.1	-30.1
OCTUBRE	6.0	12	-6.0	-36.1
NOVIEMBRE	6.1	10	-3.9	-40.0
DICIEMBRE	6.2	15	-8.8	-48.8
T O T A L :	66.2	115	48.8*	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 48.8 \div 12 = 4.07$$

TABLA V. PRONOSTICO DE PROMEDIO MOVIL

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	4.3	5	-0.7	-0.7
FEBRERO	4.2	9	-4.9	-5.5
MARZO	5.5	8	-2.5	-8.0
ABRIL	6.0	6	0.0	-8.0
MAYO	5.7	10	-4.3	-12.3
JUNIO	7.0	7	0.0	-12.3
JULIO	7.5	14	-6.5	-18.8
AGOSTO	9.0	11	-2.0	-20.8
SEPTIEMBRE	9.3	8	1.3	-19.5
OCTUBRE	9.3	12	-2.7	-22.2
NOVIEMBRE	10.3	10	0.3	-21.9
DICIEMBRE	10.3	15	-4.7	-26.6
T O T A L :	88.4	115	29.8*	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 29.8 \div 12 = 2.48$$

### III.3 PROMEDIO MOVIL .

Este método trata de disminuir las fluctuaciones marcadas del método del último período, sin llegar a la estabilidad extrema del método de promedio simple, utilizando para el cálculo varias observaciones consecutivas de la demanda más reciente, en lugar de la historia completa.

El propósito consiste en considerar un lapso de tiempo suficientemente largo para permitir que las fluctuaciones de la demanda se vayan compensando entre sí, y lo suficientemente corto para descartar la información pasada, que con el tiempo ya no es representativa. Así, pueden tomarse períodos de 4, 6, 8 y 12 meses y calcular cada mes un nuevo período eliminando el dato más antiguo y agregando el más reciente, de la siguiente forma :

$$\bar{X}_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{(t-n)} + 1}{n}$$

$\bar{X}_t$  = Demanda estimada para el mes  $t + 1$

$X_t$  = Valor de las demandas reales observadas en los meses  $t$  a  $t-n$ .

$n$  = Número de períodos observados.

En el ejemplo de la tabla V se puede apreciar la disminución en la D.M.A. en comparación con el método anterior. En lo que se refiere a estabilidad y respuesta dependerán del intervalo de tiempo considerado.

### III.4 PROMEDIO MOVIL PONDERADO .

Es un método que concede un peso a los datos recientes en forma decreciente en proporción inversa a la antigüedad de los mismos, a fin de que el efecto relativo de los datos más antiguos sea mínimo sobre el promedio resultante.

El cálculo puede expresarse de la siguiente manera :

$$\bar{X}_t = W_t X_t + W_{t-1} X_{t-1} + \dots + W_{(t-n)+1} X_{(t-n)+1}$$

La única restricción es que la suma de los pesos asignados sea igual a uno, mientras que el número de períodos a considerar puede variar entre 3 y 6 meses, según se juzgue conveniente. Para determinar un peso adecuado para cada dato existe un método sencillo que se basa en la siguiente fórmula :

$$W_t = \frac{n}{n(n+1)/2}$$

y para el período próximo anterior :

$$W_t = \frac{n-1}{n(n+1)/2}$$

y así sucesivamente.

En el ejemplo de la Tabla VI se observa que su estabilidad y rapidez de respuesta, son similares a las del método de promedio móvil, con la única ventaja de poder trabajarse con menos datos que aquél.



TABLA VI. PRONOSTICO DE PROMEDIO MOVIL PONDERADO

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	4.3	5	-0.7	-0.7
FEBRERO	4.4	9	-4.6	-5.3
MARZO	6.1	8	-1.9	-7.2
ABRIL	7.3	6	-0.7	-7.9
MAYO	7.1	10	-2.9	-10.8
JUNIO	8.3	7	1.3	-9.5
JULIO	7.8	14	-6.2	-15.7
AGOSTO	10.3	11	-0.7	-16.4
SEPTIEMBRE	11.0	8	3.0	-13.4
OCTUBRE	10.0	12	-2.0	-15.4
NOVIEMBRE	10.8	10	.8	-14.6
DICIEMBRE	10.3	15	-4.7	-19.3
T O T A L :	97.7	115	29.5*	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 29.5 \div 12 = 2.46$$

### III.5 PROMEDIO EXPONENCIAL PONDERADO .

Este método intenta obtener un promedio representativo de todos los datos, estadísticamente estable, pero que a la vez tome más en cuenta los datos últimos.

Su operación consiste básicamente en un ajuste, período por período, del promedio predicho en último término, sumando o restando una fracción, de la diferencia existente entre la demanda real del período en curso y el promedio pronosticado más reciente, lo cual se expresa así :

$$\bar{X}_t = \bar{X}_{t-1} + \alpha (X_{t-1} - \bar{X}_{t-1})$$

La fracción de la diferencia existente, entre la demanda efectiva y la estimación del promedio del período anterior,  $\alpha$ , es la constante de suavización o amortiguamiento cuyo valor se encuentra entre 0 y 1, y su finalidad es descontar el efecto de las variaciones al azar, por ejemplo : un valor de 0.20 para alfa equivale a descontar el 80% de las posibles variaciones incluidas en la nueva información de la demanda actual. De esta manera, los valores pequeños de alfa tendrán un fuerte efecto suavizador, mientras que los valores altos provocarán una reacción más rápida ante los cambios reales de la demanda.

En las tablas VII, VIII, IX y X, se observan algunas aplicaciones de este método con distintos valores de alfa, donde se ha considerado como indicador de que alfa debe ser cambiada, el valor de

la suma algebraica de error, que normalmente debe permanecer cercana a cero. Cuando la suma algebraica de error aumenta, es necesario incrementar alfa, para después reducirla con el fin de estabilizar el pronóstico.

TABLA VII. PRONOSTICO EXPONENCIAL SUAVIZADO

$$(\alpha = 0.5)$$

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	4.5	5	-0.5	-0.5
FEBRERO	4.8	9	-4.2	-4.7
MARZO	6.9	8	-1.1	-5.8
ABRIL	7.5	6	1.5	-4.3
MAYO	6.8	10	-3.2	-7.5
JUNIO	8.4	7	1.4	-6.1
JULIO	7.7	14	-6.3	-12.4
AGOSTO	11.0	11	0.0	-12.4
SEPTIEMBRE	11.0	8	3.0	-9.4
OCTUBRE	9.5	12	-2.5	-11.9
NOVIEMBRE	10.8	10	0.8	-11.1
DICIEMBRE	10.4	15	-4.6	-15.7
T O T A L :	99.3	115	29.1*	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 29.1 \div 12 = 2.42$$

TABLA VIII. PRONOSTICO EXPONENCIAL SUAVIZADO

 $(\alpha = 0.1)$ 

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	5.0	5	0	-0.3
FEBRERO	5.0	9	-4.0	-4.3
MARZO	5.4	8	-2.6	-6.9
ABRIL	5.7	6	-0.3	-7.2
MAYO	5.7	10	-4.3	-11.5
JUNIO	6.1	7	-0.9	-12.4
JULIO	6.2	14	-7.8	-20.2
AGOSTO	7.0	11	-4.0	-24.2
SEPTIEMBRE	7.4	8	-0.6	-24.8
OCTUBRE	7.5	12	-4.5	-29.3
NOVIEMBRE	8.0	10	-2.0	-31.3
DICIEMBRE	8.2	15	-6.8	-38.1
T O T A L :	77.2	115	35.9 *	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 35.9 \div 12 = 2.99$$

TABLA IX. PRONOSTICO EXPONENCIAL SUAVIZADO

$$(\alpha = 0.1)$$

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1981				
ENERO	5.0	7	-2.0	-2.0
FEBRERO	5.2	3	2.2	0.2
MARZO	5.0	7	-2.0	-1.8
ABRIL	5.2	4	1.2	-0.6
MAYO	5.1	2	3.1	2.5
JUNIO	4.8	11	-6.2	-3.7
JULIO	5.4	6	-0.6	-4.3
AGOSTO	5.5	1	4.5	0.2
SEPTIEMBRE	5.1	5	0.1	0.3
OCTUBRE	5.1	8	-2.9	-2.6
NOVIEMBRE	5.4	2	3.4	0.8
DICIEMBRE	5.1	4	-1.1	-0.3
T O T A L :	61.9	60	28.6 *	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 28.6 \div 12 = 2.38$$

TABLA X. PRONOSTICO EXPONENCIAL SUAVIZADO

$$(\alpha = 0.1)$$

M E S	PRONOSTICO	OBSERVADO	ERROR	SUMA ALGEBRAICA DE ERROR
1982				
ENERO	5.0	5	0.0	-0.3
FEBRERO	5.0	9	-4.0	-4.3
MARZO	5.4	8	-2.6	-6.9
ABRIL	5.7	6	-0.3	-7.2
MAYO	5.7	10	-4.3	-11.5
CAMBIAR $\alpha = 0.5$ Y AJUSTAR LA SUMA ALGEBRAICA DE ERROR A CERO				
JUNIO	7.8	7	0.8	0.8
JULIO	7.4	14	-6.6	-5.4
AGOSTO	10.7	11	-0.3	-5.7
SEPTIEMBRE	10.8	8	2.8	-2.9
OCTUBRE	9.4	12	-2.6	-5.5
NOVIEMBRE	10.7	10	0.7	-4.8
DICIEMBRE	10.4	15	-4.6	-9.4
T O T A L :	94.0	115	21.1 *	

\* En valor absoluto.

$$DMA = 21.1 \div 12 = 1.76$$

### III.6 METODO DE PRONOSTICO POR CORRELACION Y REGRESION .

El análisis estadístico moderno incorpora la inferencia estadística, la aleatoriedad y la estimación puntual mediante un artificio conocido como análisis de correlación y regresión, cuyo propósito es llegar a una ecuación matemática llamada *ecuación estimadora, ecuación predecidora, o ecuación de regresión*, que revela mejor la naturaleza de la relación existente entre una variable dependiente y una o más variables independientes.

Cuando se halla comprendida una variable dependiente, el análisis estadístico es conocido como correlación simple; cuando están comprendidas dos o más de ellas, se llama correlación múltiple. El primer caso es el que se explica brevemente a continuación, considerando a la demanda como una variable dependiente del tiempo, lo cual se expresa así :

$$Y = f (X)$$

El método que se aplicará para el análisis de correlación es el de la *recta de regresión por mínimos cuadrados*, que es aquella para la cual la suma de los cuadrados de las desviaciones de todos los puntos con respecto a la misma es mínima. La ecuación de dicha recta será :

$$Y' = a + bX$$



en donde :

$$b = \frac{n \sum Xy - (\sum X) (\sum y)}{n (\sum X^2) - (\sum y)^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$n = \text{Número de Período}$$

La desviación estandar del cálculo de las variaciones a uno y otro lado de la línea de regresión se determina mediante las siguientes relaciones :

$$S_{YX} = \sqrt{(1-r_{YX}^2) S_Y^2}$$

en donde :

$$r_{YX} = b \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{\sum (Y-\bar{Y})^2}{n-1}}$$

En la tabla XI puede observarse la forma de aplicar este método para pronosticar la demanda, donde se ha determinado una ecuación estimadora a partir de los seis primeros meses.

Los resultados han sido los siguientes :

$$\begin{aligned} Y &= 418 \\ YX &= 1508 \\ X &= 21 \\ X^2 &= 91 \end{aligned}$$

$$b = \frac{6 (1508) - (418) (21)}{6 (91) - \sum Y^2} = 2.57$$

$$a = \frac{418}{6} - 2.57 \frac{21}{6} = 60.6$$

$$Y' = 60,6 + 2.57 X$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{759,36}{5}} = 12.32$$

$$r_{YX} = 2.57 \sqrt{\frac{6 (91) - 441}{6 (29880) - 174724}} = 0.39$$

$$S_{YX} = \sqrt{(1-0.39^2) (12.32)^2} = 11.3$$

Pronóstico a partir de los primeros seis períodos :

1. Demanda esperada ;  $Y' = 60,6 + 2.57X$ .
2. Error estandar del pronóstico,  $S_{YX}$ , 11 unidades.
3. Límites para la Demanda Real,  $Y + 22$ ;  $Y-22$  unidades, con una confiabilidad del 95%.

Estos resultados se aplican de la siguiente manera :

Para el período número 7 (julio) ;

$$Y' = 60.6 + 2.57 (7) = 78,6 \text{ unidades.}$$

La demanda real podría caer dentro de los límites :

$$78.6 + 22 = 100.6 \text{ unidades}$$

$$78.6 - 22 = 56.6 \text{ unidades}$$

TABLA XI. PRONOSTICO POR CORRELACION Y REGRESION .

MES	PERIODO (X)	DEMANDA (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY	$(Y-\bar{Y})^2$
ENERO	1	68	1	4624	68	71.4
FEBRERO	2	55	4	3025	110	460.1
MARZO	3	63	9	3969	189	180.9
ABRIL	4	82	16	6724	328	30.8
MAYO	5	87	25	7569	435	111.3
JUNIO	6	63	36	3969	378	180.9
JULIO	7	77	49	5929	539	0.3
AGOSTO	8	78	64	6084	624	2.4
SEPTIEMBRE	9	62	81	3844	558	208.8
OCTUBRE	10	78	100	6084	780	2.4
NOVIEMBRE	11	74	121	5476	814	6.0
DICIEMBRE	12	62	144	3844	744	208.8
ENERO	13	74	169	5476	962	6.0
FEBRERO	14	80	196	6400	1120	12.6
MARZO	15	96	225	9216	1440	382.2
ABRIL	16	74	256	5476	1184	6.0
MAYO	17	71	289	5041	1207	29.7
JUNIO	18	71	324	5041	1278	29.7
JULIO	19	66	361	4356	1254	109.2
AGOSTO	20	86	400	7396	1720	91.2
SEPTIEMBRE	21	85	441	7225	1785	73.1
OCTUBRE	22	89	484	7921	1958	157.5
NOVIEMBRE	23	91	529	8281	2093	211.7
DICIEMBRE	24	103	576	10609	2472	704.9
TOTALES :	300	1835	4900	143579	24040	3278.

$$\bar{X} = \frac{300}{24} = 12.5$$

$$\bar{Y} = \frac{1835}{24} = 76.45$$

$$S_Y = 11.9$$

$$b = \frac{24 (24040) - (1835) (300)}{24 (4900) - (90000)}$$

$$b = \frac{26460}{27600} = 0.96$$

$$a = 76.45 - 0.96 (12.5)$$

$$a = 64.45$$

$$r_{YX} = 0.96 \sqrt{\frac{24 (4900) - (90000)}{24 (143579) - (3367225)}}$$

$$r_{YX} = 0.96 \sqrt{0.35} = 0.57$$

$$S_{YX} = \sqrt{[1 - (0.57)^2]} \quad (11.9)^2$$

$$S_{YX} = \sqrt{95.6} = 9.77$$

Ecuación predecidora :

$$Y = 64.45 + 0.96 X$$

Rango de pronóstico al 95% de confianza :

$$Y \pm 20 \text{ unidades}$$

EJEMPLO :

La demanda mensual de 4 artículos se registró como sigue :

M E S		1	2	3	4	5	6	7	8
Artículo	1	170	170	170	170	165	170	170	170
	2	150	165	180	195	210	225	240	255
	3	135	195	170	190	200	140	210	170
	4	140	150	160	170	180	190	190	180

M E S		9	10	11	12	13	14
Artículo	1	170	170	170	170		
	2	270	285	300	315		
	3	170	35	220	220		
	4	170	160	150	140		

- a) Dibujar una gráfica de demanda para cada artículo.
- b) Pronosticar la demanda de cada uno para los meses 13 y 14 utilizando el método más adecuado.

Artículo 1 : Demanda constante. Método del último período

$$d_{13} = 170 \text{ unidades}$$

$$d_{14} = 170 \text{ unidades}$$

Artículo 2 : Demanda con tendencia ascendente en línea recta.

Método de proyección gráfica, o ecuación de la recta.

$$Y - 150 = \frac{300 - 150}{11 - 1} (X - 1)$$

$$Y = 15 X - 15 + 150$$

$$Y = 15 X + 135$$

$$d_{13} = 15 (13) + 135 = 330 \text{ unidades}$$

$$d_{14} = 15 (14) + 135 = 345 \text{ unidades}$$

Artículo 3 : Demanda variable con un impulso en el período número 10.

Método de Promedio Móvil Ponderado.

$$d_{13} = (0.4) 220 + (0.3) 220 + (0.2) 170 +$$

$$+ (0.1) 170 = 205$$

$$d_{14} = (0.4) 205 + (0.3) 220 + (0.2) 220 +$$

$$+ (0.1) 170 = 209$$

Método de Promedio Móvil de 6 meses.

$$d_{13} = (220 + 220 + 170 + 170 + 210 + 140) \div$$

$$\div 6 = 188$$

$$d_{14} = (188 + 220 + 220 + 170 + 170 + 210) \div$$

$$\div 6 = 196$$

Artículo 4 : Demanda con variaciones cíclicas.

Método de promedio exponencial.

$$d_{11} = 160 + 0.5 (160 - 160) = 160 \text{ error} = + 10$$

$$d_{12} = 160 + 0.5 (150 - 160) = 155 \text{ error} = + 15$$

$$d_{13} = 155 + 0.5 (140 - 155) = 147.5 \text{ D.M.A.} = 12.5$$

$$d_{14} = 147.5 + 0.5 (- 12.5) = 141.2$$



## CAPITULO IV . SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS .

Ante la necesidad de que la economía de la empresa descansa sobre bases numéricas y racionales, la investigación de operaciones significa la aportación de una visión analítica y sintética de los fenómenos de producción e intercambio. La definición más simplista de la investigación de operaciones es aquella que la considera como la preparación científica de las decisiones.

Uno de los campos más importantes para la aplicación de esta tecnología es el de los sistemas de inventarios, con un enfoque dirigido hacia el diseño y control del flujo físico, con el objetivo de hacer posible la planeación anticipada de la magnitud óptima del recurso que representa el inventario, en función de dos variables principalmente : la demanda y el costo.

Varios de los procedimientos de la investigación de operaciones pueden utilizarse en la solución de problemas de diferente naturaleza pero que se presentan en condiciones análogas, así se han establecido modelos matemáticos que representan con la mayor aproximación posible el sistema real.

Estos modelos presentan distintas variantes de acuerdo a la naturaleza de la información de que se dispone, así es posible distinguir :

Modelos determinísticos, que utilizan datos conocidos o predecibles con gran certeza.

Modelos estocásticos, que manejan datos probabilísticos o de incertidumbre.

Modelos estáticos, que ocurren en una sola etapa o una sola vez.

Modelos dinámicos, que se presentan de manera repetitiva o en varias etapas.

Frecuentemente en la práctica, los problemas de inventarios resultan extremadamente complicados y no es posible obtener toda la información necesaria. En estos casos habrá que conformarse con un mejoramiento de la situación existente, sin afectar la meta perfecta que se persigue : La línea de conducta óptima.

Los métodos y modelos de control de inventarios que se exponen en este trabajo tienen por objeto el favorecer las aplicaciones prácticas y desarrollar una cierta actitud mental que sustituya dentro del marco de la toma de decisiones, a la combinación de Experiencia e Intuición por el binomio Información-Razonamiento.

#### IV.1 SISTEMA ABC .

El punto de partida para lograr una buena administración de inventarios es clasificar correctamente sus componentes. La división más apropiada es

la que proporciona el Sistema ABC, cuyo fundamento es el "principio de la distribución deficiente" que expresa : Frecuentemente un porcentaje pequeño de artículos importantes domina los resultados, mientras que por otro lado existe un gran número de artículos, cuyo valor es tan pequeño que tienen poco efecto sobre los resultados.

El sistema ABC opera en base al valor de los inventarios dividiéndolos en tres categorías :

CATEGORIA A :

Grupo de gran valor. Comprende artículos con alto valor unitario y con alto valor total, cubre un porcentaje reducido de unidades, pero representa un alto porcentaje del valor total del inventario.

CATEGORIA B :

Grupo de valor intermedio. Comprende artículos con valor unitario medio y con valor total medio. Incluye un porcentaje alto de unidades, pero un porcentaje bajo del valor total del inventario.

CATEGORIA C :

Grupo de poco valor. Está formado por artículos con bajo valor unitario y bajo valor total. Incluye un gran porcentaje de unidades pero un porcentaje muy bajo del valor total del inventario.

El criterio de aplicación es que el control para cada tipo de artículo será proporcional a su importancia.

El grupo A requiere el máximo de atención para el control físico y contable de los artículos, aplicando toda la técnica del control de inventarios y una enérgica vigilancia.

El grupo B no precisa de un control tan estricto, basta con establecer reglas de ordenamiento de materiales que el personal deberá seguir al pie de la letra.

Constantemente deberá checarsé el control de tarjetas contra la existencia física en el almacén.

El grupo C no requiere de un estricto control por tarjetas, generalmente se controlan por el método de reorden automático.

Al comprobar que las existencias han llegado al punto de reorden, inmediatamente se envía la requisición al departamento de Compras.

#### IV.1.1 ANALISIS ABC .

La aplicación del sistema ABC al control de inventarios requiere de un análisis de los componentes, que incluye los siguientes datos : Número de pieza, descripción, costo unitario y consumo.

Los pasos que constituyen el proceso de análisis son los siguientes :

- 1° Multiplicar el costo unitario por el consumo para obtener el valor de utilización por artículo y el total.
- 2° Se calcula el porcentaje acumulado de los artículos.
- 3° Se ordenan los artículos en secuencia descendente del valor de utilización.
- 4° Se calcula el valor acumulado de utilización y el porcentaje acumulado de este valor.

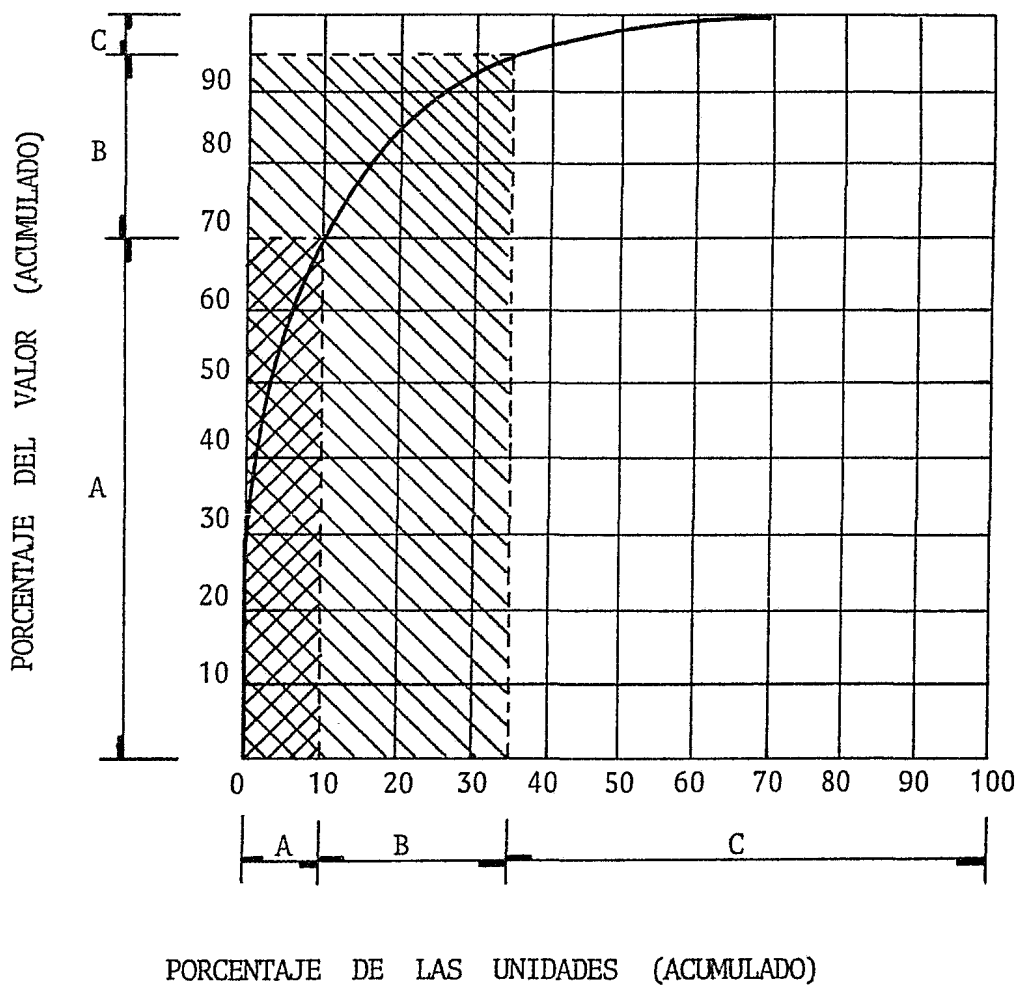
ANALISIS ABC

N° PZA.	DESCRIPCION	COSTO UNIT.	CONSUMO	VALOR DE UTILIZ .	% ACUMULADO DE ARTS.
1	J-4	20	100	2000	10
2	J-5	10	900	9000	20
3	K-0	5	500	2500	30
4	K-1	4	10	40	40
5	L-0	3	25	75	50
6	L-1	2	100	200	60
7	M-7	1	75	75	70
8	M-9	1	50	50	80
9	N-1	2	25	50	90
10	N-3	1	10	10	100
				14000	

N° PZA.	VALOR DE UTILIZ.	VALOR ACUM .DE UTILIZACION	% ACUMULADO DEL VALOR UTILIZ .	CLASIFICACION
2	9000	9000	64.2	
3	2500	11500	82.1	- - A - -
1	2000	13500	96.4	
6	200	13700	97.8	- - B - -
5	75	13775	98.3	
7	75	13850	98.9	
8	50	13900	99.3	C
9	50	13980	99.6	
4	40	13990	99.9	
10	10	14000	100.0	

CLASIF.	N° DE ARTS.	% DE ARTS.	VALOR DEL INVENTARIO	% DEL VALOR	SISTEMA DE CONTROL
A	2	20	11,500	82.1	Programa de entregas y control por fechas.
B	2	20	2,200	15.7	Sistema de reorden con manejo detallado.
C	6	60	300	2.2	Sistema de reorden y control global.

SISTEMA A-B-C DE LOS VALORES PROPORCIONALES DE LAS PARTES



D I B U J O IV.A



#### IV.2 MAXIMOS Y MINIMOS .

Es un método muy sencillo de aplicar al control de inventarios, que consiste en determinar una cantidad máxima y una mínima de unidades que - habrán de existir en almacenamiento, así como un punto de reorden conveniente. Su comporta - miento se representa gráficamente como el dibujo IV.2 y se explica de la siguiente manera :

1. El inventario se consume gradualmente hasta llegar a un PUNTO DE REORDEN o de reaprovi - samiento.
2. Se efectúa el nuevo pedido y mientras llega la mercancía el inventario llega al MINIMO.
3. Al resurtirse el almacén nuevamente se llega al inventario MAXIMO.
4. Se deja un margen de seguridad con el objeto de no incurrir en la falta de inventarios - que pueda provocar trastornos.

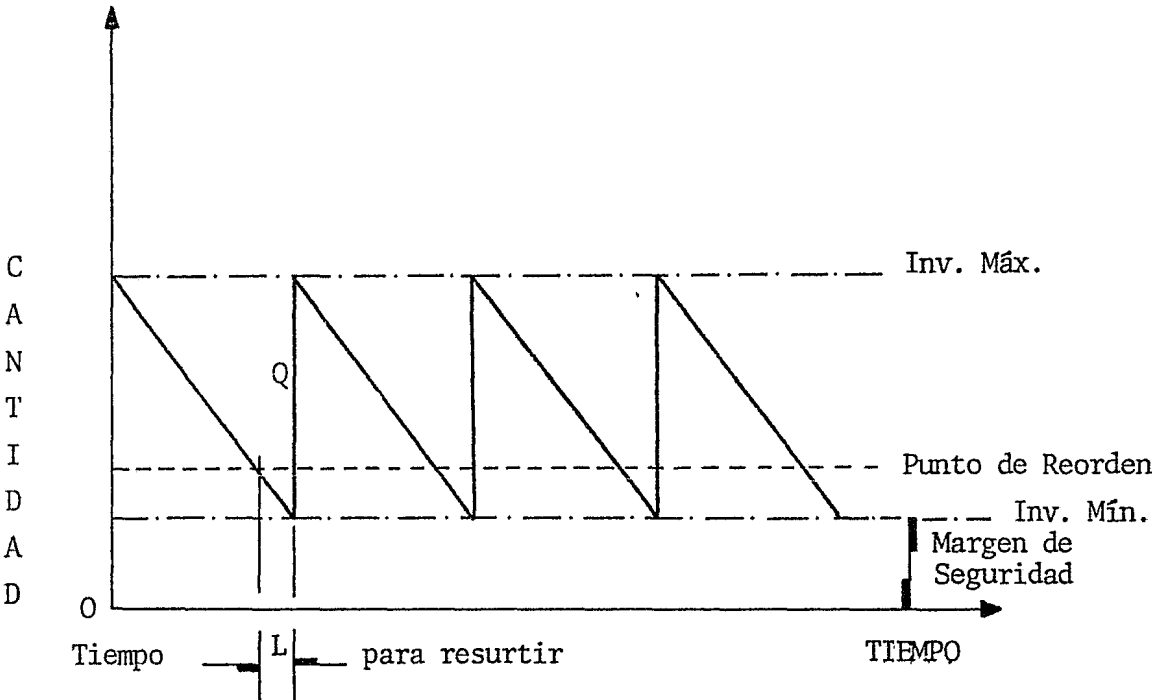
Al establecer los niveles de inventario deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos :

Para el INVENTARIO MAXIMO :

1. Capacidad de Almacén.

Evitar saturación, excedentes o problemas de manejo de materiales.

MAXIMOS Y MINIMOS DE INVENTARIO



DIBUJO IV.2

2. Precios.

Cuando se trate de materiales costosos o altos volúmenes, se pueden generar serios problemas financieros.

3. Demanda.

No deberá faltar material para producción, refacciones o producto terminado para ventas.

Para el INVENTARIO MINIMO :

1. Tiempo para resurtir.

Cuando el proveedor tarde más tiempo se usará el inventario de seguridad. Este se calcula en base al consumo promedio durante el tiempo de resurtido.

2. Punto de reorden.

Se considera al mínimo más el consumo promedio en el tiempo que tarda en llegar el pedido.

#### IV.3 MODELO CLASICO DE INVENTARIOS .

Cuando un artículo es objeto de una demanda constante y las facilidades de abastecimiento del artículo son normales, es posible determinar el tamaño del lote para el cual el costo de adquisición y de almacenamiento de las piezas sea mínimo; y también el número de órdenes y el período de reaprovisionamiento adecuado.

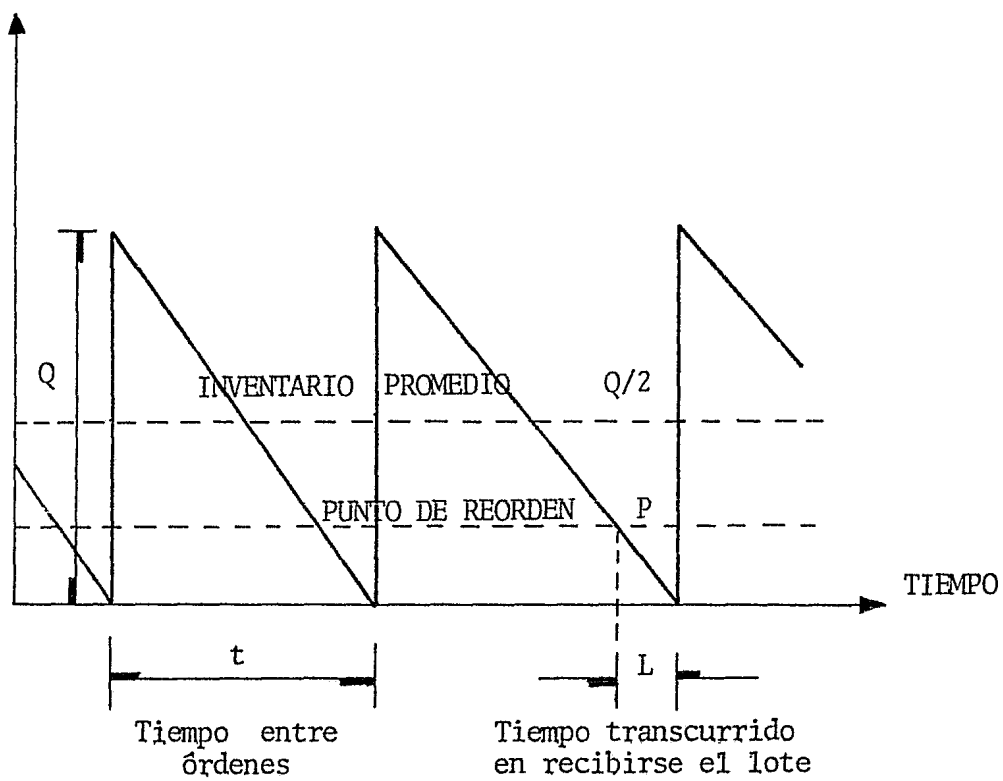
Estas condiciones, aunque ideales, son previsibles con una cierta precisión en muchos casos, planteando problemas del tipo determinístico, cuyo comportamiento puede representarse como en la gráfica - IV.3

Los costos asociados al inventario son básicamente dos : el costo de ordenar o de efectuar un pedido y el costo de mantener los artículos almacenados. De aquí en adelante serán simbolizados como  $C_p$  y  $C_a$  respectivamente, con la aclaración de que la notación varía con cada autor y con el idioma en que esté escrita la obra.

El  $C_p$  incluye los costos administrativos de ordenar el reaprovisionamiento. La orden puede ser de compra o de producción, dependiendo del tipo de empresa y de artículo. En el primer caso, el costo por pedido se puede encontrar dividiendo los gastos del departamento de Compras en un año, entre el número de pedidos colocados durante el mismo período. Dichos gastos son generalmente :

1. Sueldo y prestaciones del jefe.
2. Sueldo y prestaciones del personal.
3. Papelería usada.
4. Mantenimiento del equipo de oficina.
5. Depreciación del equipo de oficina.
6. Luz, teléfono, aseo, etc.
7. Parte proporcional de la renta del edificio.
8. Gastos de contabilidad originados por las compras.

## MODELO CLASICO DE INVENTARIOS

NIVEL DE  
INVENTARIO

D I B U J O IV.3

El Ca se calcula por unidad almacenada durante un año y está compuesto por porcentajes de varios costos relacionados en función del valor de la mercancía. En la República Mexicana se consideran como promedios los siguientes porcentajes :

1. Interés sobre el capital invertido .....	12% anual
2. Edificio y terreno .....	2%
3. Personal del almacén .....	3%
4. Seguro .....	1%
5. Depreciación o deterioro .....	5%
6. Pérdidas y obsolescencia .....	4%
T O T A L :	<u>27% anual</u>

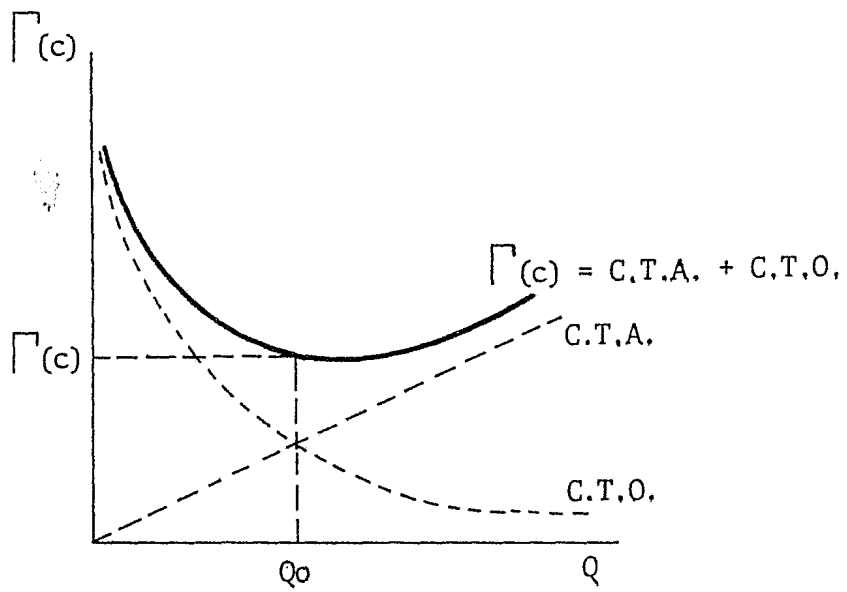
De lo anterior se deduce la siguiente expresión para el costo de almacenamiento :

$$Ca = (K) r$$

donde : K, Costo unitario de adquisición  
r, Porcentaje del valor de la mercancía que representa su almacenamiento.

Si se analiza la variación de estos costos en relación con la cantidad de artículos pedidos (lote de compra), se observará que el costo total de ordenar es inversamente proporcional al tamaño del lote, mientras que el costo total de almacenamiento es directamente proporcional. Y que gráficamente quedan representados como en la gráfica - IV.4

## CURVAS DE COSTOS DE INVENTARIO



GRAFICA IV.4

Donde :

Costo total de almacenamiento :

$$\text{C.T.A.} = \text{Ca} \frac{Q}{2}$$

Costo total de ordenar :

$$\text{C.T.O.} = \text{Cp} \frac{D}{Q}$$

Función económica :

$$\Gamma(C) = \text{Ca} \frac{Q}{2} + \text{Cp} \frac{D}{Q}$$

D, demanda o requerimiento anual.

Q, tamaño del lote.

El valor mínimo de la función económica  $\Gamma(C)$  tiene lugar cuando esas cantidades son iguales, en este caso :

$$\text{Ca} \frac{Q}{2} = \text{Cp} \frac{D}{Q}$$

$$Q^2 = \frac{2 \text{ CpD}}{\text{Ca}}$$

Y a partir de esta relación es posible calcular el tamaño del lote de compra que resulte más económico:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \text{ CpD}}{\text{Ca}}}$$



o bien :

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 \text{ CpD}}{K (r)}}$$

El número óptimo de órdenes por año se obtiene con la siguiente fórmula :

$$N_0 = \frac{D}{Q_0}$$

El tiempo óptimo entre órdenes está dado por la relación :

$$t_0 = \frac{Q_0}{D}$$

Y el nivel de reorden P se calcula de la siguiente manera :

$$P = \frac{Q_0}{t_0} L$$

donde :

L, Tiempo transcurrido para surtir el pedido.

## EJEMPLO :

Para la producción anual de aparatos eléctricos, una cierta empresa requiere de 120,000 motores. Encontrar la mejor forma para reaprovisionamiento de inventario considerando que : no puede admitirse retardo en la entrega, la demanda es constante, el costo de colocar un pedido es : \$ 30,000.00 el costo por unidad es de \$ 504.00 y los costos de mantener el inventario se estiman en un 25% del valor promedio de los mismos.

$$\begin{aligned} D &= 120,000 \\ C_p &= \$ 30,000.00 \\ K &= 504.00 \\ r &= 0.25 \end{aligned}$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{2C_p D}{K r}}$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 (30,000) (120,000)}{(504) (0.25)}}$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{72 \times 10^8}{126}} = \sqrt{57 \times 10^6} = 7560 \text{ unidades}$$

$$N_o = \frac{120,000}{7560} = 15.9 \quad N_o = 16 \text{ pedidos/año}$$

$$t_o = \frac{7560}{120,000} \times 360 = 22.6 \quad t_o = 23 \text{ días } \div \text{ pedidos}$$

Suponiendo que el tiempo de entrega del pedido sea de 10 días, el punto de reorden será :

$$P = \frac{7560}{23} (10) = 3287 \text{ unidades}$$

## EJEMPLO :

Industrial Eléctrica, S.A., produce un switch eléctrico sencillo, con contratos a largo plazo. La cubierta se compra por fuera a \$0.01 cada una y se usan regularmente 1000 al día, 250 días al año.

Los estuches son fabricados en una planta cercana, e Industrial Eléctrica, S.A. envía su propio camión para recogerlos. El costo de la operación del camión, mantenimiento y chofer suma la cantidad de \$10 por viaje.

La compañía puede enviar el camión una vez al día para recoger 1,000 estuches para llenar los requerimientos de ese día, pero ésto eleva un tanto el costo de cada estuche. El camión puede ir menos frecuentemente, pero esto significa que tiene que traer más cantidad de estuches de los que la compañía necesita para sus fines inmediatos de día a día.

Industrial Eléctrica, S.A. estima que el costo para almacenar los estuches bajo condiciones de humedad adecuadamente controladas es de \$1 por 1,000 estuches, al año. La compañía desea obtener un rendimiento del 10% sobre la inversión del inventario de \$10 (1,000 por \$0.01) lo cuál significa que debe cargar con toda propiedad \$1 adicional, dando como resultado un costo total del inventario de \$2 por 1,000 estuches al año.

D = 250,000 estuches por año  
 Cp = \$ 10.00 por viaje del camión  
 Ca = \$ 0.002 20% por unidad

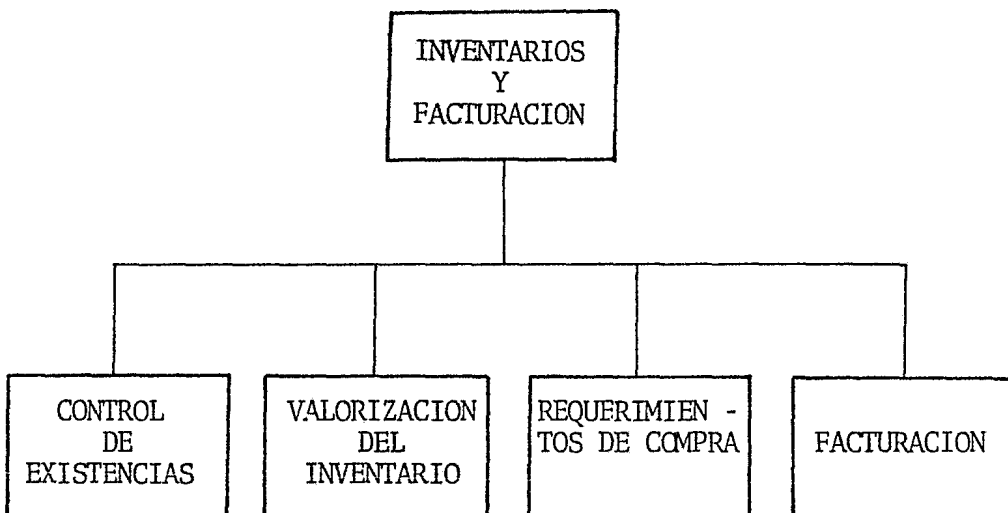
$$Q = \sqrt{\frac{2 C_p D}{C_a}}$$

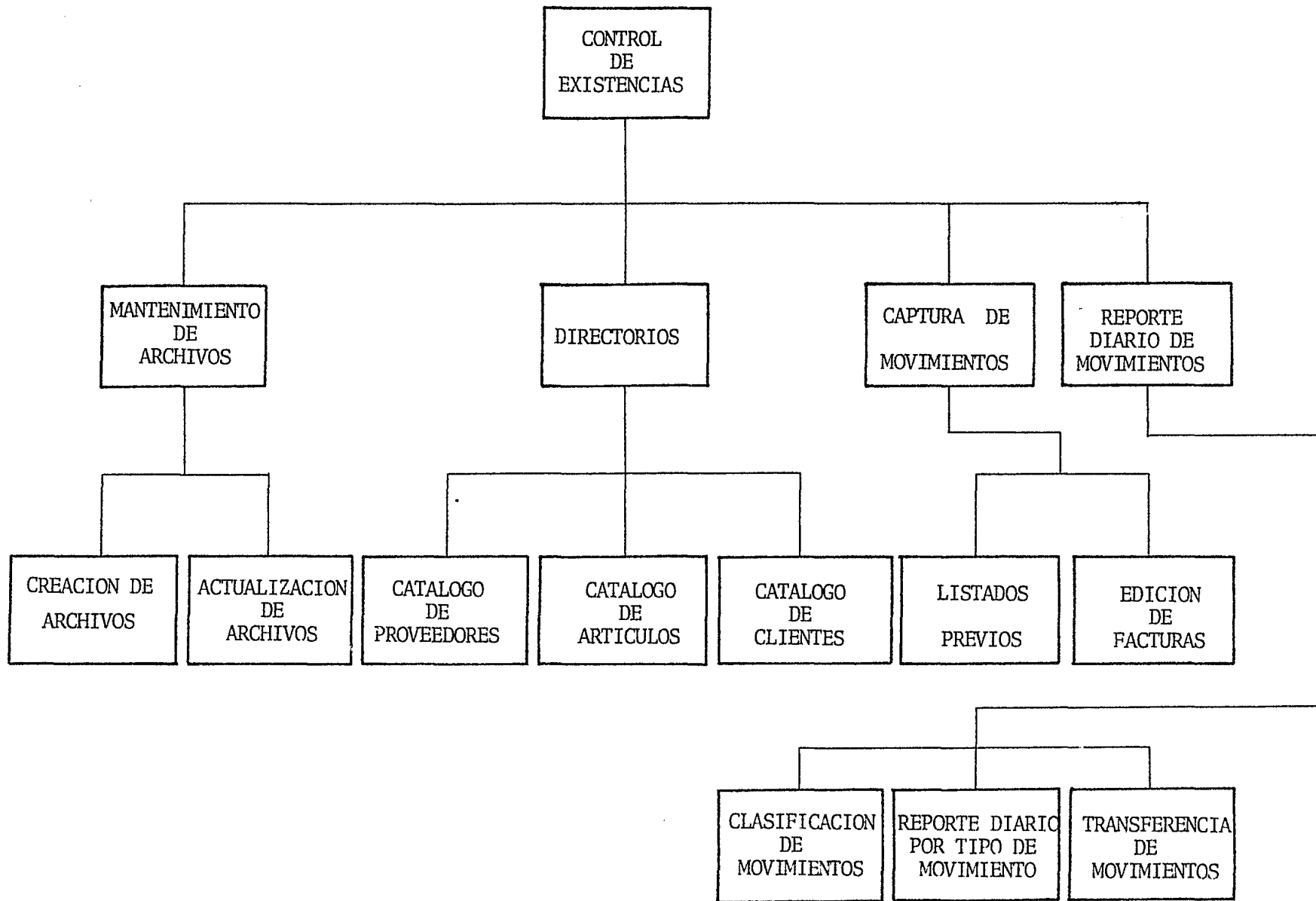
$$Q = \sqrt{\frac{2 (10) (250,000)}{.002}}$$

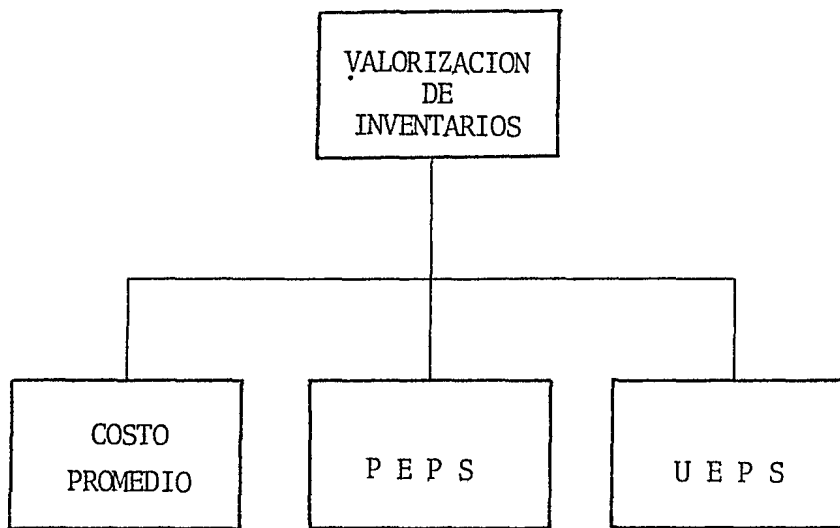
$$Q = 50,000 \text{ estuches}$$

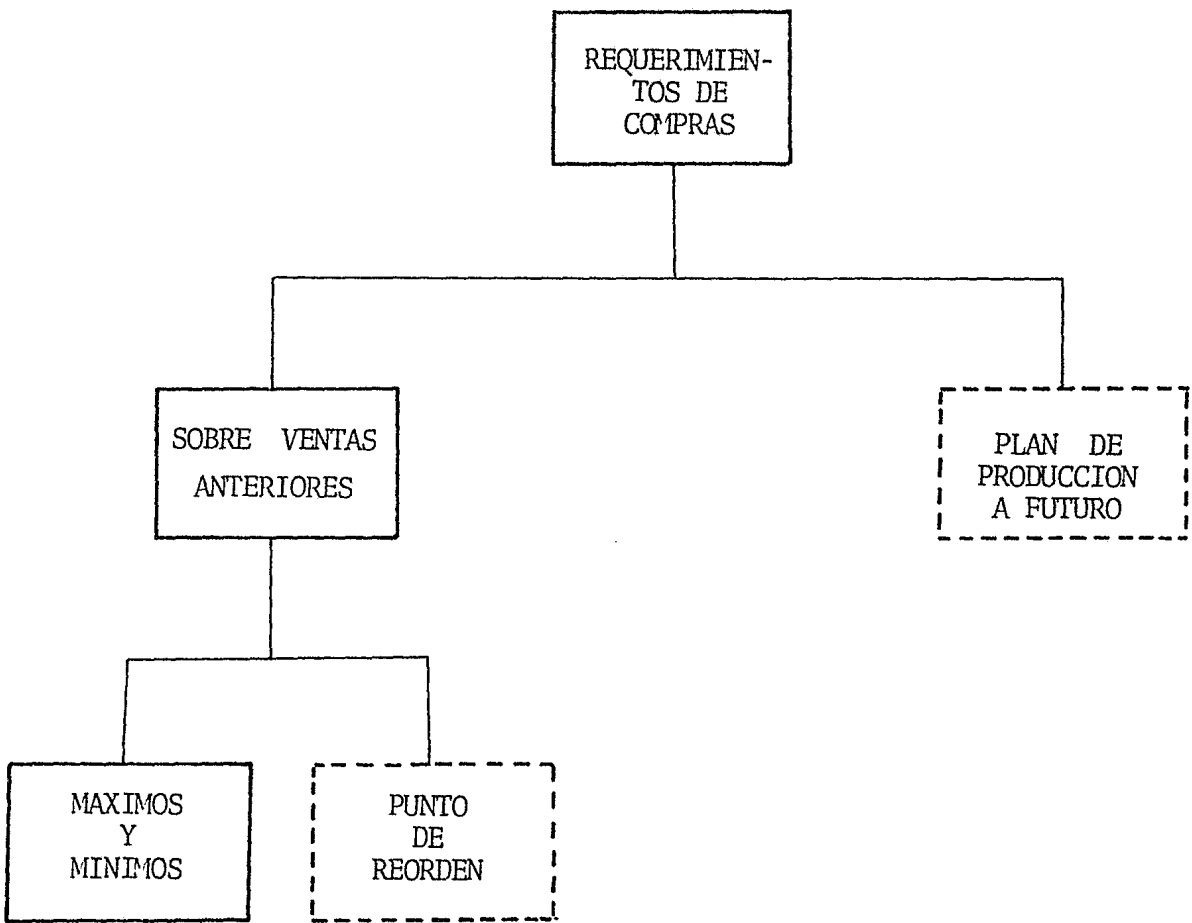
CAPITULO V. SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS  
Y FACTURACION .

V.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.

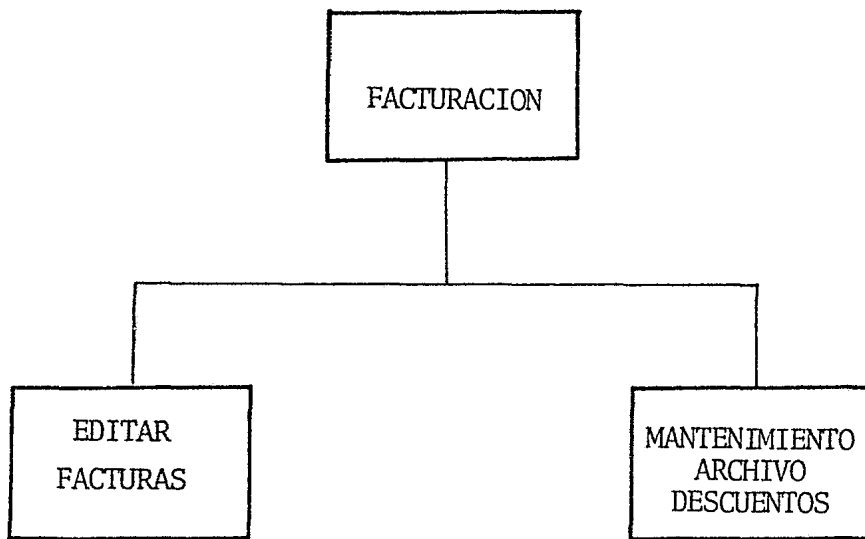












## V.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA .

El objetivo de este Sistema de Control de Inventarios y facturación, es el de brindar un control de todos los movimientos al Almacén, permitiendo el acceso inmediato a la Información de Existencia y proporcionando Reportes de Diario, Valoración del Inventario, Reporte de Requerimientos sobre Máximos y Mínimos, Catálogos y Emisión de Facturas. Cuenta para ello con las siguientes funciones :

FUNCIONES	CONTROL DE EXISTENCIAS	Mantenimiento de Archivos Directorios Captura de Movimientos Reporte Diario de los Movimientos
	VALORIZACION DE INVENTARIO	Costo Promedio PEPS UEPS
	REQUERIMIENTOS DE COMPRAS	VENTAS ANTERIORES.- MAXIMOS Y MINIMOS
	FACTURACION	EDITAR FACTURAS MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS, DESCUENTOS Y TIPO DE PAGO

### MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS

En este paso, se crean los archivos que necesita el Sistema, colocando a todos ellos la etiqueta del Nombre y el Registro Federal de Causantes de la Empresa.

Los Archivos creados serán :

- . CATALOGO DE CLIENTES
- . CATALOGO DE PROVEEDORES
- . CATALOGO DE ARTICULOS
- . INVENTARIO
- . MOVIMIENTOS AL PERIODO

Dentro del Mantenimiento de Archivos, se podrán dar "ALTAS", "BAJAS" y "CAMBIOS" a los Archivos de "CLIENTES" y "PROVEEDORES", tomando en cuenta, que al dar de baja un proveedor, el usuario deberá modificar los artículos que hacen referencia al mismo.

Para el "CATALOGO DE ARTICULOS", se podrán dar "ALTAS y CAMBIOS" en cualquier momento; pero las bajas que se indiquen, quedarán marcadas en el archivo, y al finalizar el período se ejecutarán observando la condición de que no debe haber existencias anteriores ni entradas (o cualquier otro movimiento) dentro de dicho período.

El archivo de "INVENTARIO" no se podrá modificar a través de actualizaciones directas, sino que las mismas "ALTAS o BAJAS" al "CATALOGO DE ARTICULOS" lo alteran.

### DIRECTORIOS

Al procesar la función de Directorios, se obtienen listados de los catálogos. En este proceso no se alteran archivos y se pueden consultar los siguientes : Catálogo de Clientes, Catálogo de Proveedores y Catálogo de Artículos.

Cada artículo podrá ser impreso o consultado en la pantalla y podrá - asimismo pedirse el listado de todo el catálogo, o una clave específica a consultar.

En el Directorio de Proveedores así como en el de Clientes, se obtendrán todos los datos generales de los mismos :

- . CLAVE ASIGNADA
- . TIPO
- . NOMBRE
- . DIRECCION
- . TELEFONO
- . TIPO DE CLIENTE/PROVEEDOR
- . FECHA ULTIMA/ACTUAL
- . COMPRADO O VENDIDO A LA FECHA (CLIENTE/PROVEEDOR)

En el Directorio de Artículos, se obtendrán los siguientes datos :

- . CLAVE O NUMERO DE ARTICULOS
- . DESCRIPCION
- . TIPO DE DESCUENTO
- . UNIDAD DE MEDIDA
- . TOTAL DE SALIDAS ACUMULADAS EN EL AÑO
- . PRECIO
- . EXISTENCIA MAXIMA
- . EXISTENCIA MINIMA
- . I.V.A.

#### CAPTURA DE MOVIMIENTOS

A los movimientos a capturar se les asignará una clave que nos indica el tipo de movimiento :

- |    |                                 |   |
|----|---------------------------------|---|
| 1. | ENTRADAS .....                  | 1 |
| 2. | SALIDAS REALES (FACTURAS) ..... | 2 |
| 3. | RESERVAS O PEDIDOS .....        | 3 |
| 4. | AJUSTES .....                   | 4 |

Para las ENTRADAS, SALIDAS, RESERVAS y AJUSTES, se respetará el signo que se les dé, y de esta manera, se sabrá si es de Entrada (incrementa existencias) o de Salida (disminuye existencias).

Se capturan datos generales del movimiento, tales como :

- . TIPO DE MOVIMIENTO
- . NUMERO DE DOCUMENTO AL QUE PERTENECE
- . FECHA DE MOVIMIENTO
- . AGENTE DE VENTAS (en caso de Salida Real)
- . CLAVE DEL PROVEEDOR (en caso de Entrada)
- . CLAVE DEL CLIENTE (en caso de Salida Real o Reservación)

y también se captan datos específicos de cada artículo afectado, como son :

- . CLAVE O NUMERO DEL ARTICULO
- . CANTIDAD
- . COSTO TOTAL

Se verifican los datos de cada movimiento contra el Catálogo de Artículos, y si es movimiento de Salida Real o de Reserva contra el de Clientes, chequeando que el cliente exista.

En el caso de Salidas Reales, los movimientos se deben de capturar por tipo de Movimiento y por Cliente, ya que se podrán obtener las facturas al mismo tiempo.

Al aceptarse un movimiento, éste se grabará al final de los movimientos diarios y afectará al mismo tiempo el Catálogo de Artículos en los campos correspondientes a dicho movimiento.

El costo, en el caso de Entradas o Ajustes positivos, se suma con el existente en el Archivo de Artículos y la cantidad se acumula dentro de su tipo.

Si el movimiento es una Salida Real, se preguntará si se había hecho pedido con anterioridad. En caso afirmativo, se descarga de la cantidad comprometida, la misma cantidad que se carga a salidas.

Los campos que afectan los movimientos en el Catálogo de Artículos son los siguientes :

Tipo de Movimiento 1 (ENTRADAS)

Cantidad Entradas  
Costo de las Entradas

Tipo de Movimiento 2 (SALIDAS REALES)

Cantidad Salidas  
Cantidad Comprometida

Tipo de Movimiento 3 (RESERVAS)

Cantidad Comprometida

Tipo de Movimiento 4 (AJUSTES)

Cantidad Ajustes de Entrada  
Costo de Ajustes de Entrada  
Cantidad Ajustes de Salida

Al actualizar los archivos se van listando los movimientos en el orden en que se teclan para dar un listado previo con todos los datos capturados de los documentos fuentes.

En el caso de Salidas Reales habrá 2 procesos :

- a) Facturas
- b) El mismo listado previo de los demás movimientos

Se imprimirán facturas cuando el usuario posea el Sistema de Facturación (Ej. : Almacén de Producto Terminado), y se imprimirá sólo un listado cuando se carezca del Sistema de Facturación (Ej. : Almacén de Materia Prima).

En caso de que se hubiese cometido algún error y se detecte hasta el listado previo, o ya impresa la factura, según sea el caso; se podrá corregir metiendo un ajuste para anular el movimiento erróneo, y se retencleará el nuevo movimiento.

#### REPORTE DIARIO DE LOS MOVIMIENTOS

Esta función se procesa al final de cada día. El primer paso es clasificar el archivo de movimientos diarios de la siguiente forma :

Mayor	-----	Tipo de Movimiento
Intermedio	-----	Fecha de Movimiento
Menor	-----	Número de Documento

Con los movimientos diarios clasificados, se obtiene el reporte de "DIARIO DE MOVIMIENTOS", el cual, al separarse por tipo de movimiento, nos dá :

- . DIARIO DE COMPRAS
- . DIARIO DE VENTAS
- . DIARIO DE PEDIDOS
- . DIARIO DE AJUSTES

Con los siguientes datos :

- . NUMERO DE DOCUMENTO
- . FECHA DEL MOVIMIENTO
- . CLAVE DE PROVEEDOR (si es entrada)
- . CLAVE DE CLIENTE (si es salida)
- . CLAVE O NUMERO DE ARTICULO
- . DESCRIPTIVOS DEL ARTICULO
- . UNIDAD DE MEDIDA
- . CANTIDAD DEL MOVIMIENTO
- . COSTO UNITARIO (si es Entrada ó Ajuste de Entrada)
- . PRECIO UNITARIO (si es Salida Real ó Pedido)

Al momento de listar los movimientos diarios, estos se transfieren automáticamente al archivo de 'Movimientos Acumulados'.

Al iniciar la transferencia, se verificará que la cantidad de registros diarios quepan en el archivo de acumulados, en cada negativo, antes de transferir, se pedirá un diskette nuevo, guardando de respaldo el anterior, identificando el archivo con las fechas de movimientos que contiene.

Después de transferirlos, los movimientos diarios no se vuelven a usar, por lo tanto se borran para dejar espacio a los del día siguiente.

#### VALORIZACION DEL INVENTARIO

La valorización del inventario se puede hacer por diferentes métodos :

- . COSTO PROMEDIO
- . PRIMERAS ENTRADAS, PRIMERAS SALIDAS
- . ULTIMAS ENTRADAS, PRIMERAS SALIDAS



Se harán programas con los diferentes métodos para esta función, y al usuario se le entregarán los del método que el escoja.

Esta función se procesa al final del período, y al correrla se alteran los archivos de Inventario y Catálogo de Artículos obteniendo al mismo tiempo el Reporte periódico de Valorización del Inventario.

Los períodos pueden determinarlos el usuario de la siguiente manera de acuerdo a sus volúmenes :

Un período = 1 semana/1 ciclo	= 1 mes
Un período = 1 quincena/1 ciclo	= 1 bimestre
Un período = 1 mes/1 ciclo	= 4 meses
Un período = 1 trimestre/1 ciclo	= 1 año

Por cada artículo se listan los siguientes datos :

- Clave ó número de Artículo
- Descriptivos del Artículo
- Descripción
- Unidad
- Inventario Anterior Cantidad
- Inventario Anterior Valor
- Compras Cantidad
- Compras Valor
- Salidas Cantidad (Reales)
- Salidas Valor (Reales)
- Ajustes Cantidad (Positivos)
- Ajustes Valor (Positivos)
- Ajustes Cantidad (Negativos)
- Ajuste Valor (Negativo)
- Nuevo Inventario Cantidad
- Nuevo Inventario Valor

La fórmula para obtener valor es :

$$- \text{CANTIDAD} \times \text{COSTO UNITARIO PROMEDIO} = \text{VALOR}$$

Para obtener los datos del "INVENTARIO ANTERIOR" hay que tabular los 4 períodos del archivo de "INVENTARIO", valorizando cada período con su costo y tabulando estos valores para el valor total.

Para obtener los datos de "Compras" y "Ajustes" de "Entrada", se toman la cantidad y el Costo correspondientes, del "CATALOGO DE ARTICULOS".

Para obtener los datos de "SALIDAS" (reales y ajustes negativos) se toma la cantidad del "CATALOGO DE ARTICULOS". Dependiendo del método escogido, se valora de la siguiente forma :

#### COSTO PROMEDIO

Para este método solo se toma en cuenta el primer período únicamente, por considerarse más fácil controlar el proceso de esta forma, ya que el costo Unitario promedio sería igual en todos los períodos.

El costo de Compras del Período actual se divide entre la cantidad de Compras y nos dá el costo Unitario Promedio de Compras.

El costo de Ajustes de Entrada del período Actual se divide entre la cantidad de ajuste de entrada y nos dá el costo Unitario Promedio de Ajuste de Entrada.

Se suma el costo Unitario Promedio de Compras el Costo Unitario Promedio de Ajuste de Entrada y el Costo Unitario Promedio tomado del Archivo de Inventarios y esta suma se divide entre 3, dando como resultado el Nuevo Costo Unitario Promedio para el Archivo de Inventarios, y con el cual se

calcula el valor de las salidas del Período en proceso, el cual se descarga del Archivo de Inventarios.

PRIMERAS ENTRADAS, PRIMERAS SALIDAS

Para este método se toma la cantidad de "SALIDAS" y se resta del período más antiguo y a este costo se calcula su valor; pero en el caso de que las salidas del período en proceso sea mayor que el que había en el período más antiguo, las restantes se toman del siguiente período, y a ese valor se calculan las restantes.

Si aún no alcanza la cantidad existente a cubrir las salidas, se sigue hacia los períodos más nuevos hasta llegar al actual, valorizando siempre las cantidades que van cabiendo en la existencia de cada período y reduciendo la cantidad en los mismos.

ULTIMAS ENTRADAS, PRIMERAS SALIDAS

En este método se trabajan las salidas como en el descrito anteriormente pero en este caso se comienza por descargar el período actual (en el catálogo de artículos) y se termina en el más antiguo del archivo de inventario.

Para obtener Nuevo Inventario Cantidad y Valor, sumar los resultados de:

+	Inventario Anterior
+	Compras
-	Salidas
( <sup>+</sup> )	Ajustes
<hr/>	
	Nuevo Inventario

Al sacar el reporte, se va actualizando el Archivo de "Inventario" con las "Salidas del Período Actual", dependiendo siempre del método escogido.

Después de descargar las salidas de las existencias, se hace lo siguiente :

Las cantidades de los dos períodos más antiguos se suman y se dejan en el más viejo de los dos. Los costos Unitarios Promedio de estos se promedian (se suman y se dividen entre dos) y se dejan así mismo en el más viejo.

Se corren los dos períodos restantes, hacia uno más viejo y se deja el más nuevo para depositar ahí los datos de la sumarización de movimientos de Entradas y de Ajuste Positivos (del Catálogo de Artículos) con Cantidad y calculando el Costo Unitario Promedio de los 2 tipos de movimientos.

Para restaurar el Catálogo de Artículos al campo de "Salidas del Año Acumuladas" se le suman las "Salidas Reales" del período actual y así se graba, a la vez, se borran los campos.

- ENTRADAS, CANTIDAD Y COSTO PROMEDIO
- SALIDAS CANTIDAD
- AJUSTES CANTIDAD Y COSTO PROMEDIO

Se tabulan las cantidades de los cuatro períodos del archivo de Inventario ya actualizadas y se coloca el Resultado en "Existencia Anterior".

REQUERIMIENTOS DE COMPRAS

La función de requerimientos de Compras consta de :

VENTAS ANTERIORES	-	MAXIMOS Y MINIMOS
VENTAS ANTERIORES	-	PUNTO DE REORDEN
PLAN DE PRODUCCION A FUTURO		

De los tres métodos, sólo se integra al Sistema el que se basa en Máximos y Mínimos.

MAXIMOS Y MINIMOS

Las opciones de esta función permiten al usuario consultar cualquier artículo, el cual estará al día en sus movimientos de almacén, así como tener un reporte completo de todos los artículos que no alcanzan el mínimo estipulado en el total de sus existencias.

Tanto el reporte como la consulta de esta opción podrán salir por impresora o por pantalla y consultan solamente el Catálogo de Artículos.

Los campos que aparecen serán :

- Clave o número de Artículo
- Descriptivos del Artículo
- Descripción
- Unidad de Medida
- Existencia Real
- Reservado
- Existencia Máxima
- Existencia Disponible
- Diferencia de Existencia disponible a Existencia Máxima

Existencia Mínima  
 Salidas acumuladas del Año  
 Clave del Proveedor (escogido para este artículo)  
 Tiempo de Entrega del Proveedor

La existencia Real se Calcula :

	Existencia Anterior
+	Cantidad de Entrada
-	Cantidad de Salida
(+)	Cantidad de Ajustes
<hr/>	
	Existencia Real

La existencia Disponible se calcula :

	Existencia Real
-	Reservado
<hr/>	
	Existencia Disponible

La diferencia entre Existencia Máxima y Existencia Disponible será:

	Existencia Máxima
-	Existencia Disponible
<hr/>	

Si se desea el reporte de todos los artículos de los cuáles se recomienda hacer pedido, entonces saldrán listados los que al restar pedido, entonces saldrán listados los que al restar Existencias Mínima de Existencias Disponible, la diferencia sea "0"   "Negativo".

Existencia Mínima  
 Salidas acumuladas del Año  
 Clave del Proveedor (escogido para este artículo)  
 Tiempo de Entrega del Proveedor

La existencia Real se Calcula :

	Existencia Anterior
+	Cantidad de Entrada
-	Cantidad de Salida
(±)	Cantidad de Ajustes
<hr/>	
	Existencia Real

La existencia Disponible se calcula :

	Existencia Real
-	Reservado
<hr/>	
	Existencia Disponible

La diferencia entre Existencia Máxima y Existencia Disponible será:

	Existencia Máxima
-	Existencia Disponible
<hr/>	

Si se desea el reporte de todos los artículos de los cuáles se recomienda hacer pedido, entonces saldrán listados los que al restar pedido, entonces saldrán listados los que al restar Existencias Mínima de Existencias Disponible, la diferencia sea "0" ó "Negativo".

Si se desea consultar artículos, entonces se listará o desplegará, según sea el caso, el artículo sin importar si su Existencia Disponible es mayor ó menor que la Mínima.

### FACTURACION

- EDITAR FACTURAS .- Este proceso se lleva a cabo simultáneamente al efectuarse la Captura de Movimientos con las siguientes peculiaridades :
- El número de factura lo dará el usuario una sola vez al iniciar sus archivos y este se grabará en el archivo de movimientos diarios, actualizándose cada vez que salga una factura.
  - Número de Remisión en Factura.  
El "Número de Remisión" en salidas-reales se teclará como el "Número de Documento", y se imprimirá en la factura como "Número de Remisión". En el registro se grabará el "Número de Factura" que le corresponde en el "Número de Documento".
  - A los artículos que causan "IVA" se les calculará éste y se imprimirá al final de cada factura.
  - Se preguntará si hay descuentos especiales, en caso afirmativo, se preguntará que tanto por ciento es y se aplicará al total de la FACTURA, antes del cargo del Impuesto.



MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS DESCUENTOSY TIPO DE PAGO

Este proceso tiene por objetivo la creación y mantenimiento de los archivos de descuentos y tipos de pagos.

El Archivo de Pagos ocupará 1K en el Diskette y se podrán tener únicamente 9 tipos de Pagos de una longitud de 15 caracteres cada uno.

El Archivo de Descuentos, ocupará espacio variable en Diskette, ya que dependerá de qué tantos tipos de Clientes se tengan, así como de descuentos.

Estos dos Archivos se tendrán en Memoria en dos Matrices al obtener las Facturas

### V.3 GENERALIDADES DEL SISTEMA .

- En cada Programa se pregunta en que Drive localiza cada uno de los Archivos que se utilizan.
- Se verificarán las fechas.
- Se verificarán que las cantidades sean totalmente numéricas, incluyendo el punto y el signo de menos.
- Se verificará que las Claves de Artículos, Proveedores, y Clientes estén formados por caracteres Alfanuméricos únicamente.

#### VALIDACION DE EXISTENCIAS

- Este proceso tiene como objetivo, obtener un listado con todos aquellos artículos que tengan más salidas, que entradas.
- Este proceso se deberá efectuar antes de ejecutar el Proceso de Valorización del Inven - tario, para evitar problemas de tener canti - dades de Artículos Negativos.

#### BAJAS ARTICULOS

- En este proceso se darán de Baja físicamente todos aquellos artículos que fueron marcados en el Archivo con clave de Baja.

- La Baja, será realizada cuando además de tener la clave de Baja, no debe tener ningún tipo de movimiento. La Baja de este Artículo se efectuará tanto en el Archivo de Artículos como en el de Inventarios.
  
- Este proceso no se encuentra comprendido en el Menú del Sistema, por fines de seguridad, además se puede efectuar en cualquier momento.

## V.3.1 DESCRIPCION DE ARCHIVOS .

ARCHIVO DEL SISTEMA

## . DATOS ARCHIVO ARTICULOS

- Clave del Artículo
- Descriptores
- Tipo de Descuento
- Descripción del Artículo
- Unidades de med. artículo
- Existencia Máxima
- Existencia Mínima
- Existencia período anterior (cantidad)
- Cantidad de Entradas
- Cantidad de Salidas
- Cantidad de Ajustes Positivos
- Cantidad de Ajustes Negativos
- Cantidad Comprometida
- Salidas del año acumuladas (cantidad)
- Precio
- Costo de las Entradas
- Costo Ajustes Positivos
- Impuesto I.V.A.
- Clave de Baja
- Clave del Proveedor
- Tiempo de Entrega
- Control Máximo ó Mínimo
- Punto de Reorden.

. INDICES ARCHIVO ARTICULOS

- Número de Registro Existentes
- Número Claves en último Registro
- Nombre de la Compañía
- Registro Federal de Causantes
- Índice del Artículo
- Clave del Artículo

. DATOS ARCHIVO PROVEEDORES

- Nombre de la Compañía
- Registro Federal de Causantes
- Clave
- Fecha de la última actividad
- Compras del año pasado
- Compras a la fecha
- Teléfono
- Nombre
- Dirección
- Tipo de Proveedor

. DATOS CONTROL DE PROVEEDORES

- Nombre de la Compañía
- Registro Federal de Causantes

. DATOS ARCHIVO DE CLIENTES

- Clave
- Fecha de la última actividad

- Estado de Cuentas del Año Pasado
- Estado de Cuentas Actual
- Teléfono
- Nombre
- Dirección
- Tipo de Cliente
- Tipo de Pago

. DATOS MOVIMIENTOS

- Número de Movimientos
- Fecha
- Nombre de la Compañía
- Ultimo número de Factura
- Registro Federal de Causantes
- Tipo de Movimiento
- Clave del Artículo
- Clave del Proveedor ó Cliente
- Fecha del Movimiento (AMD)
- Cantidad
- Precio en Ventas (Salidas)
- Descuentos
- Número Registro Archivo de Artículos
- Número Agente de Ventas
- Número de Documento

. DATOS INVENTARIO

- Número de Elementos Existentes
- Primer Disponible
- Nombre de la Compañía

- Registro Federal de Causantes
- Clave del Artículo
- Cantidad Período 1
- Costo Unitario prom. período 1
- Cantidad Período 2
- Costo Unitario prom. período 2
- Cantidad Período 3
- Costo Unitario prom. período 3
- Cantidad Período 4
- Costo Unitario prom. período 4

. DATOS FORMAS DE PAGO

- Número de Tipos de Clientes
- Número de Descuentos por Cliente
- Tipo de Descuento N° 1
- Tipo de Descuento N° 2
- Tipo de Descuento N° 3

. DATOS DESCUENTOS

- Forma de Pago

## C O N C L U S I O N E S

Como se vió en los capítulos anteriores, los métodos y modelos de Control de Inventarios cumplieron con el objetivo de favorecer las aplicaciones prácticas y desarrollar una actitud mental que sustituya dentro del marco de la toma de decisiones, a la combinación de Experiencia e Intuición por el binomio Información-Razonamiento.

Por otra parte, vimos como el proceso interactivo faculta al usuario de técnicas y medios para alcanzar en su nivel óptimo los objetivos de :

1. Servicio a Clientes
2. Inversión Mínima en Inventarios
3. Máxima Eficiencia de Operación en Fábrica

tradicionalmente en conflicto para la pequeña, mediana y gran industria.

Durante el transcurso de los años, las técnicas del Control de Inventarios se han ido mejorando para cumplir con los objetivos anteriores, así mismo el uso de las computadoras se ha ido introduciendo poco a poco para facilitar el manejo de datos a todos los niveles, tanto operativo, directivo y de planeación.

En la actualidad, se han incluido en los equipos de computación mejoras sustanciales que han hecho accesible para la industria su utilización práctica. Los equipos micro y mini han facilitado tanto la programación como la ejecución de sistemas de información.



En un sistema de Control de Inventarios, si los datos no se tienen al día y accesibles en cualquier momento, es probable que se generen conflictos tanto por un mal servicio a clientes o en el manejo interno de la empresa.

Un sistema interactivo que permita hacer altas, bajas, cambios, consultas o emitir reportes en forma instantánea y automática es la técnica apropiada en cualquier industria para satisfacer sus necesidades.

Sabido por todos la actual crisis económica que prevalece en el País y el mundo entero; la necesidad imperiosa de mantener inventarios más bajos, pero suficientes; la búsqueda del mejor aprovechamiento de los recursos humanos, materiales, financieros; el tener mejores controles tanto en la Operación como en la Administración e Información; la habilidad para manejar el dinero y cumplir con los compromisos adquiridos; la sumatoria de dichos factores y otros más que no se mencionaron, dió como resultado la oportunidad de aplicar en la Universidad Pedagógica Nacional, el sistema Interactivo descrito a través de los diferentes capítulos que conforman el presente trabajo recepcional.

Se inició el trabajo analizándose el flujo de información, la captación y generación de la misma por Dependencias, se midió el horizonte del tiempo para definir el pronóstico de la demanda; se llevó a cabo un análisis de inventario, creando el código de materiales por Almacén y Artículo e implantándose el Sistema A B C para el control del mismo; lo cuál permitió desarrollar la Política de Inventarios por artículo, es decir :

Tipo de Material (A, B ó C)  
Consumo Mensual  
Tiempo de Entrega  
Punto de Reorden  
Cantidad Económica a Ordenar  
Máximo  
Mínimo

También el control del presupuesto asignado (ejercido, comprometido y disponible) por Dependencia y a nivel Programa y Subprograma; ya que en el Departamento de Almacén, no se distribuye nada sin la previa verificación de la suficiencia presupuestal asignada a cada Dependencia para efecto de solicitud de Materiales al Departamento de Almacén. El control de Pedidos y Facturas e inicialmente la implantación del Manual de Procedimientos para el Departamento de Almacén, ya que en el mismo, se contempla la posibilidad de enriquecerse con la información suficiente y necesaria, captada y distribuída por las diferentes Dependencias que integran dicha Institución y el que a la fecha está compuesto por objetivos, Políticas y Normas que rigen el funcionamiento Operativo y Administrativo del Departamento de Almacén.

Es por ello de vital importancia recalcar el hecho de que tanto las Técnicas para el Control de Inventarios como el Proceso Interactivo, ya han sido probados exitosamente en la Universidad Pedagógica Nacional (Organismo Desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública). Dado que en base a ellas y con la colaboración de la Unidad de Informática se creó el CPEA (Sistema para el Control Presupuestal y de -- Existencias en Almacén).

Dicha colaboración consistió en brindar el apoyo necesario para la implementación e implantación del análisis y estructuración del sistema; involucrando la creación de formatos convenientes adaptados a programas de computación, tiempos de máquina y acceso a las pantallas para la captura de información a través de las mismas y/o en listados.

Podemos decir de una forma sencilla que se presentó ante la Unidad de Informática de la citada Universidad, el sistema propuesto y se solicitó su colaboración para la adecuación del mismo en un sistema mecanizado, es decir, la Unidad de Informática brindó la facilidad y disponi -

bilidad de utilizar tanto sus recursos humanos como materiales para la consecución del objetivo.

Los recursos humanos generaron los programas de cómputo y otorgaron las facilidades para la utilización de sus recursos materiales, tales como :

1. El papel
2. Tiempo de máquina
3. Instalaciones físicas
4. Acceso a las terminales para la captura de datos.

Fue de esta manera como se concluyó el trabajo en la adecuación de un sistema operado inicialmente de forma manual para probar la eficiencia del mismo; con un soporte basado en las Técnicas de Control de Inventarios para posteriormente involucrarlo y adecuarlo a un sistema mecanizado o sea, a través de la computadora. Mostrándose con ello de esta manera las bondades que otorga el uso de la computación aplicada como una herramienta de trabajo susceptible a mejoras sustanciales y con la única limitante de la capacidad imaginativa y el deseo de querer realizar las cosas con eficacia, eficiencia y congruencia, ya que la finalidad del ser humano y más aún la del Ingeniero es cumplir con su deber y objetivo primario de servir a la sociedad y buscar el bienestar común a través de su imaginación y aplicación de la técnica; recordando las palabras de cierto filósofo "No existe nada imposible en el Universo que el Hombre no pueda alcanzar o realizar; basta para ello el contar con un 1% de imaginación y un 99% de perseverancia.

Es por ello que cumpliendo con lo anterior se logró crear y desarrollar un Sistema Interactivo en una Institución Pública denominada por algunos como la casa máxima de estudios del magisterio nacional. Dicho sistema

permite en forma instantánea conocer a detalle la información relevante para la Planeación y Toma de Decisiones. Porque en base al presupuesto autorizado para la Universidad, se muestra a través de pantalla ó listado el presupuesto ejercido, comprometido y disponible, por Dependencia y a nivel Programa y Subprograma. Los Máximos y Mínimos en Almacén por Sección, Grupo y Artículo. La clasificación de Inventario por Artículo y tipo (A, B ó C). Permitiendo la versatilidad para Cambios, Ajustes, Altas, Bajas, Manual de Procedimientos del Departamento de Almacén; analizándose en este último el flujo de la información entre Dependencias y la Optimización en la captura de los datos tales como Entradas, Salidas, Pedidos, Facturas, etc., subsanándose de esta manera la deficiencia existente en la comunicación interdependencias que se tenía antes de la implantación del Sistema.

## B I B L I O G R A F I A

1. BROWN, R. G.  
Statistical Forecasting for Inventory Control.  
Mac Graw Hill Book,  
Nueva York, 1959
2. BUFFA, E. S. Y TAUBERT, W. H.  
Sistemas de Producción e Inventario.  
Planeación e Inventario  
Limusa, México, 1975
3. CHAMBERS, C. JOHN; SATINDER K. MULLICK Y DONALD D. SMITH  
Cómo elegir la Técnica de Pronóstico Correcta.  
Biblioteca Harvard de Administración de Empresas, 1975
4. GARCIA, CANTU ALFONSO  
Enfoques Prácticos para Planeación y Control de Inventarios.  
Trillas, México, 1978
5. GRANVILLE, WILLIAM A.  
Cálculo Diferencial e Integral.  
UTEHA, México, 1952
6. JOHNSON, LYNWOOD A. Y DOUGLAS C. MONTGOMERY  
Operations Research in Production Planning,  
Scheduling and Inventory Control.  
John Niley and Sons, Inc., U S A, 1974

7. KAUFFMAN, ARNOLD  
Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones, Tomo I.  
Holt Rinfhart Winston,  
New York, 1967
8. MAGEE, JOHN F.  
La Política de Inventarios.  
Biblioteca Harvard de Administración de Empresas, 1978
9. MAGEE, JOHN F. Y DAVID M. BOODMAN  
Planeamiento de la Producción y Control de Inventarios.  
Editorial El Ateneo,  
Buenos Aires, 1974
10. MERRILL, HARWOOD F.  
Clásicos en Administración.  
(Henry Frederik, Fayol, Taylor, Oliver Sheldon, Harry Hopf,  
Mary Parker Follet)
11. PLOSSL, G. W. Y W. WIGHT  
Production and Inventory Control.  
Prentice Hall, Englewood Cliffs,  
New Jersey, 1967
12. STARR, MARTIN K. Y DAVID W. MILLER  
Control de Inventarios.  
Teoría y Práctica  
Diana, México, 1975
13. THIERAUF, ROBERT J. Y RICHARD A. GROSSE  
Toma de Decisiones por Medio de Investigación de Operaciones.  
Limusa, México, 1976

Esta Tesis se imprimió en Febrero de 1983  
empleando el sistema de reproducción Foto-Offset  
en los Talleres de Impresos Offsali-G, S. A.,  
Av. Colonia del Valle No. 535 (Esq. Adolfo Prieto),  
Tels. 523-21-05 523-03-33 03100 México, D. F.