

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .-

FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Centro América

ANALISIS DE METODOS MATEMATICOS DE PREDICCION

DE VENTAS

TESIS

Presentada a la Junta Directiva

de la

Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

HECTOR ALFONSO MARROQUIN BUCARO

al conferírsele el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, enero de 1971 .-

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Dedico este acto

a Dios

a mis padres Héctor Marroquín M.
 Josefina de Marroquín

a mi novia Sylvia Estela Rubio

a mis hermanos Fernando Marroquín
 Marinés de Marroquín

a mis familiares y amigos

DL
08
T(10)

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la Ley Universitaria, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis, titulado

ANALISIS DE METODOS MATEMATICOS DE PREDICCIÓN DE
VENTAS

tema que me fuera asignado por la Junta Directiva
de la

Facultad de Ingeniería

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Ing. Mauricio Castillo C.
Vocal Primero	Ing. Marco Antonio Cuevas
Vocal Segundo	Ing. Rodolfo González M.
Vocal Tercero	Ing. Adolfo Behrens
Vocal Cuarto	Br. Gustavo Adolfo Sierra
Vocal Quinto	Br. Guido Cocenza
Secretario	Ing. Hector Centeno B.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.

Capítulo 1. EL PRONOSTICO DE VENTAS.

- 1.1 Conceptos Fundamentales.
- 1.2 Pronóstico de Ventas y Control de la Producción.
- 1.3 Ubicación del Pronostico de Ventas en la Empresa.
 - 1.3.1 Relación Dinámica.
 - 1.3.2 Relación Estática.
 - 1.3.3 Importancia del Pronóstico de Ventas.
- 1.4 Funciones del Pronóstico de Ventas.
- 1.5 Características del Pronostico de Ventas.
- 1.6 Sistema General de Predicción.

Capítulo 2. METODOS DE PRONOSTICOS DE VENTAS.

- 2.1 Clasificación de Pronósticos.
- 2.2 Métodos Matemáticos.
 - 2.2.1 Método de los Números Indices.
 - 2.2.2 Método de Regresión.
 - 2.2.3 Método de Correlación.
 - 2.2.4 Método de Promedios Móviles.
 - 2.2.5 Método de Promedios Móviles Ponderados Exponencialmente.

Capítulo 3. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL METODO DE PROMEDIOS MOVILES.

- 3.1 El Método de Promedios Móviles y la Curva de Demanda.
- 3.2 Uso de Simulación.
- 3.3 Criterio para juzgar el Comportamiento del Método de Promedios Móviles.
- 3.4 Procesamiento de Datos en la Computadora 1620.

Programa.

Caso 1) Demanda con Tendencia Lineal

Resultados.

Gráfica.

Caso 2) Demanda con Variación Cíclica.

Resultados.

Gráfica.

Caso 3) Demanda con Variaciones Estacionales.

Resultados.

Gráfica.

Caso 4) Demanda con Variaciones Casuales.

Resultados.

Gráfica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- I) De orden General.
- II) Relativas al Método de Promedios Móviles.

BIBLIOGRAFIA.-

INTRODUCCION

Nuestra época se caracteriza por un acelerado ritmo de industrialización en todas las regiones y países que componen el mundo entero. Debido a este fenómeno social, la competencia por atraerse los mercados es enorme y muy dura en todos los campos de la industria y el comercio. Es por ello que en nuestro tiempo, las únicas empresas que sobreviven y logran salir avantes, son aquellas que en cada momento están en capacidad de satisfacer la demanda de productos y servicios que los consumidores necesitan durante determinado período de tiempo y en cierta cantidad.

El Pronóstico de Ventas es por el momento el mejor sensor que tiene cada empresa para conocer dicha demanda en base a términos de volumen y tiempo. Es pues el eslabón que une la intrincada madeja de la demanda y el complicado proceso de producir. En pocas palabras es el nexo que tiene la empresa para unirse con el exterior y darse cuenta de lo que sucede en el campo del negocio en general a cada instante y sus posibles repercusiones.

El objetivo que persigo con este trabajo de tesis es desarrollar en cierto grado el tema de la Predicción de ventas, que como se dijo antes juega preponderante en la empresa, un papel muy importante.

Me concreto también a analizar detenidamente uno de los métodos de Pronosticar, el de promedios Móviles, que es a mi criterio el que mejor se puede aplicar en nuestro medio debido a su simplicidad, capacidad de adaptación y comportamiento.

No queda más que desear que este trabajo contribuya, aunque sea en muy pequeño grado, a poner los cimientos para salir de la condición de subdesarrollo en que nos encontramos y alcanzar metas de industrialización y con ello mejores condiciones de vida.

Quiero dejar constancia de agradecimiento al Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos y al Ing. José Manuel Prado por la ayuda que me prestaron para sacar adelante este trabajo de Tesis

CAPITULO 1

El Pronóstico de Ventas

En este capítulo se estudia el Pronóstico de Ventas en sí y su relación con el control de la Producción. Creo que para enmarcar bien el tema central de este trabajo, vale la pena empezar desde los fundamentos en que se basan los pronósticos, sus diversas características, la forma en que intervienen los diversos departamentos de la empresa para llevarlo a cabo y el orden y la importancia que ocupa dentro de las operaciones sucesivas en el ciclo de la producción.

1.1 Conceptos Fundamentales.

El pronóstico de ventas de una compañía es simplemente, el averiguar cuantos productos se van a vender durante una futura temporada. Puede variar desde una técnica sofisticada matemática, basta una simple suposición subjetiva del gerente de la empresa. Puede variar de 1 mes a varios años, y puede ser detallada o general. Pero en todos los casos tratará de resolver la interrogante primera que se hace una empresa en el ciclo de la producción:

"Que cantidad de artículos se van a vender durante el próximo lapso de tiempo?"

para calcular su volumen de producción.

1.2 Pronóstico de Ventas y Control de la Producción.

Como se deduce de los conceptos vertidos, el pronóstico de Ventas y el Control de la Producción están íntimamente ligados. Trataré en este párrafo y en los siguientes dichas relaciones.

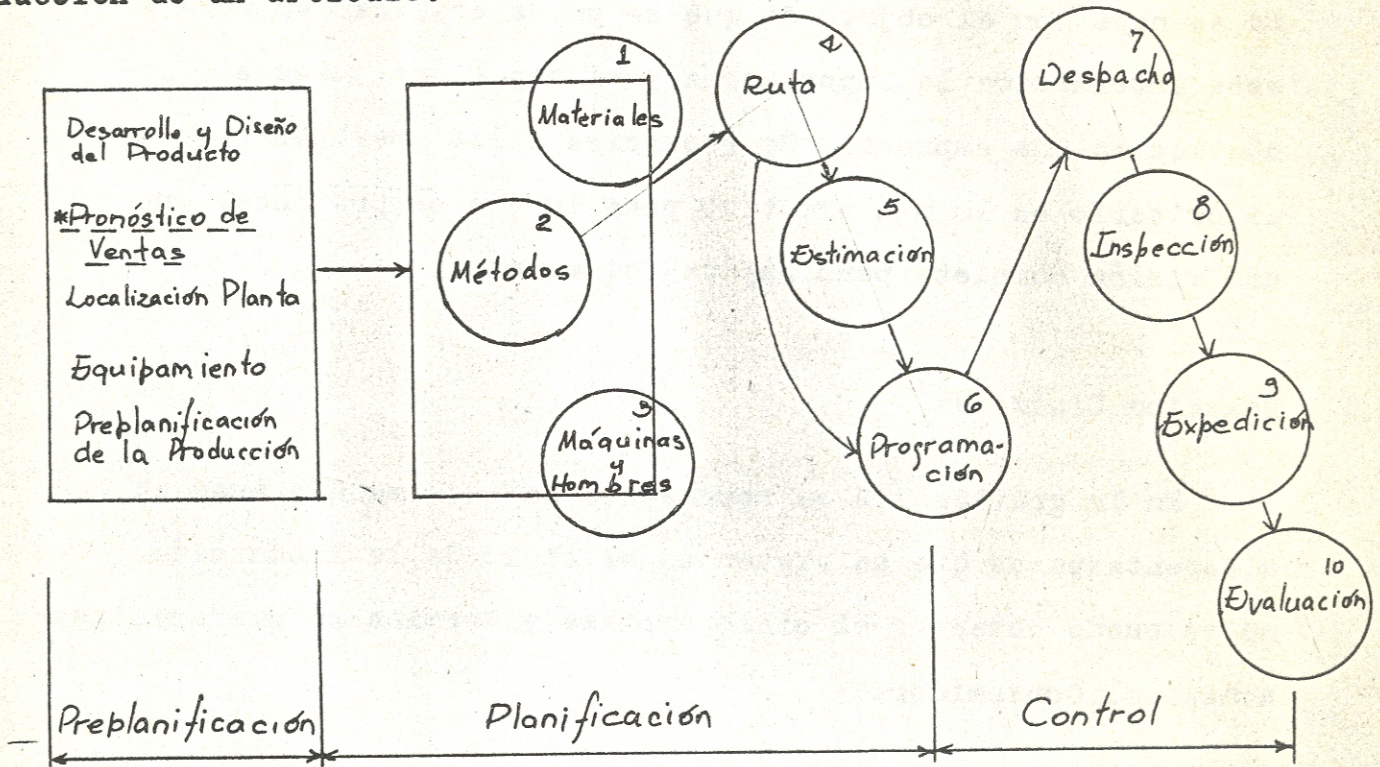
Funciones del C de P: (Control de Producción)

El control de la producción es una herramienta de la Dirección empleada para dirigir las operaciones de manufactura y su coordinación con otras funciones de la firma; es pues el sistema nervioso de la fábrica porque es el que transmite a todos los departamentos de la fábrica las instrucciones precisas para llevar a cabo ordenada y eficazmente el proceso de la Producción.

Sirve para obtener la más alta eficiencia en la producción fabricando la cantidad requerida de producto, con la calidad requerida, con el tiempo prefijado y usando los métodos más baratos.

La cantidad o volumen de producción es pues una de las funciones del Control de la Producción y de ella se ocupa directamente el Pronóstico de Ventas.

A continuación, en el cuadro 1.1 se pueden observar las funciones del Control de la Producción, así como el ordenamiento cronológico en que estas se suceden en la etapa de la producción de un artículo.



Gráfica 1.1

En esta gráfica, podemos observar que los Pronósticos de Ventas ocupan el primer lugar cronológicamente y se encuentran ubicados en la etapa de pre-planificación. Esta etapa consiste en el análisis de datos cedidos por la Investigación del Mercado y el Diseño del producto para delimitar la política a seguir en el planeamiento en sí.

1.3 Ubicación del Pronóstico, de Ventas en la Empresa.

El propósito de esta sección es el de situar el Pronóstico de Ventas dentro de la empresa en plena actividad. Esta se hace con el objeto de que se pueda analizar en base a esta interacción la importancia y el papel que juega el Pronóstico en una empresa. Se recurrirá a las gráficas pues a mi criterio es lo más efectivo para lo que se pretende, que es una visión completa pero rápida del asunto.

.3.1 Relación Dinámica:

En la gráfica 1.2 se representa un esquema que muestra los diferentes pasos que se siguen en el ciclo de la Producción. Como se puede observar el ciclo empieza y termina en una sola persona; el Consumidor.

El punto de partida es una Investigación del Mercado, técnica en base a la cual se puede hacer el Pronóstico de Ventas de los artículos a producir. Luego del Pronóstico empieza ya la fase previa a la producción en sí, para luego seguir con la producción hasta volver de nuevo hasta el consumidor que compra el artículo ya terminado.

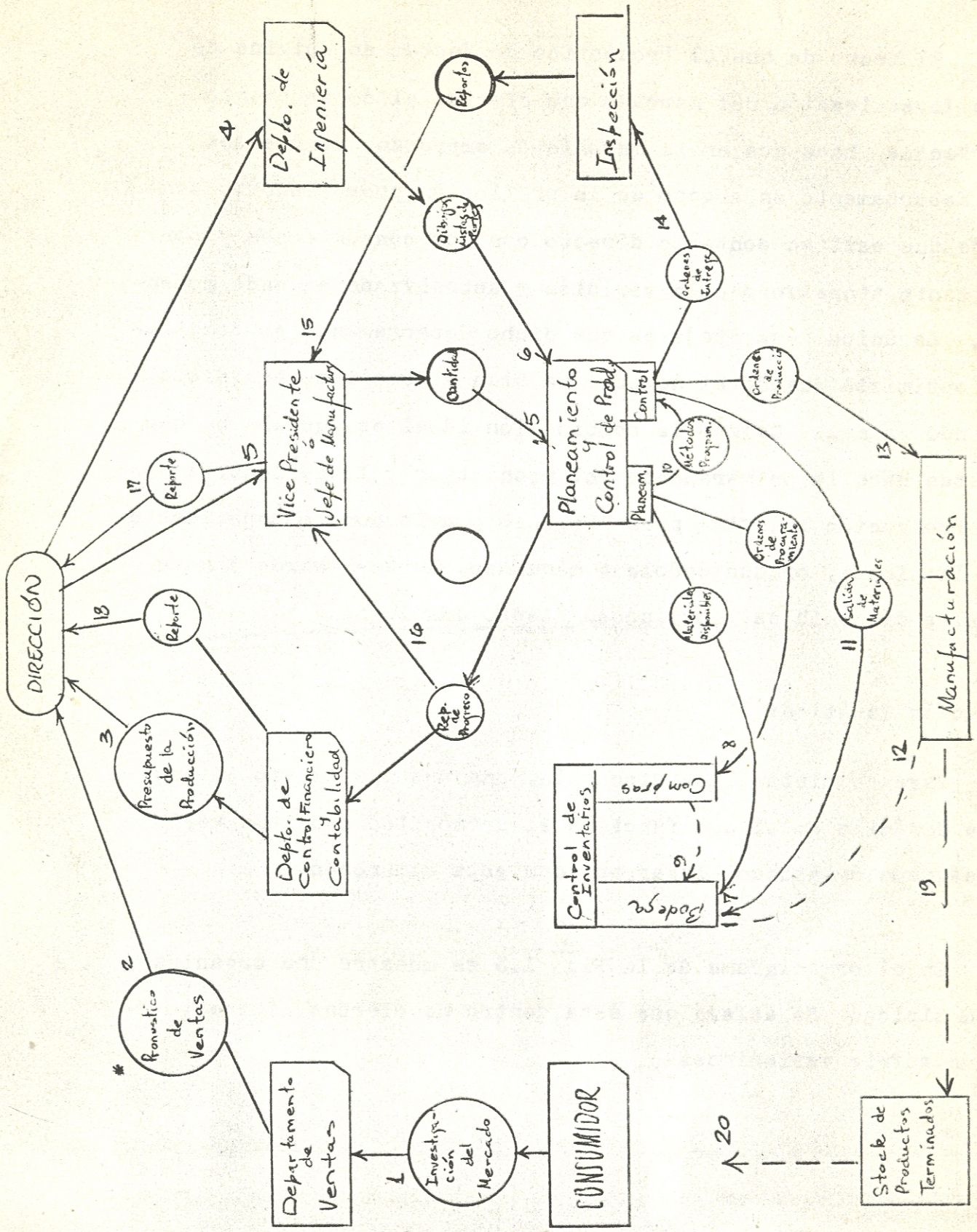


Fig. 1.2. Ciclo de la Producción

Flujo Materiales --->
 Flujo de Instrucciones e Informaciones --->

El hecho de que el Pronóstico de Ventas se origine de una Investigación del mercado que efectúa el departamento de Ventas, hace que en la mayoría de empresas, Ventas sea el departamento encargado de la predicción pues tiene la ventaja que está en contacto directo con los consumidores y por lo tanto tiene información verídica y actualizada en cada momento. La única desventaja es que dicho departamento es demasiado optimista cuando el negocio va bien y demasiado pesimista cuando va mal. Quizas la combinación ideal es aquella en que Ventas hace la primeraparte del pronóstico y luego Control de la Producción lo afine para luego comprarlo con la capacidad de la planta, traduciéndola a máquinas, horas-hombres y materiales disponibles, lográndose cierto equilibrio.

1.3.2 Relación Estática:

Para completar esta discusión, una vez que se vió el sistema dinámico en el que funciona el pronóstico conviene ver en el esquema orgánicoel lugar en que está enmarcado.

En el organigrama de la Fig. 1.3 se muestra una organización típica. Se aclara que ésta, dentro de ciertas límites, puede sufrir variaciones

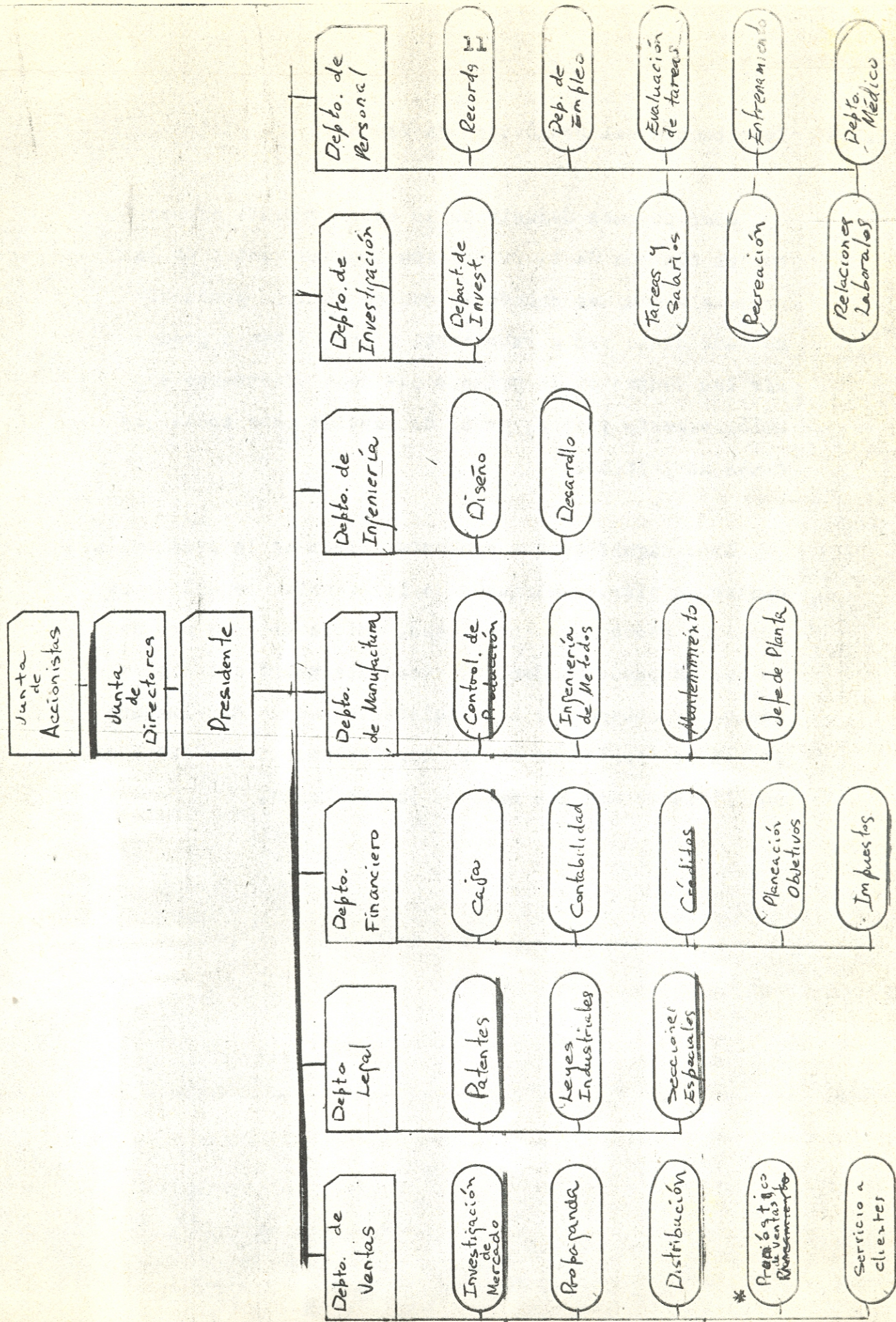


Fig. 1.3. Organigrama Tipo.

1.3.3 Importancia del Pronóstico de Ventas:

Como podemos deducir de lo anteriormente expuesto, el Sistema de la Producción empieza dentro de la empresa a caminar cuando se decide cuantos productos de cada clase van a fabricarse y por lo tanto predecir las ventas es lo primero que debe efectuarse cronológicamente y es el punto de partida para todas las demás actividades.

Esto significa que cualquier error en la predicción, dentro de ciertos márgenes de tolerancia, tendrá consecuencias económicas inmediatas. Si se produce mas de lo que se puede vender, el excedente habrá que almacenarlo, aumentando de consiguiente el costo de almacenaje, si se fabrica de menos, habrá pérdidas por falta de cumplimiento con los pedidos que se harán.

1.4 Funciones del Pronóstico de Ventas:

- 1) El primero y mas importante objetivo es dar las bases para que se calculen los volumenes de producción en cierto tiempo de los artículos a fabricar.
- 2) Dar los datos iniciales para poder calcular y hacer presupuestos para así conseguir el financiamiento que se va a necesitar en una forma bastante exacta.
- 3) La política de inventarios es decisiva para casi cualquier empresa, pues el % de capital en inventarios es bastante fuerte y mucha mercancia en almacén aumenta mucho el costo unitario del artículo. El pronóstico de ventas juega un rol importante en el control de Inventarios. Dicta las compras de materia prima que deben efectuarse con bastantes meses de anticipación debido al T que media entre el despacho de la orden de compras y la llegada del material para la futura producción. También da los datos respecto a los artículos terminados que deben tenerse en stok debido a variaciones estacionales o variaciones de tendencia para cubrir la demanda futura debidamente.
- 4) La capacidad futura de la planta depende únicamente de la producción que se vaya a tener y ésta, de la demanda futura de los artículos que se producen.

La predicción de dicha demanda es importante pues para juzgar: si es rentable comprar máquinas nuevas, si cambiar totalmente el equipo que se tiene, si ir tomando más personal para que se encuentre bien entrenado o si se debe ir - despidiendo gradualmente, si debe agrandarse el edificio y tantas más decisiones que con respecto a capacidad de planta deben tomarse.

- 5) Las tendencias futuras son de gran interés para los fines de desarrollo del Producto. Este punto es muy importante porque en lugares y tipos de artículos donde la competencia es muy dura, se invierten fuertes cantidades de recursos económicos en dicho campo, pero es importante saber la demanda futura de cada tipo de productos pues si ésta va a bajar ostensiblemente, es mejor dedicar dichos recursos a otros tipos que se predice van a tener mayor demanda.

- 6) Los pronósticos son también importantes para planear la campaña de Ventas futuras. El mecanismo de el sistema de ventas es en muchas empresas bastante complicado. Entran muchos factores tales como los Canales de Distribución que se van a usar, las campañas de producción necesarias a llevar a cabo, la política de precios a fungir y todos ellos deben organizarse con anticipación.

1.5) Características del Pronóstico de Ventas:

Hasta aquí, se trató de las relaciones del pronóstico con toda la empresa, su importancia, sus funciones. De aquí en adelante se analizará el pronóstico en sí, sus características esenciales, como llevarlo a cabo, los métodos para efectuarlo.

Las Características que nos interesan al respecto son:

a) Proyección en Tiempo, del Pronóstico

Esto es difícil de generalizar pues depende de cada compañía, del tipo de producto que fabriquen, del tiempo que se tarde en el ciclo de producción, de la variación de demanda que tenga, de si ésta es estacional, con tendencia cíclica y otros factores mas.

Una regla podría ser la de que debe cubrir un espacio de tiempo igual, por lo menos, al tiempo que pasa entre la decisión que se tome de producir un artículo hasta que dicho artículo esté disponible para llenar las necesidades del consumidor.

Eso sí entre mayor deba ser el alcance de la predicción, se debe confiar menos en su grado de precisión como es lógico y por tanto no es aconsejable pronosticar a más largo plazo solo para tomar decisiones en cuanto a capacidad de la planta, cambios de línea de los productos,

desarrollo e investigación de nuevos productos,

Actualmente se están usando los Pronósticos Móviles, los cuales consisten en tomar solo cierto número de meses cercanos y cada mes que pasa, se bota y se toma el siguiente, a modo de tener siempre unos seis meses de datos. Esto se verá más detenidamente en el siguiente capítulo.

b) Detalle del Pronóstico de Ventas:

Depende del tiempo que se tenga y del tiempo de proyección. Son insuficientes los expresados globalmente en quetzales y demasiado detallados los que se expresan por artículo fabricado desglosado en tamaños, formas, materiales.

Un criterio sano es el hacer detallados solo el de los productos más importantes que se fabriquen y luego por el Método de correlaciones, que se explicará más tarde, encontrar las ventas futuras de los otros artículos.

c) **Confiabilidad del Pronóstico:**

Debido a la gran cantidad de factores externos e internos en el Sistema Económico, a la gran variabilidad de estos factores y a la forma entrenzada en que se encuentran relacionados, es actualmente imposible que cualquier modelo matemático puede representar efectivamente el aspecto de las ventas de una empresa determinada y aún de cierto tipo de empresas. Existen técnicas bastantes sofisticadas como por ejemplo la de Promedios Móviles ponderados exponencialmente pero el porcentaje o margen de error es bastante grande. Esto desanima bastante a los empresarios pero aún así, es mejor que no tener nada.

El mejor criterio es el de tomar estos pronósticos con cierta cautela y al transformarlos a Planes de Producción, tomar un rango de variabilidad, basado en un error promedio o un error estimado, o hacer pronósticos de máximas y de mínima demanda.

Según estudios de la Asociación de empresarios Americanos, efectuado en 1,956 de 297 compañías que efectuaron Pronóstico de Ventas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tipo de Producto	Error de Pronóstico en %	
	Promedio	Rango del error
Artículo de demanda derivada	9.2	2 - 29
Accesorios Indust, de Oficina	5.9	0.5 - 30
Artículos para armar en serie	11.0	0 - 50
Materia Prima	7.5	1 - 28
Combustibles	7.1	0.5 - 20
Artículos de Consumo, Durables	8.7	0 - 22
Artículos de Consumo, Perecederos	4.2	0.3 - 10
Servicios	6.2	1 - 30
Total	8.0	0 - 50

Como se puede observar en esta tabulación, en cierto tipo de industrias el rango del error puede ser de 0 a 50%, oscilación de considerable magnitud.

En el último capítulo de este trabajo, aplicaremos el Método de Promedios Móviles a varios casos y encontraremos el error cometido.

1.6) Sistema General de Pronósticos:

A continuación aparece un esquema ideal, con todos los pasos que se deben de seguir para hacer un pronóstico de Ventas con toda la técnica del caso. En el siguiente capítulo de la Tesis se describe en detalle cada uno de los Métodos de que aquí se hace mención.

a) Previsión de los Negocios en General:

En la mayoría de empresas el nivel de ventas depende de las condiciones generales del negocio. Por ejemplo cuando hay una depresión el nivel baja o cuando la situación social o política del país sufre, las ventas también se ven afectadas.

La empresa en cuestión no tiene que efectuar esta previsión por sí misma. Hay departamentos de investigación públicos y privados que se dedican a ello y lo publican en folletos especiales, revistas o periódicos.

Este es el primer paso a dar cuando se efectúa un pronóstico.

b) Previsión del Ramo de la Industria en Cuestión:

Puede ser que el nivel de negocios general sea bueno pero que determinados tipos de industrias estén con tendencias negativas ya sea por la competencia con productos sustitutivos, por competencia con industrias de países mas fuertes económicamente.

Para hacer esta previsión que es el segundo paso a dar, deben consultarse estadísticas exteriores o sea de los otras empresas del mismo ramo.

c) Previsión del Porcentaje de ventas de la industria con respecto a las del mismo ramo:

Aquí se trata ya de pronosticar el porcentaje del mercado que absorberá la empresa en particular, deduciendo del nivel de ventas total de todas las industrias del ramo.

Este pronóstico es el más importante y es el que generalmente se conoce como pronóstico de Ventas. Es del que se ha hablado en todas las secciones anteriores de este trabajo.

Se puede llevar a cabo por varias formas:

a) Métodos Basados en las Estadísticas Internas de Ventas de la propia Empresa

- 1) Método de correlación
- 2) Método de Proyección
- 3) Método de Promedios Móviles.
- 4) Método de Promedios Móviles Ponderados Exponencialmente.

b) Métodos Subjetivos:

- 1) Basados en la opinión de los dirigentes de la empresa
- 2) Basados en los pedidos que se tienen en cartera
- 3) Basados en la información obtenida en el "terreno" por distribuidores y vendedores.

CAPITULO 2

Métodos de Pronósticos de Ventas

En este capítulo de la Tesis se describirán los principales métodos que se emplean en la actualidad para hacer los pronósticos de las ventas, se analizarán sus características individuales y se discutirá su uso para diferentes casos de curvas de demanda y para diversas situaciones en lo que respecta a datos o registros que se lleven, tipo de empresa y otros factores.

2.1) Clasificación de Pronósticos:

Existen varias clasificaciones de pronósticos, dependiendo fundamentalmente del punto de vista con que se quiera enfocar el problema; la siguiente clasificación es bastante completa y se hace en función de los diversos factores que intervienen:

a) Por la longitud de tiempo que cubren, se pueden dividir en:

- 1) Pronósticos a corto plazo: hasta 6 meses
- 2) Pronósticos mediano plazo: hasta 5 años
- 3) Pronósticos largo plazo: hasta 15 o más.

b) Por el uso que se les va a dar, o sea atendiendo a la actividad específica de la producción que va a hacer uso de ellos:

1) Pronósticos para Ventas:

Para dirigir los esfuerzos de ventas

Para planear los programas de propaganda

Para establecer cuotas de ventas.

2) Pronósticos para Control de Inventarios:

Para controlar almacénes

Para guiar a compras.

3) Pronósticos para presupuestos:

Para guiar a la dirección

Para establecer los porcentajes de ganancias y los precios.

4) Pronósticos para el Departamento de Investigaciones:

Para guiar los programas de Investigaciones.

5) Pronósticos para el Departamento de Ingeniería.

c) Por el método que se usó para llevarlos a cabo:

Métodos Subjetivos:	}	Opinion de la Dirección (en base a la experiencia de sus miembros)			
		Opinion del Departamento de Ventas (en base a los Vendedores)			
		Opinion de los Clientes (en base a encuestas)			
Métodos Matemáticos:	}	Métodos Estadísticos:			
		<table border="0"> <tr> <td>Por números Indices</td> </tr> <tr> <td>Por regresión</td> </tr> <tr> <td>Por Correlación</td> </tr> <tr> <td>Por promedios Móviles</td> </tr> <tr> <td>Por Promedios Móviles ponderados exponencialmente.</td> </tr> </table>	Por números Indices	Por regresión	Por Correlación
Por números Indices					
Por regresión					
Por Correlación					
Por promedios Móviles					
Por Promedios Móviles ponderados exponencialmente.					
	}	Otros: tomando en cuenta factores tales como elasticidad de la demanda, problemas nacionales, modas, etc.			

2.2) Métodos Matemáticos:

Por considerarlos como los de mayor interés para los fines que se persiguen con esta tesis, paso a describir los diferentes métodos matemáticos que se pueden usar para efectuar la predicción de Ventas de una determinada empresa.

2.2.1) Método de los Números Índices:

Los números índices son simplemente porcentajes que sirven para poder observar los cambios de cantidades de producción, en este caso, durante diferentes períodos de tiempo. Es el método más general y sólo sirve para ver la tendencia que tienen los negocios en general o cierta industria. En los países altamente industrializados existen oficinas especializadas que publican dichos índices para cada industria para que así sirvan de guía a las diferentes empresas particulares para que observen la tendencia de la industria a que se dedican. Sirve pues para dar los dos primeros pasos en el Método General de Pronóstico que se expuso al final de el capítulo primero de este trabajo.

Clasificación de los Números Índices:

Los números índices, dependiendo de su formación se dividen en:

Índices Simples: % de variación de 1 variable x_t a lo largo del tiempo.

Índices Simples Agrupados: relacionan 2 o más variables a lo largo del tiempo.

Índice Promedio de Relativos: promedio de 2 o más índices.

Índice Colectivo Ponderado: afectando de un factor de ponderación a cada uno de los índices de una variable y luego promediándolos.

2.2.1.2) Ejemplo Numérico:

Se tienen las ventas, en quetzales, de artículos textiles producidos en el país desde 1965 a 1970; se quiere analizar las tendencias de dichas ventas:

AÑO	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Ventas (en Q)	1 000,000	1 300,000	1 500,000	1 650,000	1 750,000	1 850,000
Número Índice	100%	130%	150%	165%	175%	185%

Este resultado refleja que la razón o tasa de crecimiento de ventas tiende a disminuir ostensiblemente año a año. Ello se puede deber a competencia con productos similares de otros países o a competencia con productos sustitutivos. Podemos deducir pues que para 1971 la producción será más o menos el 190% de la de 1965 o sea Q. 1. 900 000. De este dato y en base a estadísticas de años anteriores que tiene la empresa con respecto al porcentaje del mercado que absorbe, se calcula las ventas estimados para 1971 de dicha empresa:

Ventas 1971: % del mercado x 1. 900 000.

2.2.2) Método de Represión:

Este método si es bastante completo y se usa mucho para pedecir ventas.

El Fundamento es sumamente sencillo. Consiste en ajustar una curva a los datos que se tienen de ventas de los años anteriores. Luego que se tiene la curva, se extrapala para sacar las ventas correspondientes a los años venideros.

La curva puede ser una línea recta o una parabela o una curva de grado mayor. Hay que probar con todas hasta que se llegue a la que mejor se adapte. Se empieza generalmente con una recta.

Para encontrar la curva hay 2 métodos:

Gráficamente: se platean los puntos en papel milimetrado a una escala conveniente y luego, a ojo, se traza una recta que represente el promedio de los puntos y siga la tendencia que estos llevan.

Por mínimos Cuadros:

La ecuación de la Línea Recta es:

$$Y_2 = ax + b \quad (1)$$

Para encontrar los parámetros "a" y "b" se hace uso de las siguientes ecuaciones:

$$(\sum XY) = b(\sum X) + a(\sum X^2) \quad (2)$$

$$(\sum Y) = a(\sum X) + nb \quad (3)$$

siendo:

$\sum X$ = suma de las abscisas de todos los puntos

$\sum Y$ = " " " ordenadas " " "

n = número de años que se tiene registrados.-

Resolviendo simultáneamente el sistema de (2) y (3) se obtienen los parámetros "a" y "b"/ Estos se sustituyen en la ecuación (1). Ya con el Modelo Matemático de las ventas de la empresa, se puede pronosticar para años futuros.

En el ejemplo numérico que se resuelve a continuación se pueden observar estos pasos detalladamente.

Ejemplo Numérico:

Se tienen los datos de ventas, en unidades, de cierto artículo, comprendidas entre los años 1960 a 1970. Se quiere saber el pronóstico de ventas para el año 1971.

Solución:

1er. Paso) Encontrar la ecuación de las ventas.

- a) Si se plotean en una gráfica los puntos, se verá que sí es posible ajustarlos a una línea recta. Por tanto, el Modelo Matemático que representa las ventas es:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

- b) Encontrar los pronósticos "a" y "b":

Año	X	Y (No. de Art. Vendidos en miles.)	X ²	XY
1960	-5	66.6	25	-333.0
1961	-4	84.9	16	-339.6
1962	-3	88.6	9	-265.8
1963	-2	78.0	4	-156.0
1964	-1	96.8	1	-96.8
1965	0	105.2	0	0
1966	1	93.2	1	93.2
1967	2	111.6	4	223.2
1968	3	88.3	9	264.9
1969	4	117.0	16	468.0
1970	5	115.2	25	576.0
Totales	$\Sigma X = 0$	$\Sigma Y = 1045.4$	$\Sigma X^2 = 110$	$\Sigma XY = 434.1$

Nota: se corrió el origen de los abscisas al año de 1965 para hacer $\Sigma X = 0$ y facilitar los cálculos.

Sustituyendo en ecuaciones (2) y (3):

$$(434.1) = b(0) + a(110) = a(110)$$

$$(1045.4) = a(0) + 11b = b(11)$$

$$\therefore a = \frac{434.1}{110} = 3.95$$

$$\therefore b = \frac{1045.4}{11} = 95$$

y sustituyendo en ecuación (1):

$$Y = 3.95 x' + 95$$

Pero esta ecuación está corrida 5 unidades del origen debido a que éste se corrió para facilitar las operaciones. Regresando al año de 1960 el origen:

$$Y = 3.95 (x-5) + 95$$

$$Y = 75.2 + 3.95 X \quad \text{que es el Modelo Matemático de Ventas.}$$

2º Paso) Extrapolación para encontrar ventas en 1971:

Para 1971: $X = 11$

$$Y = 75.2 + 3.95(11) = 75.2 + 43.4 = 118.6$$

Por tanto, como estaba en miles, las ventas para el año de 1971 del artículo en mención serán de 118600 unidades.

2.2.3) Método de Correlación:

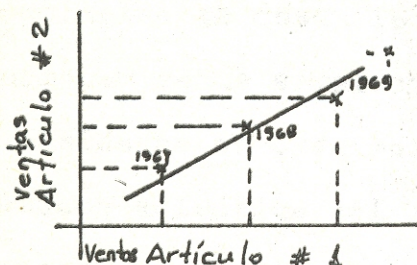
En método está muy relacionado con el anterior. Existen ciertos artículos secundarios en una fábrica, de los cuales se lleva muy poca información o también hay artículos importantes que por ser relativamente nuevos carecen de bastantes datos estadísticos. Hay otro caso muy común también y es con respecto a los índices de ventas. Sucede que la mayoría de veces estos índices se dan bastante adelantados. En todos estos casos se aplica la correlación. Esta se ocupa de establecer el grado de relación entre distintas variables. En los problemas antes mencionados, la correlación se ocupa concretamente, de establecer el grado y la clase de relación entre los artículos pobres en estadísticas con los que cuentan con ella en abundancia.

Sabiendo dicha relación, será fácil pronosticar las ventas de un artículo secundario en base a las ventas de uno de más importancia y la fábrica puede llevar archivada solo la información de los que se consideran artículos importantes, economizando material, empleados, espacio y tiempo que se llevaría el llevar estadísticas de la totalidad de artículos producidos.

También se pueden relacionar los índices de producción con la venta o volumen de ventas de los artículos.

Como dijimos con anterioridad, las oficinas públicas encargadas de efectuarlos, los pùblicos antes de que se dispongan de la informaci3n interna de la empresa, y por tanto usando la correlaci3n se pueden predecir las ventas m1s r1pido.

Para encontrar la relaci3n entre 2 variables (2 artculos) en funci3n, las 2, del tiempo, se plotean en un sistema de coordenadas planas, una en el eje de las ordnadas y otra en el de las abcisas:



Si existe correlaci3n entre las dos variables, los puntos se mantendr1n m1s o menos juntos y con tendencia a formar una recta o una par1bola; si no existe ninguna, los puntos se mostraran espaciados por todos lados.

Tambi3n es importante la forma de correlaci3n. Si esta es directamente proporcional, la pendiente de la recta que tienen a formar es positiva; si esta es inversamente proporcional, o sea que al aumentar las ventas de uno disminuyen las del otro, la pendiente es negativa.

Todas estas caracteristicas se pueden tambi3n deducir de los valores que se obtienen del coeficiente de correlaci3n (r) que tiene las siguientes f3rmulas:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum (Y - Y_c)^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (4)$$

o en su forma arreglada ya para el cálculo:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (5)$$

N = número de años

x = número de ventas del artículo 1

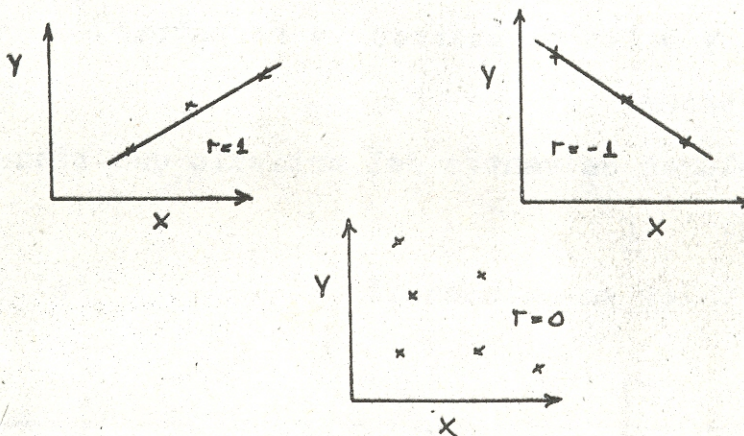
Y = número de ventas del artículo 2.

Si $r \approx 1$ hay correlación cerrada

Si $r \approx 0$ no hay ninguna correlación

Si r es positivo, la relación es directamente proporcional.

Si r es negativa, la relación es inversa.



2.2.3.1.) Procedimiento:

Si se quiere correlacionar las ventas de un artículo sin estadísticas de ventas con las ventas de otro artículo que si se tienen se procede así:

- 1) Se plotean las ventas del artículo a predecir en una cartulina.
- 2) Se plotean las ventas de los que si tienen datos en un papel calco transparente.
- 3) Se van superponiendo una a una sobre la cartulina y se mueven horizontalmente hasta encontrar una que coincida con la de la cartulina.
- 4) Se hace la prueba de correlación, o sea que se encuentra el coeficiente de correlación. Si está cercano a 1, está bien la relación.
- 5) Se encuentra una ecuación de regresión de la forma

$$Y_c = a + bX \quad (\text{o una parábola}) \quad (6)$$

en donde

Y_c = valor cíclico estimado del artículo a predecir
 X = valor cíclico observado del artículo con estadísticas y a y b los parámetros a encontrar.

Y luego para pronósticar:

- 6) Se pronóstica el volumen de ventas del artículo que tiene datos suficientes. (X)
- 7) Se substituye dicho valor en la ecuación (6)

$$Y_c = a + b(X)$$

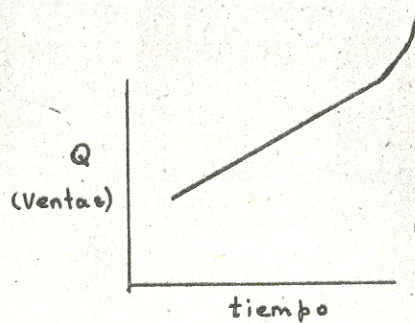
Y se tienen las ventas pronosticadas del artículo sin estadísticas.

2.2.4) Método de Promedios Móviles:

Este es un método descriptivo. Consiste en analizar las características que presenta la curva de demanda del artículo a predecir, construida con registros de años anteriores ya través de consideraciones matemáticas determina la influencia de dichas características en la demanda futura.

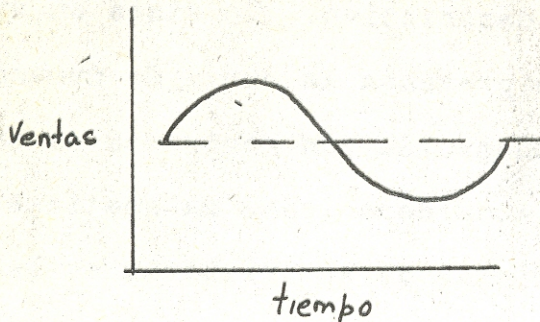
Ya que se han mencionado las características de las curvas de demanda, es bueno describirles antes:

a) Tendencia:



Es un cambio persistente que se comporta definitivamente en un largo período de tiempo. Es un cambio constante y secular. Se muestra en unos 10 o 20 años. Puede ser lineal o seguir una curva de grado mayor. Se debe a cambios tecnológicos significantes, acumulación de grandes Capitales, la Dirección Científica de la Producción, mejoramiento de los métodos de Mercadeo, Etc.

b) **Variaciones Cíclicas:**

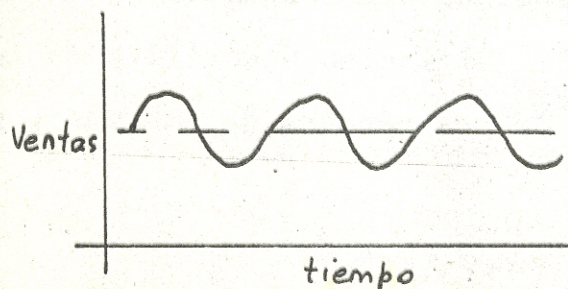


Son movimientos oscilatorios que se producen en los negocios pero los cambios se verifican solo cada cierto número de años. Operan parecido al movimiento de un péndulo.

Toda actividad económica los sufre y comprende 4 estados definidos:

- Depresión
- Recuperación
- Expansión
- Receso

c) **Variaciones Estacionales:**

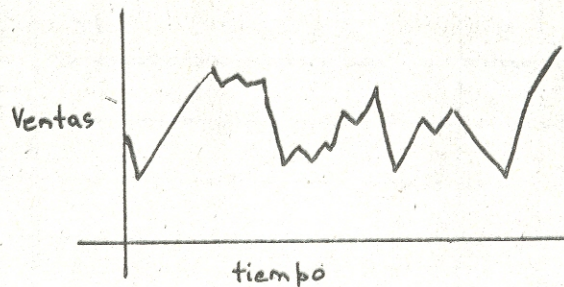


Son movimientos periódicos que sufren la demanda durante el año. Ocurre con cierta regularidad dentro de un periodo definido de tiempos.

Se deben a cambios de clima, o estación, variaciones de humedad, calor, lluvia, viento, costumbres, tradiciones.

d) Variaciones Casuales:

Son fluctuaciones casuales de la demanda que no siguen ningun patrón y que se deben al azar. Son imposibles de tomar en cuenta en un Pronóstico. Se debe a temblores, guerras, huracanes, accidentes, etc.



Las variaciones cíclicas y estacionales y el factor de tendencia son considerados por el Método de Promedios Móviles en forma de factores que afectan el volumen de ventas futuras en función de los datos estadísticas que se tengan. Estos factores se van corrigiendo cada vez que se predice.

La gran ventaja de este método es que para las predicciones a corto plazo usa los datos de 12 meses; cada mes bota el más antiguo y adopta el dato más reciente del mes que acaba de pasar.

De este modo se trabaja unicamente con un promedio obtenido únicamente de los datos más recientes, el cual, ajustado con los factores estacional y de tendencia puestos al día, da lugar a predecir mas exactamente y de una forma simple y poco laboriosa, la cual es fácil de mecanizar y llevar a cabo en sistemas de procesamiento de datos, como se verá en el capítulo siguiente.-

2.2.41.) Pasos a seguir para aplicar el Método:

Datos:

Mes Año	1	2	3	...	j	12	Suma
1		D_{1j}					SD_1
2							SD_2
3							SD_3
⋮							
i							
⋮							
k							SD_k
Suma	$\sum D_{k,1}$	$\sum D_{k,2}$	$\sum D_{k,3}$				$\sum SD_k$
Factor Estac.							

D_{ji} = Demanda mes j, año i

SD_i = Demanda total año i

T = % de incremento promedio por año de las ventas.

$\sum SD_{jk}$ = \sum Demandas durante k años del mes j

R_j = Factor estacional del mes j, o sea % de demanda que observe el mes j con respecto a la demanda de todo un año.

K = número total de años del registro.

Paso 1) Calcular los factores de Tendencia (T) y Estacional (R_j), usando las siguientes fórmulas:

$$T = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^{K-1} \left(\frac{SD_{i+1} - SD_i}{SD_i} \right) \quad (7)$$

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^K D_{j,i}}{\sum_{i=1}^K SD_i} \quad (\text{para c/mes}) \quad (8)$$

Paso 2) Calcular el pronóstico de ventas del año venidero, usando como dato el valor de las ventas del último año (SD_k):

$$SD'_{k+1} = SD_k (1+T) \quad (9)$$

Paso 3) Si se desea, se pueden pronosticar las ventas que se esperan para el año n ésimo, usando la fórmula:

$$SD'_{k+n} = SD_k (1+T)^n \quad (10)$$

Paso 4) Se pasa a pronosticar cada mes de ventas, para el año $(k+1)$.

Aquí ya entra el concepto de promedio Móvil, pues para pronosticar cada mes del año, se hace en base únicamente a la suma de demandas de los últimos 12 meses (SD_{UJ}). Cada nuevo mes que se pronostica, se bota el registro del mes más lejano y se toma el dato

histórico del que acaba de pasar. De este modo, la demanda se está actualizando siempre y se tienen siempre 12 meses de datos de ventas:

$$SDU_j = SDU_{j-1} - D_{k, j-1} + D_{k+1, j-1} \quad (11)$$

Se modifica entonces ligeramente cada mes lo que habrá pronosticado para todo el período en el paso 2), usando la siguiente expresión:

$$SD'_{k+1} = SDU_j \left[1 + \left(\frac{12-j+1}{12} \right) T \right] \quad (12)$$

Se pasa a pronosticar entonces las ventas de cada mes:

$$D'_{k+1, j} = (SD'_{k+1}) R_j \quad (13)$$

Nótese que en la fórmula (12) se modifica la tendencia (T) cada mes, por medio de un factor que la disminuye gradualmente. Ellos se debe al hecho de que como cada mes se toman datos nuevos y se desprecian los mas antiguos, el factor tendencia va perdiendo su sensibilidad.

En el siguiente capítulo de este trabajo se analizan varias curvas características de demanda tratadas a la luz de este método y aparecen 4 ejemplos completos y detallados efectuados en un equipo I.B.M.1620.

Es por esa razón que no se considera necesario ilustrar esta sección con un ejemplo numérico y para cualquier referencia que se desee puede hacerse en dicho capítulo.

2.2.5) Método de Promedios Móviles Ponderados Exponencialmente:

Este método es similar al anterior en lo que respecta a su fundamento: pronosticar las ventas del próximo período usando los registros históricos que se tienen y tomando en cuenta las características esenciales de las curvas de demanda: Tendencia, variación estacional y además fluctuaciones pequeñas con respecto al promedio de ventas (factor constante).

La gran diferencia estriba en el uso de 3 coeficientes (A, B y C) los cuales son aplicados a las características de tendencia, variación estacional y fluctuaciones, a manera de dar más importancia a los registros más recientes o a los más antiguos, según se compruebe cuáles son los que más afectan una predicción de determinada empresa y durante cierto período de tiempo.

Ello implica el que la empresa tenga registros completos de varios años, para de ellos deducir el valor de estos factores y observar como funcionan en la realidad pero antes de ponerlos en práctica para así poder ajustarlos de la forma más apegada a lo que sucede realmente.

Las ventajas que ofrece este método son varias. La primera y más importante es la de poder contar con un método bastante más preciso que todos los anteriores.

Mediante su uso se obtiene también una visión mas clara de como es que influyen los diversos factores de la curva de demanda en una predicción de la propia empresa y de como son los datos o las ventas mas recientes o las mas antiguas las que afectarán las ventas futuras, conocimientos muy útiles para la Dirección en cuanto a las decisiones relacionadas al respecto que tnega que efecutar.

Otra ventaja es que su eleboración se puede mecanizar a tal punto de requerir muy poca supervisión y además se puede acelerar para contar con la información en poco tiempo.

La gran desventaja para nuestro medio actual es la de requerir de un equipo de procesamiento de datos. Los factores (A,ByC) se pueden encontrar únicamente por aproximaciones sucesivas y debido a la gran cantidad de datos que deben de tomarse para afinar las respuestas, resulta casi imposible y demasiado laborioso el hacerlo manualmente.

2.2.5.1) Fundamentos del Método:

Para mostrar como se comporta el método, es importante comprender el proque de los factores de ponderación y como es que trabajan. Para ello, a continuación se deduce la ecuación fundamental del método en caso que

no hay variación estacional ni tendencia marcada y lo único que se observa son pequeñas fluctuaciones casuales con respecto a un promedio que se conserva constante.

Se tienen las ventas de 6 meses (X_j) y se van pronosticar desde el séptimo mes en adelante (\hat{X}_j) pero tomando solo un promedio de 6 meses.

$$\frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{6} = \hat{X}_7 \quad \begin{array}{l} \text{(Pronóstico para)} \\ \text{el mes 7º} \end{array} \quad (14)$$

$$\frac{X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7}{6} = \hat{X}_8 \quad \begin{array}{l} \text{(Pronóstico para)} \\ \text{el mes 8º} \end{array} \quad (15)$$

Sustituyendo la ec. (14) en la ec. (15) y reorganizándolas obtenemos la siguiente:

$$\hat{X}_8 = \hat{X}_7 - \frac{X_1}{6} + \frac{X_7}{6} = \left(\frac{X_7 - X_1}{6}\right) + \hat{X}_7 \quad (16)$$

y del mismo modo:

$$\hat{X}_9 = \hat{X}_8 + \left(\frac{X_8 - X_2}{6}\right)$$

pero X_2 es ya un dato muy antiguo y es posible hacer una mejor estimación de ventas sustituyendo por \hat{X}_8 que es más reciente; por tanto la ec. (16) se transforma en:

$$\hat{X}_9 = \hat{X}_8 + \left(\frac{X_8 - \hat{X}_8}{6}\right) = \hat{X}_8 + \frac{X_8}{6} - \frac{\hat{X}_8}{6}$$

$$\hat{X}_9 = X_8 \left(\frac{1}{6}\right) + \hat{X}_8 \left(1 - \frac{1}{6}\right)$$

$$\therefore \hat{X}_9 = X_8(A) + \hat{X}_8(1-A)$$

o sea:

$$\hat{S}_t = S_t(A) + \hat{S}_{t-1}(1-A) \quad \text{(Ecuación Básica)} \quad (17)$$

que es la ec. base en un Método sin tendencia ni viariación Estacional.

- A: factor entre "0" y "1"
 S_t : pronóstico efectuado en el año "T" para el año "T+1"
 S_t : ventas efectuadas en el año "T"
 S_{t-1} : pronóstico efectuado en el año "T-1" para el año "T"

Como se puede notar en la fórmula (17), si el coeficiente de ponderación "A" tiende a 1, el valor de los datos mas recientes es el de mayor importancia; si a tiende a 0, son los datos mas antiguos los que mayor influencia tienen sobre las ventas futuras.

Esto es muy importante de comprender pues nos enseña el comportamiento de estos factores de ponderación. Si se tiene una curva de demanda con variaciones casuales muy fuertes pero que estan alternativamente de un lado a otro del promedio, por ejemplo, y se pone un $A \rightarrow 1$, el período anterior alterará tanto el pronóstico que este tendra unos errores mucho mas grandes que si se supone un $A \rightarrow 0$.

Como ilustración, a continuación ponemos un ejemplo que aparece en un artículo de Peter Winters del libro *Mathematical Models and Methods in Marqueting*.

Table	A=0.1		A=0.9	
	S_t	\hat{S}_t	S_t	\hat{S}_t
1	130	103	130	127
2	95	102	95	98
3	80	100	80	82
4	115	102	115	112
5	105	102	105	106
6	75	99	75	78
7	110	100	110	107
8	90	99	90	92
9	120	101	120	117
10	85	99	85	88

Notas:

Observe que \hat{S}_t es el pronóstico de las ventas que se tendrán en el período " $t+1$ " y S_t son las ventas en el período " t ".

Discusión del Gráfico 2.1:

En el se puede apreciar que los cambios de demanda o variaciones casuales varían rápidamente de un lado a otro del promedio. Si se pone una A de 0.9 los errores que da son muy grandes. En cambio si se da una A de 0.1 los errores de predicción disminuyen notablemente.

Otra característica importante de la fórmula (17) es que ésta depende del pronóstico del período pasado. Esta a su vez del anterior y así sucesivamente formándose por ello series exponenciales de la forma:

$$\hat{S}_t = \left[A \sum_{n=0}^M (1-A)^n S_{t-n} \right] + (1-A)^{M+1} \hat{S}_0$$

M: número de observaciones.

2.2.5.2) Pasos a Seguir para la Aplicación del Método:

A continuación se expondrán los pasos a seguir en un caso en que además de variaciones casuales, debe considerarse también variaciones estacionales y de tendencia. Si no se tiene este caso, que es el mas general, simplemente se suprimen los psos convenientes.

I Parte:

Con unos 3 o 4 años de registros, encontrar los valores de A, B y C y de F_{t0} , R_{t0} y \hat{S}_{t0} .

Para encontrar los valores de estos factores el procedimiento a seguir es:

a) Con un juego de valores cualquiera se hace el pronóstico de uno de los años pasados usando las fórmulas respectivas y haciendo de caso que fuera una predicción para ventas futuras. Luego se compara el valor calculado de pronóstico (\hat{S}) con las ventas reales que se produjeron en ese año (S) y se calcula el error (E). Se hace lo mismo con todos los años de registros con que se cuenta y por último se calcula la desviación estándar de los errores con la fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{E^2}{n - 1}} \quad (19)$$

A continuación se hace el mismo proceso con diferentes juegos de valores. Esto se puede plotear en gráficas hasta encontrar aquellos que den la desviación estándar más pequeña. Esos valores serán los que usaremos en la siguiente etapa.

II parte:

- 1) Al final del período "t", se recoge el dato de las ventas durante dicho período, S_t , pero sin considerar tendencia.
- 2) Calcular el pronóstico para el próximo período, \hat{S}_t , usando \hat{S}_{t-1} y R_{t-1} del período pasado y F_{t+L} del ciclo pasado por medio de la expresión

$$\hat{S}_t = A \frac{S_t}{F_{t-L}} + (1-A) (\hat{S}_{t-1} + R_{t-1}) \quad (18)$$

L : 1 período.

(Pronóstico no afectado de)
variación estacional

- 3) Calcular el factor de variación estacional para el período siguiente (F_t) y que sustituirá al del período actual (F_{t-L}), usando la expresión

$$F_t = B \frac{S_t}{\hat{S}_t} + (1-B) F_{t-L} \quad (20)$$

- 4) Calcular el factor de tendencia para el período siguiente (R_t) y que sustituirá al del período actual (R_{t-L}), por medio de la ecuación:

$$R_t = C (\hat{S}_t - \hat{S}_{t-1}) + (1-C) R_{t-1} \quad (21)$$

- 5) Se calculan los pronósticos para cada mes ó período siguiente, usando la expresión:

$$\hat{S}_{t,T} = [\hat{S}_t + T R_t] F_{t-L+T} \quad T=1, 2, \dots, L \quad (22)$$

- 6) El pronóstico \hat{S}_{t-1} se reemplaza por el actual \hat{S}_t para que sirva de dato para el pronóstico del período siguiente.

2.2.5.3) Ejemplo Numérico:

En cierta empresa se cuenta con un registro de 4 años de datos. Se quiere encontrar la predicción de ventas para el año entrante y para cada uno de los meses de dicho año/

Solución:

I Parte:

Con los datos históricos de 4 años con que se cuenta y por el método de aproximaciones sucesivas que se expuso anteriormente, se calculan los valores de los coeficientes A, B y C y después los valores iniciales F y R que se necesitan para aplicar las fórmulas respectivas.

Este proceso, como se dijo anteriormente, es bastante laborioso y ocupa mucho espacio aunque es rutinario.

Por estas razones es que no se expone el proceso sino solo los resultados obtenidos.-

II Parte:

De la I parte se obtuvieron los siguientes valores:

$$\begin{array}{lll} A = 0.3 & F_{t-12} = 0.65 & \\ B = 0.4 & F_{t-11} = 0.52 & L = 12 \\ C = 0.2 & R_{t-1} = 1500 & \end{array}$$

y como datos se tienen:

$$\begin{array}{ll} \text{Ventas mes de diciembre:} & S_t = 1300 \\ \text{Pronóstico de Ventas para} & \hat{S}_{t-1} = 2100 \\ \text{diciembre:} & \end{array}$$

Con estos datos, usamos el procedimiento de cálculo descrito en los párrafos anteriores al ejemplo numérico:

$$\begin{aligned} 1^{\circ}) \quad \hat{S}_t &= A \frac{S_t}{F_{t-12}} + (1-A) (\hat{S}_{t-1} + R_{t-1}) = \\ &= 0.3 \frac{1300}{0.65} + (1-0.3) \times (2100 + 1500) = 601 + 2520 = 3121 \end{aligned}$$

$$2^{\circ}) \quad R_t = C (\hat{S}_t - \hat{S}_{t-1}) + (1-C) R_{t-1} \quad \text{Variac. Estac.}$$

$$= 0.2 (3121 - 2100) + (1-0.2) \times 1500 = 204 + 1200 = 1404$$

$$\begin{aligned} 3^{\circ}) \quad F_t &= B \left(\frac{S_t}{\hat{S}_t} \right) + (1-B) F_{t-12} = 0.4 \left(\frac{1300}{3121} \right) + (1-0.4) \times 0.65 = \\ &= 0.167 + 0.491 = 0.658 \end{aligned}$$

4^o) Pronósticos:

$$S_{t,T} = (\hat{S}_t + TR_t) \times F_{t-12+T}$$

a) Para el mes entrante (enero)

$$\hat{S}_{t,1} = [3121 + 1 \times 1404] \times 0.52 = 2350$$

b) Para todo el año entrante:

$$\hat{S}_{t,12} = [3121 + 12 \times 1404] \times 0.658 = 13160$$

CAPITULO 3

Análisis del Comportamiento del Método de los Promedios Móviles

En los capítulos anteriores se trató, con cierta extensión, la importancia de los pronósticos dentro del Proceso de la Producción, de sus características y de los diversos métodos que se han encontrado para predecir las ventas. Este capítulo se concreta a analizar detenidamente uno de los métodos anteriormente expuestos, el de los Promedios Móviles.

Se escogió dicho método pues considero que en nuestro medio actual y en la mayoría de los casos, es éste el proceso más adecuado para pronosticar las ventas futuras de que se puede hacer uso dentro de una empresa tipo mediano.

Ello se debe a que la mecánica del método es bastante sencillo y no necesita una gran cantidad de años de registros de ventas ni un equipo de procesamientos de datos, como el método de Promedio Móviles Ponderados Exponencialmente, aunque en el caso dado que se cuente con él, sí se puede procesar, como se verá en los casos que se analizan a continuación y en los que se usó el equipo de la I.B.M. de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.

3.1) El Método de Promedios Móviles y la Curva de Demanda:

Como se dijo anteriormente, la curva de demanda es afectada por cuatro factores independientes que se entrelazan entre sí para dar como resultado las fluctuaciones totales que generalmente se observan en dicha curva, y que son: las variaciones de Tendencia, las variaciones cíclicas, las variaciones estacionales y las variaciones casuales.

La variable "demanda" es por tanto una variable compleja compuesta por otras cuatro variables independientes entre sí. En cada caso particular, una de éstas cuatro variables, será la que predomine y su efecto caracterizará a la demanda total.

Para analizar el comportamiento de los Promedios Móviles, estudiaré cada una de las cuatro variables anteriores por separado. Se tratará pues, 4 casos característicos: con tendencia, con variación cíclica, con variación estacional, y con variación casual.

En cada uno de ellos se aplicará el método de Predicción a lo largo de 10 años, o sea 120 meses, y se observarán las diferencias entre las ventas pronosticadas para cada período y las ventas que realmente se llevaran a cabo, para poder juzgar objetivamente la bondad del método de los Promedios Móviles y el grado de exactitud que tiene en cada caso.

3.2) Uso de Simulación:

El análisis por separado de cada una de las características de la curva de demanda tomando las estadísticas reales de una empresa en particular es imposible, pues allí se encuentran todas las variaciones entremezcladas y no se pueden separar. Además, son pocas nuestras empresas que lleven 10 años de registro de ventas en forma ordenada y constante de mes a mes y tener acceso a ellos es aún más difícil.

Por todas las razones antes expuestas y para los efectos de la tesis, se simularán las ventas reales usando para ello Modelos Matemáticos adecuados a cada caso en particular.

Para representar la variación de Tendencia se hará uso de la ecuación de la línea recta:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

Y = ventas reales efectuadas en el mes "x"

x = número del mes (de 1 a 120)

a y b = parámetros.

Para representar la variación estacional y la variación cíclica se hará uso de la ecuación sinusoidal:

$$Y = a(\text{sen } x) + b \quad (2)$$

Y = ventas reales durante el mes "x"

x = número del mes (de 1 a 120)

a y b : parámetros.

Para representar las variaciones casuales, no es posible hacer uso de un Método Matemático pues, como su nombre lo indica, las fluctuaciones no siguen ninguna ley matemática pues se suceden al azahar.

Para poder contar con datos de ventas reales durante 10 años (120 meses), se hará uso de una Tabla de Numero al Azar y se tomarán 120 números, los cuales se ordenarán en forma matricial.

3.3) Criterio para Juzgar el Comportamiento del Método de Promedios Móviles:

Existe un procedimiento sencillo para juzgar la precisión del Método y consiste en plotear una curva con los pronósticos y compararla con otra con las ventas reales. Pero el problema es que es muy subjetivo y no nos sirve para efectos de comparación. Aquí lo usaré pero solo para dar una idea y para ver la forma general en que se comporta.

El procedimiento que se usará es de orden estadístico y por tanto, objetivo. Consiste en encontrar las desviaciones entre las ventas de un período y el pronóstico que se elaboró para dicho período (E) y luego, al final, se calculará la desviación estandard de los errores.

Para ello se usarán las siguientes fórmulas:

$$E = \text{Ventas Reales período "j"} - \text{Pronóstico período "j"} \quad (3)$$

$$\sigma_{st} = \sqrt{\frac{(\sum E)^2}{n-1}} \quad (4)$$

Entre menor sea la desviación estandard, el error es menos o sea que el pronóstico es mas acertado y por tanto el método de promedios Móviles se está comportando exitosamente.

3.4) Procesamiento de datos en la Computadora 1620:

Para calcular los 4 casos característicos por el método de Promedios Móviles, hice uso de la Computadora 1620 de la Facultad de Ingeniería con los correspondientes programas elaborados al efecto. A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada caso en particular, y uno de los programas usados.

PROGRAMA

```

START
-6600 C          CASO DE DEMANDA CON VARIACIONES CASUALES
-6600          PRINT 1
-6612          1  FORMAT (7X,11H PRONOSTICO,18H      VENTAS ANUALES)
-6708          DIMENSION YMEN(10,12),YANU(10),T(10),YANUP(10),R(12)
-6708          DO 5 I=1,10
-6720          READ 2,YANU(I)
-6768          2  FORMAT (2E14.8)
-6796          5  CONTINUE
-6832          DO 10 I=1,10
-6844          DO 10 J=1,12
-6856          READ 3,YMEN(I,J)
-6940          3  FORMAT (2E14.8)
-6968          10 CONTINUE
-7040          ECUAD=C.0
-7052          DO 30 K=2,9
-7064          TE=C.0
-7076          M=K-1
-7112          DO 20 I=1,M
-7124          ST=(YANU(I+1)-YANU(I))/YANU(I)
-7244          20 TE=TE+ST
-7316          AK=K
-7352          T(K)=(1./(AK-1.)) *TE
-7436          YANUP(K+1)=YANU(K)*(1.+T(K))
-7556          ECUAD=(YANU(K+1)-YANUP(K+1))**2+ECUAD
-7664          KI=K+1
-7700          30 PRINT31,KI,YANUP(K+1),YANU(K+1)
-7832          31  FORMAT (13,2E16.8)
-7864          DESTA=SQRT(ECUAD/7.)
-7912          PRINT2,DESTA
-7936          PRINT32
-7948          32  FORMAT (6X,11H PRONOSTICO,17H VENTAS MENSUALES)
-8042          ECUAD=C.0
-8054          DO 50 K=2,9
-8066          DO 50 J=1,12
-8078          SYMEN=C.0
-8090          SYANU=C.0
-8102          DO 40 I=1,K
-8114          SYMEN=SYMEN+YMEN(I,J)
-8210          40  SYANU=SYANU+YANU(I)
-8306          R(J)=SYMEN/SYANU
-8366          IF(J-1) 41,41,42
-8434          41  YMENP=YANUP(K+1)*R(J)
-8518          GO TO 45
-8526          42  SDUJ=YANU(K)-YMEN(K, J-1)+YMEN(K+1, J-1)
-8718          AJ=J
-8754          SDPK1=SDUJ*(1.+((12.-AJ+1)/12.)*T(K))
-8898          YMENP=SDPK1*R(J)
-8958          45  ECUAD=(YMEN(K+1, J)-YMENP)**2+ECUAD
-9078          KI=K+1
-9114          50  PRINT51,KI,J,YMENP,YMEN(K+1, J)
-9306          51  FORMAT (213,2E16.8)
-9344          DESTM=SQRT(ECUAD/95.)
-9392          PRINT2,DESTM
-9416          END
19999 SIN
19989 SINF
19979 COS
19969 COSF
PROCESSING COMPLETE
START

```


DEMANDA CON TENDENCIA LINEAL

CASO 1).

EXECUTION

AÑO	PRONOSTICO	VENTAS
0003	2428.1422	2298.0000
0004	2910.1485	2730.0000
0005	3385.8879	3162.0000
0006	3856.8476	3594.0000
0007	4324.0276	4026.0000
0008	4788.1350	4458.0000
0009	5249.6913	4890.0000
0010	5709.0916	5322.0000

303.69912)--- DESVIACION STANDARD ANUAL

AÑO	MES	PRONOSTICO	VENTAS
0003	0001	178.06376	175.00000
0003	0002	182.41064	178.00000
0003	0003	183.14857	181.00000
0003	0004	183.71288	184.00000
0003	0005	184.10355	187.00000
0003	0006	184.32060	190.00000
0003	0007	184.36400	193.00000
0003	0008	184.23378	196.00000
0003	0009	183.92992	199.00000
0003	0010	183.45243	202.00000
0003	0011	182.80131	205.00000
0003	0012	181.97656	208.00000
0004	0001	216.77954	211.00000
0004	0002	220.98478	214.00000
0004	0003	221.62739	217.00000
0004	0004	222.10339	220.00000
0004	0005	222.41281	223.00000
0004	0006	222.55563	226.00000
0004	0007	222.53185	229.00000
0004	0008	222.34148	232.00000
0004	0009	221.98451	235.00000
0004	0010	221.46094	238.00000
0004	0011	220.77078	241.00000
0004	0012	219.91402	244.00000
0005	0001	255.32391	247.00000
0005	0002	259.37818	250.00000
0005	0003	259.90596	253.00000
0005	0004	260.27417	256.00000
0005	0005	260.48276	259.00000
0005	0006	260.53177	262.00000
0005	0007	260.42122	265.00000
0005	0008	260.15102	268.00000
0005	0009	259.72126	271.00000
0005	0010	259.13193	274.00000
0005	0011	258.38296	277.00000
0005	0012	257.47443	280.00000
0006	0001	293.71119	283.00000
0006	0002	297.61128	286.00000
0006	0003	298.01453	289.00000
0006	0004	298.26485	292.00000
0006	0005	298.36229	295.00000
0006	0006	298.30680	298.00000
0006	0007	298.09842	301.00000
0006	0008	297.73712	304.00000
0006	0009	297.22293	307.00000
0006	0010	296.55581	310.00000
0006	0011	295.73581	313.00000

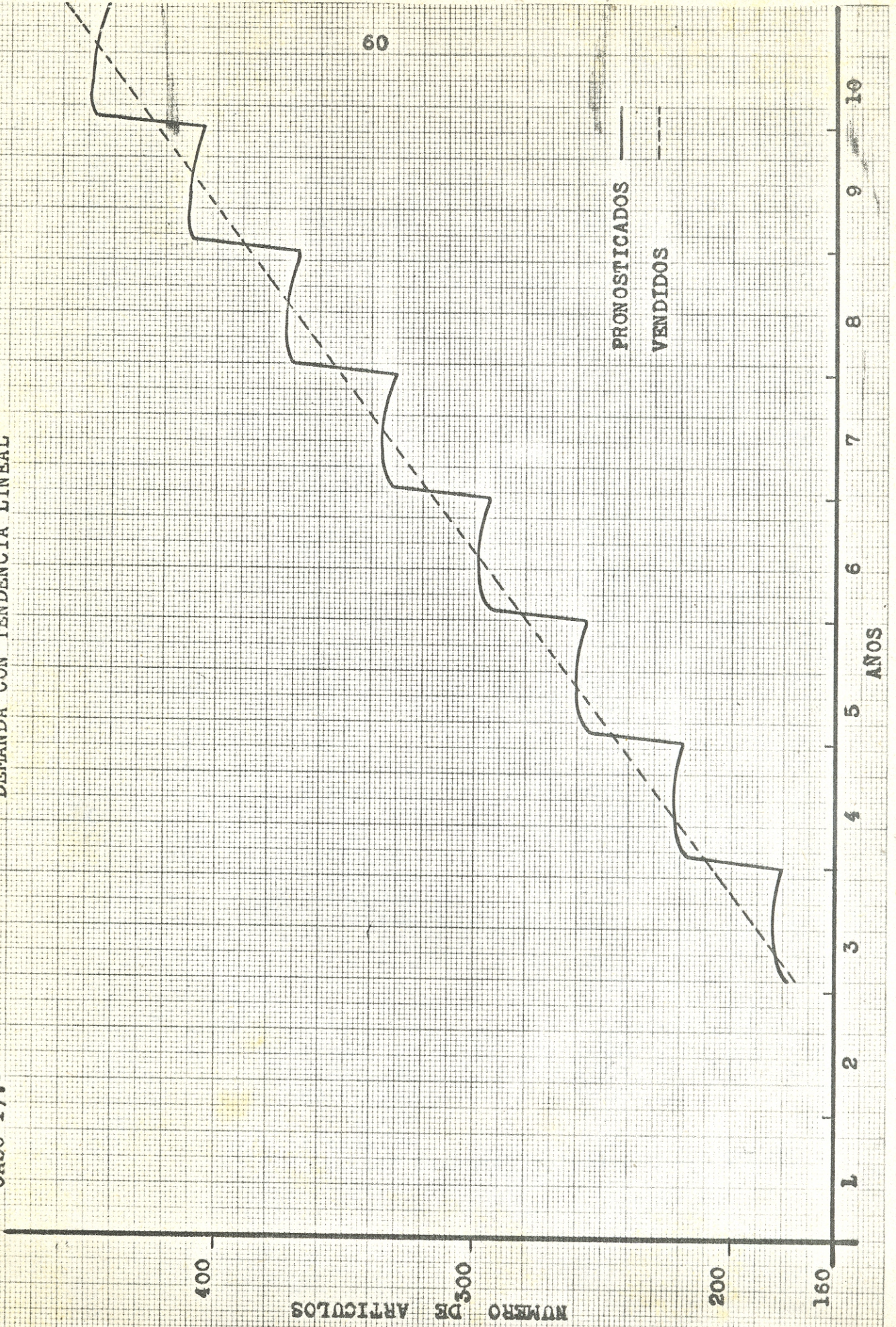
0006	0012	294.76287	316.00000
0007	0001	331.95597	319.00000
0007	0002	335.70223	322.00000
0007	0003	335.97675	325.00000
0007	0004	336.10461	328.00000
0007	0005	336.08583	331.00000
0007	0006	335.92041	334.00000
0007	0007	335.60834	337.00000
0007	0008	335.14962	340.00000
0007	0009	334.54425	343.00000
0007	0010	333.79224	346.00000
0007	0011	332.89358	349.00000
0007	0012	331.84827	352.00000
0008	0001	370.07197	355.00000
0008	0002	373.66681	358.00000
0008	0003	373.81165	361.00000
0008	0004	373.81566	364.00000
0008	0005	373.67883	367.00000
0008	0006	373.40117	370.00000
0008	0007	372.98267	373.00000
0008	0008	372.42338	376.00000
0008	0009	371.72322	379.00000
0008	0010	370.88222	382.00000
0008	0011	369.90040	385.00000
0008	0012	368.77773	388.00000
0009	0001	408.07172	391.00000
0009	0002	411.51864	394.00000
0009	0003	411.53482	397.00000
0009	0004	411.41550	400.00000
0009	0005	411.16074	403.00000
0009	0006	410.77052	406.00000
0009	0007	410.24486	409.00000
0009	0008	409.58378	412.00000
0009	0009	408.78720	415.00000
0009	0010	407.85518	418.00000
0009	0011	406.78770	421.00000
0009	0012	405.58477	424.00000
0010	0001	445.96635	427.00000
0010	0002	449.26953	430.00000
0010	0003	449.15910	433.00000
0010	0004	448.91817	436.00000
0010	0005	448.54679	439.00000
0010	0006	448.04493	442.00000
0010	0007	447.41258	445.00000
0010	0008	446.64973	448.00000
0010	0009	445.75644	451.00000
0010	0010	444.73268	454.00000
0010	0011	443.57845	457.00000
0010	0012	442.29373	460.00000

11.859927 --- Desviación Standard Mensual

END

CASO 1).-

DEMANDA CON TENDENCIA LINEAL



CASO 21.-

DEMANDA CON VARIACION CICLICA
(CICLOS DE 30 AÑOS)

COMPILATION
EXECUTION

AÑO	PRONOSTICO	VENTAS
0003	1305.8064	1207.9423
0004	1549.0964	1409.2390
0005	1752.8565	1575.11676
0006	1909.5911	1698.4768
0007	2013.5518	1773.7769
0008	2061.0863	1797.7772
0009	2050.8495	1769.4286
0010	1983.8874	1689.9701

238.35400 --- DESVIACION STANDARD ANUAL

AÑO	MES	PRONOSTICO	VENTAS
0003	0001	94.559907	92.261918
0003	0002	97.078606	93.837209
0003	0003	97.560901	95.399148
0003	0004	97.924779	96.947257
0003	0005	98.170006	98.481064
0003	0006	98.296417	100.00010
0003	0007	98.303921	101.50391
0003	0008	98.192493	102.99203
0003	0009	97.962180	104.46401
0003	0010	97.613119	105.91940
0003	0011	97.145523	107.35776
0003	0012	96.559637	108.77864
0004	0001	114.71513	110.18162
0004	0002	116.92866	111.56626
0004	0003	117.31184	112.93216
0004	0004	117.58400	114.27888
0004	0005	117.74509	115.60602
0004	0006	117.79519	116.91318
0004	0007	117.73442	118.19996
0004	0008	117.56297	119.46596
0004	0009	117.28108	120.71080
0004	0010	116.88909	121.93410
0004	0011	116.38739	123.13550
0004	0012	115.77641	124.31461
0005	0001	132.15999	125.47108
0005	0002	133.98660	126.60457
0005	0003	134.25412	127.71472
0005	0004	134.41963	128.80120
0005	0005	134.48329	129.86368
0005	0006	134.44534	130.90182
0005	0007	134.30613	131.91533
0005	0008	134.06592	132.90388
0005	0009	133.72517	133.86718
0005	0010	133.28433	134.80493
0005	0011	132.74393	135.71685
0005	0012	132.10454	136.60266
0006	0001	146.14555	137.46208
0006	0002	147.00000	138.29487
0006	0003	147.67663	139.10076
0006	0004	147.73400	139.87951
0006	0005	147.69970	140.63088
0006	0006	147.57409	141.35465
0006	0007	147.35757	142.05059
0006	0008	147.05061	142.71848
0006	0009	146.65374	143.35814
0006	0010	146.16749	143.96935

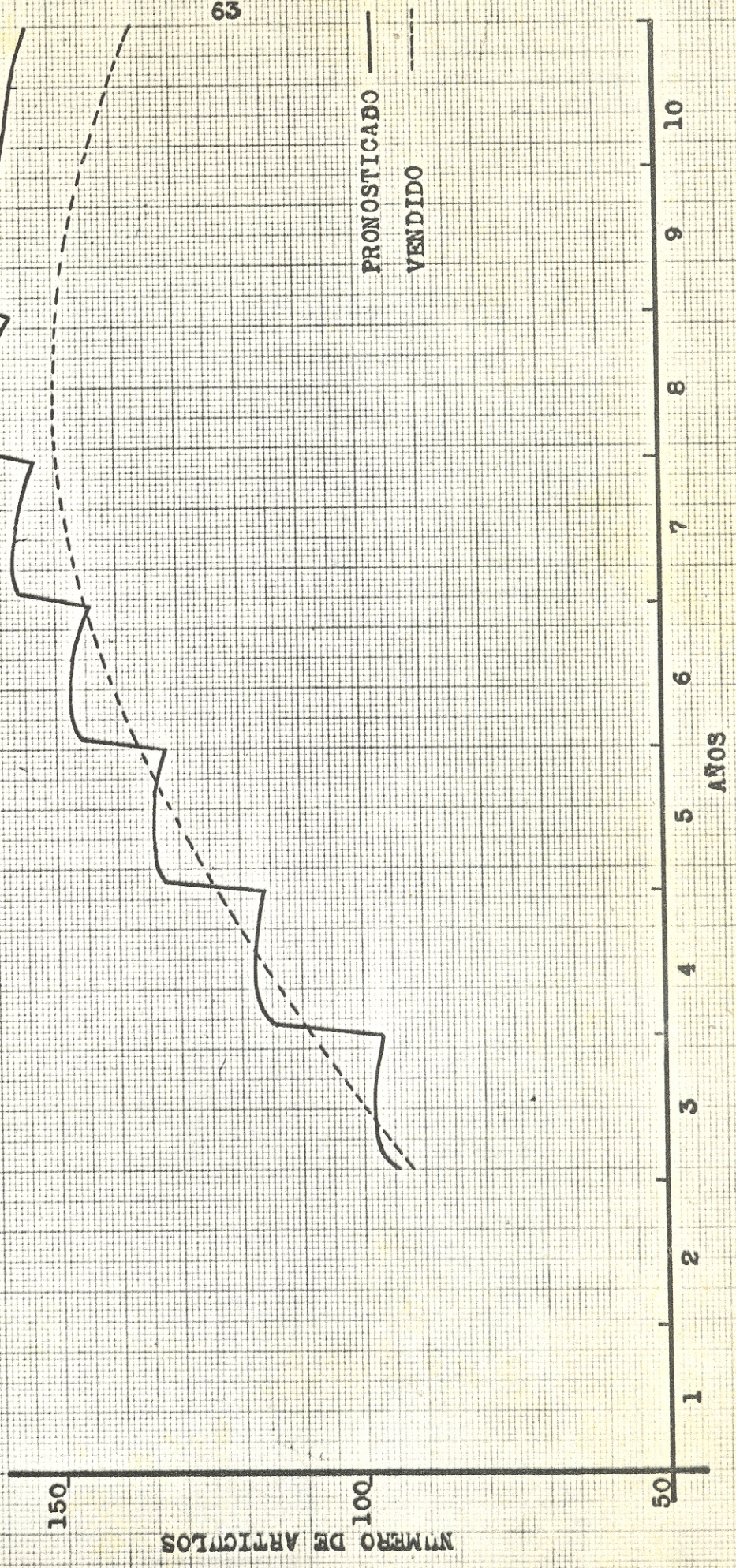
0006	0011	145.59248	144.55195
0006	0012	144.92936	145.10574
0007	0001	156.08028	145.63056
0007	0002	156.98265	146.12625
0007	0003	157.02180	146.59266
0007	0004	156.97946	147.02964
0007	0005	156.85604	147.43707
0007	0006	156.65200	147.81482
0007	0007	156.36781	148.16278
0007	0008	156.00398	148.48083
0007	0009	155.56111	148.76888
0007	0010	155.03977	149.02685
0007	0011	154.44065	149.25465
0007	0012	153.76440	149.45222
0008	0001	161.55269	149.61949
0008	0002	161.96438	149.75642
0008	0003	161.90894	149.86297
0008	0004	161.78260	149.93909
0008	0005	161.58582	149.98477
0008	0006	161.31911	150.00000
0008	0007	160.98294	149.98476
0008	0008	160.57786	149.93907
0008	0009	160.10445	149.86293
0008	0010	159.56336	149.75637
0008	0011	158.95518	149.61943
0008	0012	158.28062	149.45214
0009	0001	162.34753	149.25456
0009	0002	162.27950	149.02675
0009	0003	162.15053	148.76877
0009	0004	161.96103	148.48070
0009	0005	161.71146	148.16264
0009	0006	161.40227	147.81467
0009	0007	161.03397	147.43691
0009	0008	160.60712	147.02947
0009	0009	160.12224	146.59247
0009	0010	159.57991	146.12605
0009	0011	158.98078	145.63035
0009	0012	158.32543	145.10551
0010	0001	158.45406	144.55171
0010	0002	157.93787	143.96911
0010	0003	157.75984	143.35788
0010	0004	157.53113	142.71821
0010	0005	157.25215	142.05030
0010	0006	156.92336	141.35435
0010	0007	156.54520	140.63058
0010	0008	156.11816	139.87920
0010	0009	155.64275	139.10043
0010	0010	155.11949	138.29453
0010	0011	154.54892	137.46173
0010	0012	153.93160	136.60229

9.6087793 --- DESVIACION STANDARD MENSUAL

END

DEMANDA CON VARIACION CICLICA

CASO 2).-



160001000000RS
PDQ FORTRAN C2
START
PROCESSING COMPLETE
START
160001000000RS

LOAD SUBROUTINES
PDQ FREE FORM SUBROUTNS 11/63
LOAD DATA

AÑO	PRONOSTICO VENTAS ANUALES
3	.12000004E 04 .12000004E 04
4	.12000004E 04 .12000003E 04
5	.12000003E 04 .12000004E 04
6	.12000004E 04 .12000004E 04
7	.12000004E 04 .12000003E 04
8	.12000003E 04 .12000004E 04
9	.12000004E 04 .12000004E 04
10	.12000004E 04 .12000004E 04

.75592894E-04---DESVIACION STANDARD ANUAL

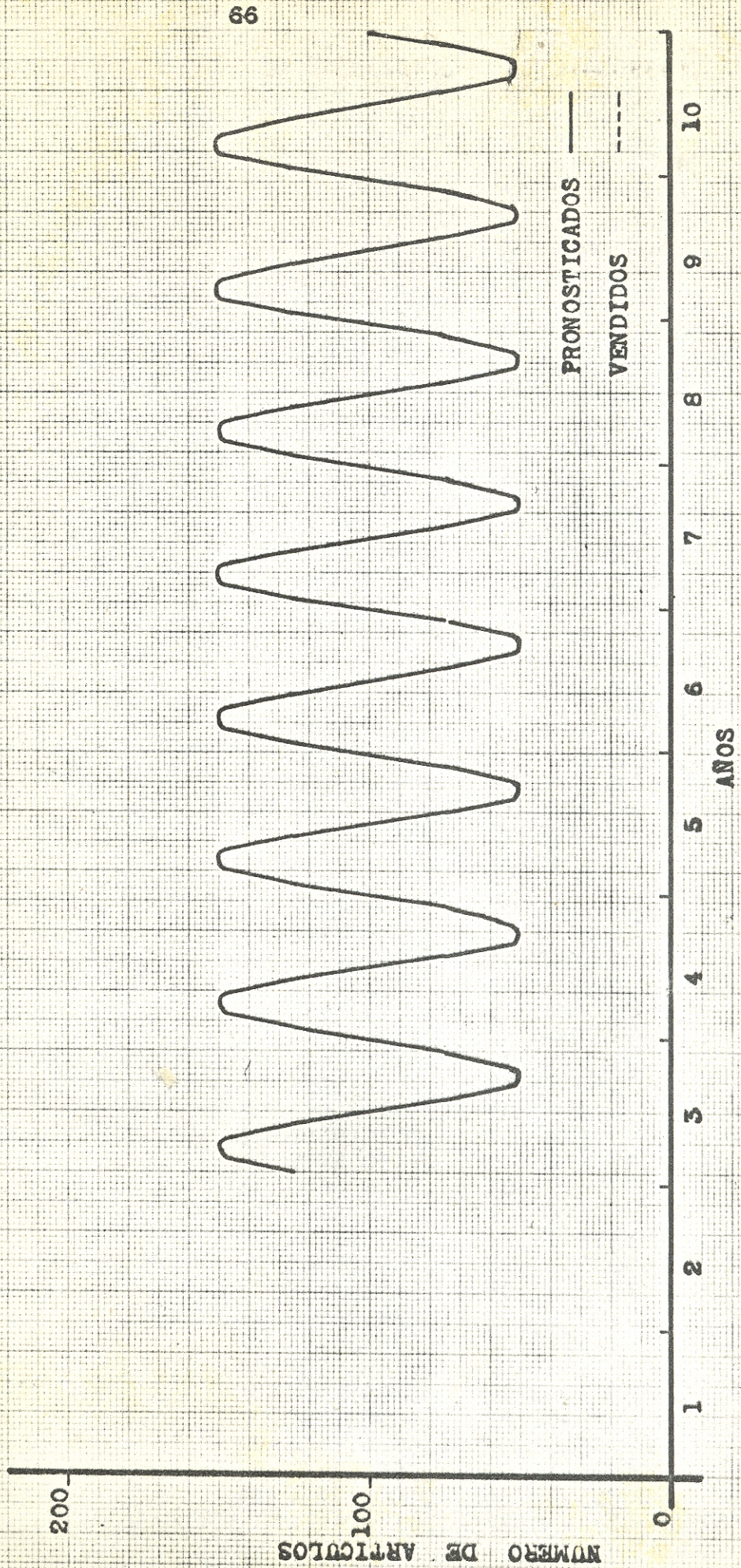
AÑO	MESES	PRONOSTICO VENTAS MENSUALES
3	1	.12500037E 03 .12500133E 03
3	2	.14330158E 03 .14330207E 03
3	3	.15000004E 03 .15000000E 03
3	4	.14330096E 03 .14330041E 03
3	5	.12499937E 03 .12499846E 03
3	6	.99999215E 02 .99998160E 02
3	7	.74999266E 02 .74998360E 02
3	8	.56698277E 02 .56697750E 02
3	9	.49999988E 02 .50000000E 02
3	10	.56699220E 02 .56699770E 02
3	11	.75000925E 02 .75001860E 02
3	12	.10000116E 03 .10000220E 03
4	1	.12500068E 03 .12500196E 03
4	2	.14330178E 03 .14330243E 03
4	3	.15000003E 03 .15000000E 03
4	4	.14330077E 03 .14330005E 03
4	5	.12499907E 03 .12499783E 03
4	6	.99998838E 02 .99997430E 02
4	7	.74998943E 02 .74997720E 02
4	8	.56698086E 02 .56697380E 02
4	9	.49999988E 02 .50000000E 02
4	10	.56699403E 02 .56700140E 02
4	11	.75001239E 02 .75002490E 02
4	12	.10000152E 03 .10000294E 03
5	1	.12500100E 03 .12500260E 03
5	2	.14330189E 03 .14330280E 03
5	3	.15000001E 03 .15000000E 03
5	4	.14330056E 03 .14329968E 03
5	5	.12499871E 03 .12499719E 03
5	6	.99998457E 02 .99996700E 02
5	7	.74998620E 02 .74997080E 02
5	8	.56697898E 02 .56697020E 02
5	9	.49999976E 02 .50000000E 02
5	10	.56699583E 02 .56700510E 02
5	11	.75001558E 02 .75003130E 02
5	12	.10000188E 03 .10000367E 03
6	1	.12500132E 03 .12500323E 03
6	2	.14330214E 03 .14330317E 03

0	3	.15000005E	03	.15000000E	03
6	4	.14330041E	03	.14329931E	03
6	5	.12499842E	03	.12499655E	03
6	6	.99998116E	02	.99995960E	02
6	7	.74998313E	02	.74996450E	02
6	8	.56697725E	02	.56696650E	02
6	9	.49999988E	02	.50000000E	02
6	10	.56699773E	02	.56700870E	02
6	11	.75001882E	02	.75003760E	02
6	12	.10000226E	03	.10000441E	03
7	1	.12500164E	03	.12500387E	03
7	2	.14330233E	03	.14330354E	03
7	3	.15000004E	03	.15000000E	03
7	4	.14330023E	03	.14329894E	03
7	5	.12499810E	03	.12499592E	03
7	6	.99997749E	02	.99995230E	02
7	7	.74997989E	02	.74995810E	02
7	8	.56697540E	02	.56696280E	02
7	9	.49999988E	02	.50000000E	02
7	10	.56699955E	02	.56701240E	02
7	11	.75002193E	02	.75004400E	02
7	12	.10000262E	03	.10000514E	03
8	1	.12500194E	03	.12500451E	03
8	2	.14330248E	03	.14330390E	03
8	3	.15000003E	03	.15000000E	03
8	4	.14330003E	03	.14329858E	03
8	5	.12499777E	03	.12499528E	03
8	6	.99997366E	02	.99994490E	02
8	7	.74997666E	02	.74995180E	02
8	8	.56697353E	02	.56695910E	02
8	9	.49999981E	02	.50000000E	02
8	10	.56700135E	02	.56701610E	02
8	11	.75002512E	02	.75005040E	02
8	12	.10000298E	03	.10000588E	03
9	1	.12500228E	03	.12500514E	03
9	2	.14330269E	03	.14330427E	03
9	3	.15000005E	03	.15000000E	03
9	4	.14329986E	03	.14329821E	03
9	5	.12499746E	03	.12499465E	03
9	6	.99997014E	02	.99993760E	02
9	7	.74997360E	02	.74994540E	02
9	8	.56697168E	02	.56695550E	02
9	9	.49999989E	02	.50000000E	02
9	10	.56700324E	02	.56701980E	02
9	11	.75002836E	02	.75005670E	02
9	12	.10000336E	03	.10000661E	03
10	1	.12500259E	03	.12500578E	03
10	2	.14330288E	03	.14330464E	03
10	3	.15000004E	03	.15000000E	03
10	4	.14329968E	03	.14329784E	03
10	5	.12499715E	03	.12499401E	03
10	6	.99996651E	02	.99993020E	02
10	7	.74997039E	02	.74993900E	02
10	8	.56696991E	02	.56695180E	02
10	9	.49999990E	02	.50000000E	02
10	10	.56700510E	02	.56702340E	02
10	11	.75003151E	02	.75006310E	02
10	12	.10000373E	03	.10000735E	03

.17716298E-02--- DESVIACION STANDARD MENSUAL
 END

CASO 3).-

DEMANDA CON VARIACIONES ESTACIONALES



COMPILATION
EXECUTION

AÑO	PRONOSTICO	VENTAS
0003	7092.6471	4157.0000
0004	3918.6180	7126.0000
0005	8550.0769	5374.0000
0006	5849.1513	6677.0000
0007	7473.0726	5861.0000
0008	6323.9410	6943.0000
0009	7596.1675	6694.0000
0010	7215.0161	5516.0000

2279.1184 DESVIACION STANDARD ANUAL

AÑO	MES	PRONOSTICO	VENTAS
0003	0001	769.49440	517.00000
0003	0002	62.570583	240.00000
0003	0003	606.01947	459.00000
0003	0004	664.54902	305.00000
0003	0005	670.59708	35.000000
0003	0006	238.98832	649.00000
0003	0007	1099.8226	156.00000
0003	0008	501.59527	94.000000
0003	0009	531.60631	216.00000
0003	0010	177.23207	910.00000
0003	0011	371.81007	505.00000
0003	0012	845.40400	71.000000
0004	0001	442.21592	625.00000
0004	0002	92.054809	794.00000
0004	0003	412.33073	482.00000
0004	0004	374.55877	857.00000
0004	0005	359.17194	95.000000
0004	0006	287.17805	978.00000
0004	0007	540.93149	366.00000
0004	0008	293.57836	107.00000
0004	0009	332.48467	799.00000
0004	0010	380.08198	956.00000
0004	0011	303.19609	294.00000
0004	0012	394.94446	773.00000
0005	0001	896.08790	25.000000
0005	0002	394.91593	236.00000
0005	0003	644.73373	192.00000
0005	0004	803.00159	461.00000
0005	0005	443.83061	848.00000
0005	0006	807.85231	387.00000
0005	0007	724.93100	721.00000
0005	0008	418.47838	509.00000
0005	0009	731.91853	949.00000
0005	0010	750.57274	529.00000
0005	0011	434.22570	356.00000
0005	0012	753.41221	161.00000
0006	0001	499.13716	628.00000
0006	0002	321.38848	213.00000
0006	0003	429.37769	558.00000
0006	0004	605.77534	867.00000
0006	0005	474.70623	856.00000
0006	0006	497.90581	551.00000
0006	0007	620.66424	418.00000
0006	0008	315.53749	854.00000
0006	0009	634.46009	168.00000
0006	0010	461.40290	281.00000
0006	0011	329.84714	765.00000
0006	0012	517.78040	518.00000
0007	0001	650.39094	615.00000

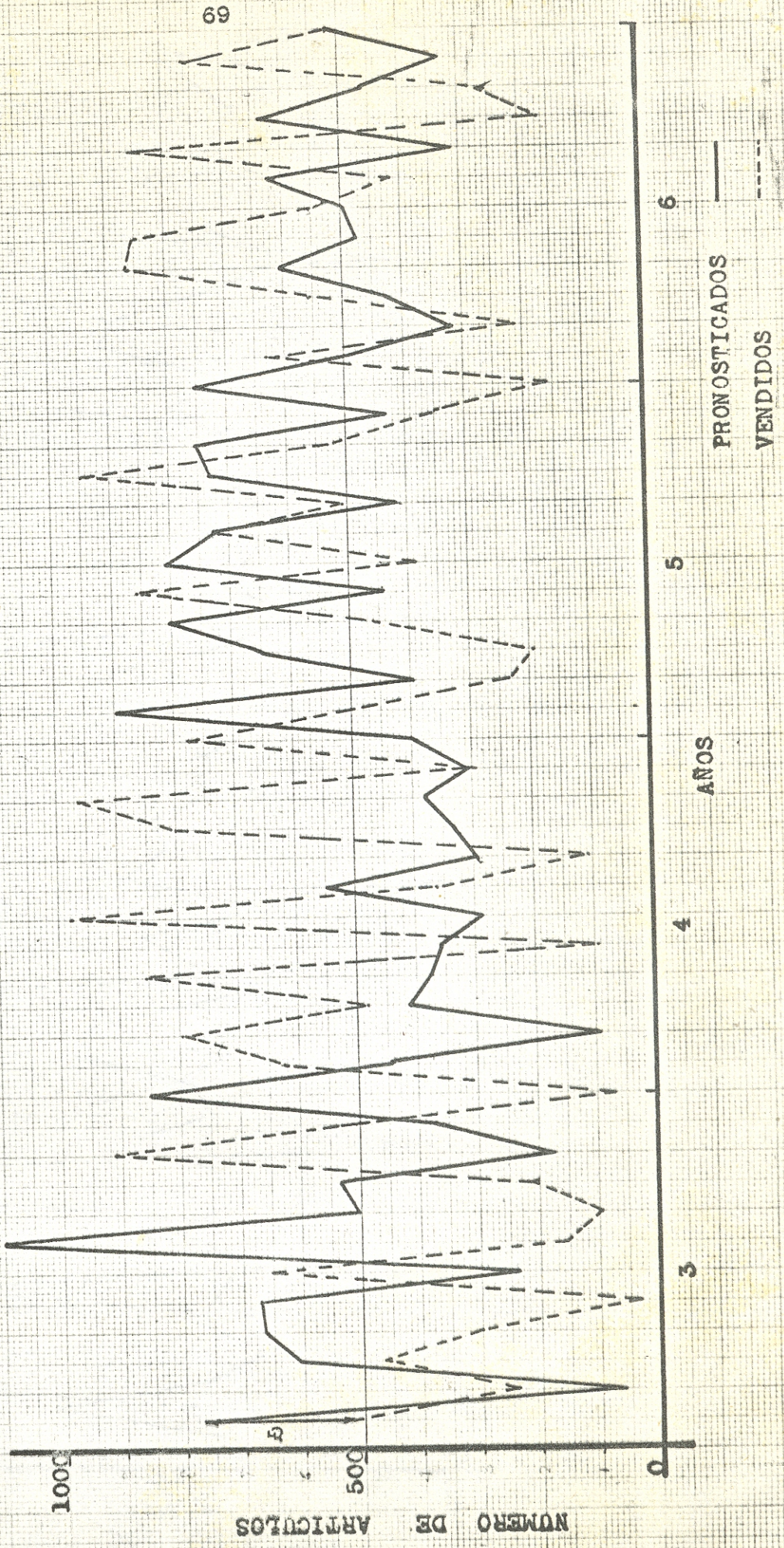
0007	0002	342.03526	684.00000
0007	0003	600.79516	7.0000000
0007	0004	700.61021	303.00000
0007	0005	576.80891	828.00000
0007	0006	618.08773	162.00000
0007	0007	657.14097	809.00000
0007	0008	543.23154	868.00000
0007	0009	637.90120	237.00000
0007	0010	606.83924	20.0000000
0007	0011	480.07090	972.00000
0007	0012	602.64496	356.00000
0008	0001	566.89152	526.00000
0008	0002	349.99486	631.00000
0008	0003	405.32245	219.00000
0008	0004	625.31426	149.00000
0008	0005	572.31543	821.00000
0008	0006	479.29714	714.00000
0008	0007	695.79258	139.00000
0008	0008	451.15688	995.00000
0008	0009	517.56768	923.00000
0008	0010	501.44382	984.00000
0008	0011	600.58772	683.00000
0008	0012	464.94697	159.00000
0009	0001	665.40008	466.00000
0009	0002	460.57214	219.00000
0009	0003	425.94311	116.00000
0009	0004	630.09394	310.00000
0009	0005	744.78135	967.00000
0009	0006	612.36507	653.00000
0009	0007	662.54342	625.00000
0009	0008	716.89357	946.00000
0009	0009	649.83699	522.00000
0009	0010	568.63307	878.00000
0009	0011	614.92075	735.00000
0009	0012	522.09940	257.00000
0010	0001	615.87513	186.00000
0010	0002	398.61759	863.00000
0010	0003	430.63188	428.00000
0010	0004	601.39293	169.00000
0010	0005	719.28580	884.00000
0010	0006	579.40772	253.00000
0010	0007	602.39077	36.0000000
0010	0008	623.28365	652.00000
0010	0009	589.14931	590.00000
0010	0010	625.07024	152.00000
0010	0011	551.30922	819.00000
0010	0012	474.96040	484.00000

376.59166 --- DESVIACION STANDARD MENSUAL

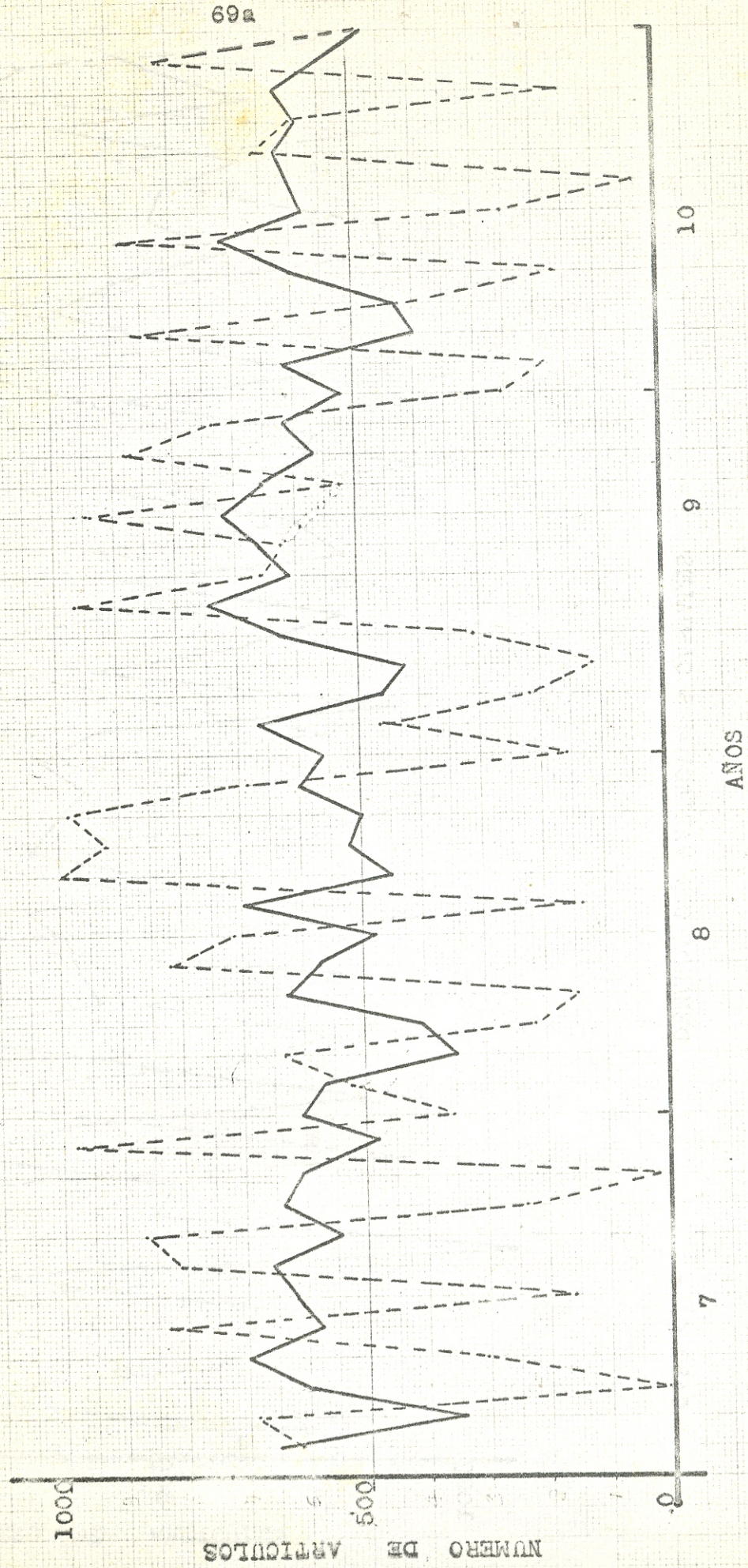
END

DEMANDA CON VARIACIONES CASUALES

CASO 4).-



CONTINUACION CASO 4)



CONCLUSIONES

y

RECOMENDACIONES

I) De Orden General:

- 1) Es necesario en cualquier empresa, hacer los pronósticos de ventas futuras de una forma técnica y metódica.

El método que se sigue dependerá de la longitud de registros anteriores que se tengan. Si se cuenta con pocos o con ninguno, se debe usar un método general, como el de los números Índices; si se tienen bastantes se puede usar el de los Promedios Móviles o el de los Promedios Móviles Ponderados Exponencialmente.

La selección del método a usar depende también del tiempo que se disponga y de los medios al alcance de la empresa para usar uno elaborado u otro menos satisfactorio; depende del tipo de industria, de las características propias de la respectiva curvas de demanda y del grado de exactitud y alcance requeridos.

- 2) El criterio de la confiabilidad con que se deben manejar las predicciones de ventas es de especial importancia.

Los pronósticos, cualquiera sea el método que se usa para calcularlos, dan tan solo una idea aproximada de las ventas que se tendrán. Siempre existe una divergencia, que en cierto tipo de empresas puede llegar hasta el 50%, con las ventas reales que se llevarán a cabo. Se recomienda en base a ello, que los programas que se hagan en base a los pronósticos tengan cierta "flexibilidad", previendo las divergencias que se pueden tener.

- 3) Es saludable, en vista de lo expuesto en la recomendación anterior, el llevar un control metódico de las divergencias entre lo pronosticado y lo que realmente se vendió en una empresa en particular. Me parece una buena idea el usar Gráficas de Control, al igual que las que se usan en Control de Calidad, para sistematizar el control de las predicciones y así detectar solo los casos que ameritan un estudio detenido, debido a la magnitud del error que se tuvo.
- 4) Debido al personal y a los medios de trabajo con que se cuenta en la actualidad en nuestras empresas nacionales, el método más conveniente a usar en la generalidad de los casos para predecir ventas es el Método de Promedios Móviles. Ello se debe, como se expuso en el segundo capítulo, a lo completo que es pues abarca casi todas las características de la curva de demanda, menos las variaciones casuales y sin embargo su proceso de cálculo aunque un tanto laborioso es sencillo y lo puede hacer cualquier empleado sin necesidad de mayores elucubraciones.

Si se cuenta con un sistema de Procesamiento de Datos, es factible y bastante fácil eleborar allí éstas proyecciones, según pudo comprobar al trabajar los casos analizados en el capítulo 3 con una computadora I.B.M. 1620.-

III] Conclusiones en Base a los Cuatro Casos que se desarrollaron con el Método de Promedios Móviles;

- 1) El primer caso fue el de una curva de demanda con tendencia lineal. Se usó una tendencia fuerte, con incrementos de 36% sobre las ventas iniciales base. Según se puede desprender de la gráfica respectiva (ver Cap. 3), en los primeros meses del año siempre se predice mas de lo que se vende en la realidad; en los últimos se predice una cantidad menor que la que en la realidad se vende. Se tiende pues a un promedio anual. Se puede notar que en los primeros años se tienen errores en los pronósticos mensuales hasta del 13%, mientras que en los últimos años, el error máximo en pronósticos mensuales es sólo del 4%. El promedio anual también se mejora en los últimos años.

La desviación standard del error mensual es de 11.86, la cual se considera como pequeña.

- 2) El segundo caso analizado consiste en una curva de demanda con tendencia cíclica. El ciclo completo es de 30 años. Del gráfico respectivo se deduce que hasta el 5º año no hay ningún problema y el Método se comporta de una manera similar al caso anterior (pues se tiene una tendencia casi rectilínea). Desde el 6º año, la tendencia que llevaban las ventas comienza a declinar, cambiando de curvatura ostensiblemente y de tendencia positiva se convierte a negativa del 9º año en adelante. El Método de Promedios Móviles se retarda un tanto para reflejar este suceso debido a que la tendencia cambia muy rápido año con año, mientras que el Método usa siempre la de un año más atrás.

Se cometieron en esa transición errores de pronóstico anual hasta de 17.5%. Por tanto se recomienda que cuando se prevea que va a suceder un cambio tan fuerte de pendiente en la curva de las ventas, se afecte al pronóstico anual de un coeficiente para adaptarlo y así evitar errores fuertes. En este caso concreto, para los años 8º, 9º, y 10º se adoptaría un coeficiente de 0.80.

La desviación standard mensual es de 9.61, la cual se considera como pequeña.

- 3) El tercer caso procesado es el de demanda con variaciones estacionales sin tendencia alguna.

En este caso es donde mejor se comporta el Método. El pronóstico prácticamente es igual a las ventas reales y se ajusta a las variaciones mensuales de una forma perfecta debido al uso del coeficiente de variación estacional.

La desviación standard del error mensual es de 0.00177 o sea que prácticamente es 0.

- 4) El último caso analizado es el de curvas de demanda con fuertes variaciones casuales al azahar.

En este caso, el Método en los primeros 5 años se descontrola un tanto, dando errores en pronósticos mensuales hasta de 600% y en pronosticos anuales hasta de 70%. Ello se debe a que trata de seguir las variaciones con una amplitud tan grande como la que tienen éstas.

En los últimos 5 años, principalmente del año 7º en adelante, el método se limita a seguir las variaciones pero únicamente dentro de un rango de variación limitado, oscilando con una amplitud mucho mas pequeña que las oscilaciones de las ventas reales, apegándose a un valor promedio. Con ello se producen errores máximos mensuales un poco menores que en los primeros meses pero el error de el pronóstico anual baja a solo el 31% o sea a la mitad.

La desviación standard mensual es de 376.59, la cual se considera un tanto fuerte.

- 5) Como conclusión final podemos afirmar que el Método de Promedios Mviles se comporta perfectamente para casos con variaciones estacionales bien definidas. Para casos con tendencia y con variaciones cíclicas se comporta bien, pero los pronósticos mensuales que da, tienden mas que todo a representar un promedio anual; debe tenerse un cuiddado especial en los cambios de tendencia pues el Método se tarda en ajustarse a ellos, siendo aconsejable forzarlo un tanto usando coeficientes obtenidos de la experiencia. Por último, el Método si no es muy aplicable para csos en que se tienen mes a mes variciones casuales bastante fuertes y continuas, pero el Método lo que hace luego de cierto tiempo de descontrol es apegar-se a un valor promedio, siendo útil solo para predicciones anuales pues para las mensuales se obtienen errores sumamente fuertes.

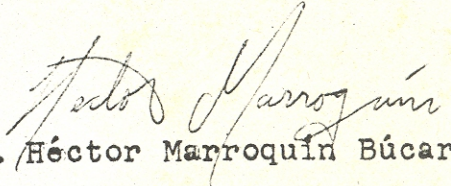
Para los casos que generalmente se presentan en la práctica, en donde se entremezclan los cuatro factores de la demanda antes analizados por separado, el Método de Promedios Móviles se puede aplicar con éxito, siempre que las variaciones casuales no sean muy fuertes ni se repitan constantemente.

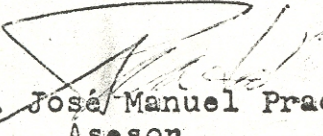
BIBLIOGRAFIA

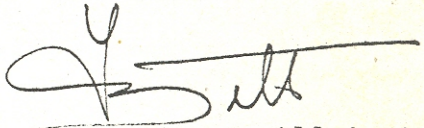
- 1) Production Planing and Inventory Control.
John F. Magee
Mc Graw Hill Co. NY.- 1958.-
- 2) Elements of Production, Planning, and Control.
Samuel Eilon
The Mc Millan Co. 1962.-
- 3) Control de la Producción
Franklin G. Moore
Mc.Graw Hill - 1965
- 4) Control de la Producción
James H. Greene
Editorial Diana- México - 1968
- 5) Administración y Dirección Técnica de la Producción
Elwood S. Buffa
Limusa - Wiley - México - 1965
- 6) Applied General Statistics
F. Croxton, D. Cowden, S. Klein
Prentice- Hall of India - N. Delhi - 1969
- 7) Statistics
Murray Spiegel
Schaum Publishing Co. - N.Y. - 1961

- 8) Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages
Peter R. Winters
Management Science, Vol. VI, N°3. April - 1960.-
- 9) The Art of Simulation.
R. Tocher
- 10) Copias de Clase de Ingeniería Industrial
Ing. José Manuel Prado
Curso 1970, Guatemala.
- 11) Copias de Clase de Ingeniería Industrial.
Ing. Ricardo Alvarado.
Curso 1970, Guatemala.

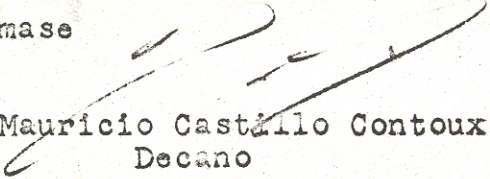
BIBLIOTECA CENTRAL-UNAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO


Ing. Héctor Marroquín Búcaro


Ing. José Manuel Prado
Asesor


Ing. Francisco Billeb Vela
Director de la Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial

Imprimase


Ing. Mauricio Castillo Contoux
Decano