

31  
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“CUAUTITLAN”

SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE LA  
PRODUCCION E INVENTARIOS PARA LA  
INDUSTRIA DE AUTOPARTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

GABRIEL ALEJANDRO MORALES AVILA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## I N D I C E

	Págs.
Prólogo .....	1
Introducción .....	5
Capítulo I Panorama General de la Industria Automotriz .....	7
Capítulo II Antecedentes Históricos y Situación Actual de la Industria Automotriz en México .....	29
Capítulo III Medición y Predicción del Mercado .....	50
Capítulo IV Conceptos de Planeación y Control de la Produc- ción e Inventarios en la Industria de Auto- partes .....	87
Capítulo V Metodología para la Planeación y Control de la producción e In- ventarios en la Indus- tria de Autopartes .....	164
Capítulo VI Políticas de Compra, Conclusiones y Biblio- grafía .....	197

## P R O L O G O

En la historia del hombre, este ha dedicado gran parte de su tiempo e ingenio en crear dispositivos que le permitan transformar los fenómenos y recursos naturales en elementos más útiles; así pudo transformar la energía latente de los combustibles en trabajo mecánico, el molino de viento, le permitió aprovechar la energía del aire en trabajo útil, etc. Desde los primeros tiempos cuando empezaron a surgir las especializaciones en el trabajo, surgió la especialidad de los hombres dedicados a crear los dispositivos y estructuras que la sociedad requería.

Estos ingenieros fueron los predecesores del ingeniero de los tiempos modernos, teniendo en cuenta que la diferencia más significativa entre el ingeniero clásico y el moderno, es que el primero diseñaba basado en las experiencias acumuladas, en el sentido común, la experimentación y la inventiva, por lo que en muchas ocasiones, sabía que hacer, pero no entendía la teoría en que se basaban sus decisiones, mientras que el ingeniero moderno basa todas sus decisiones en el conocimiento de las leyes de la naturaleza.

Debido a que durante muchos siglos la ingeniería permaneció acumulando conocimientos y aún recientemente se desconocía la naturaleza básica y el comportamiento del mundo físico, el ingeniero clásico se encontraba muy limitado para la realización de sus acti-

ponibles de manera que provoquen un incremento en la productividad del país, concepto que actualmente es considerado como generador de la superación deseada en todos los ámbitos de la nación. Por lo que es conveniente recordar que el incremento de la producti vidad se obtiene del mejor aprovechamiento de los recursos materiales, humanos y de equipo, desarrollando esta actividad de manera general en todas y ca da una de las áreas de la empresa.

Otro de los problemas de baja productividad es debido al alto capital invertido en inventarios, por lo que actualmente las compañías han tomado medidas para trabajar con el mínimo de existencias requeridas, encontrándose que hay poca información técnica-matemática para el cálculo de los pedidos de material, ya sea materia prima, semiacabado o componentes para ensamblable, lo que ocasiona pedidos excesivos de material y poco control del tiempo en el que llegarán.

Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo fundamental proponer una metodología que considere las posibles alternativas que auxilien a los empresarios, funcionarios y empleados, relacionados con la planeación y el control de la producción y los inventa rios en la industria de autopartes, y encontrar mejores soluciones a los problemas que presenta el desarrollo de dichas funciones en la operación de las em-

## P R O L O G O

En la historia del hombre, este ha dedicado gran parte de su tiempo e ingenio en crear dispositivos que le permitan transformar los fenómenos y recursos naturales en elementos más útiles; así pudo transformar la energía latente de los combustibles en trabajo mecánico, el molino de viento, le permitió aprovechar la energía del aire en trabajo útil, etc. Desde los primeros tiempos cuando empezaron a surgir las especializaciones en el trabajo, surgió la especialidad de los hombres dedicados a crear los dispositivos y estructuras que la sociedad requería.

Estos ingenieros fueron los predecesores del ingeniero de los tiempos modernos, teniendo en cuenta que la diferencia más significativa entre el ingeniero clásico y el moderno, es que el primero diseñaba basado en las experiencias acumuladas, en el sentido común, la experimentación y la inventiva, por lo que en muchas ocasiones, sabía que hacer, pero no entendía la teoría en que se basaban sus decisiones, mientras que el ingeniero moderno basa todas sus decisiones en el conocimiento de las leyes de la naturaleza.

Debido a que durante muchos siglos la ingeniería permaneció acumulando conocimientos y aún recientemente se desconocía la naturaleza básica y el comportamiento del mundo físico, el ingeniero clásico se encontraba muy limitado para la realización de sus acti-

vidades.

Actualmente, es totalmente diferente ya que en los dos últimos siglos el conocimiento científico se ha desarrollado de tal forma que toda la información acumulada acerca de la estructura de la materia, Fenómenos electromagnéticos, los elementos y sus relaciones, las leyes del movimiento, los procesos para transferir energía y muchos otros aspectos del mundo científico ha mejorado considerablemente. Aún cuando en nuestros tiempos la ingeniería se enfrenta a problemas muy similares a los ocurridos en el pasado, la aplicación de la ciencia a la solución de ellos ha llegado a ser tan amplia que se puede considerar como una característica notable del ingeniero moderno. Sin olvidar que la inventiva y los conocimientos empíricos siguen siendo básicos en la solución de problemas ingenieriles.

Económicamente es de suma importancia la función que ha desarrollado la ingeniería mediante las mejoras en los métodos de producción y distribución, ya que esto ha permitido la reducción de precios, así como una mayor distribución de muchos artículos.

Dada la situación económica en la cual se encuentra actualmente México, se ha convertido en una necesidad utilizar de una forma más eficiente los recursos dis-

ponibles de manera que provoquen un incremento en la productividad del país, concepto que actualmente es considerado como generador de la superación deseada en todos los ambitos de la nación. Por lo que es conveniente recordar que el incremento de la productividad se obtiene del mejor aprovechamiento de los recursos materiales, humanos y de equipo, desarrollando esta actividad de manera general en todas y cada una de las áreas de la empresa.

Otro de los problemas de baja productividad es debido al alto capital invertido en inventarios, por lo que actualmente las compañías han tomado medidas para trabajar con el mínimo de existencias requeridas, encontrándose que hay poca información técnica-matemática para el cálculo de los pedidos de material, ya sea materia prima, semiacabado o componentes para ensamble, lo que ocasiona pedidos excesivos de material y poco control del tiempo en el que llegarán.

Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo fundamental proponer una metodología que considere las posibles alternativas que auxiliien a los empresarios, funcionarios y empleados, relacionados con la planeación y el control de la producción y los inventarios en la industria de autopartes, y encontrar mejores soluciones a los problemas que presenta el desarrollo de dichas funciones en la operación de las em-



presas de esta rama industrial.

Por todos estos motivos desarrollamos el presente trabajo, buscando un lenguaje sencillo con objeto de que pueda ser comprendido y aplicado por los diferentes niveles jerárquicos de las compañías manufactureras, siendo el objetivo principal, que el método propuesto sea aplicable a toda la industria de transformación, teniendo siempre presente que los planes deben estar bien soportados con bases firmes que permitan realizarlos, ya que este es un proceso que debe ser constantemente revisado con el fin de ir ajustando lo planeado con lo realizado.

A t e n t a m e n t e ,

I.I.Q. Eduardo Salas Cordova

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

Para el planteamiento de las soluciones el sistema de planeación y control de la producción e inventarios el trabajo se divide de la siguiente manera.

En el capítulo I se da un panorama general de los antecedentes históricos de la industria automotriz mundial, y su evolución hasta la época moderna planteando lo que es Industria Terminal y de Autopartes.

En el capítulo II se muestra como nace la industria automotriz en México y los aspectos legales que rigen el desarrollo de las plantas terminales y de autopartes.

En el capítulo III se da una visión de las diferentes formas de medir y predecir el potencial de un mercado, obteniéndolo desde una fórmula empírica hasta un procedimiento matemático.

En el capítulo IV se establecen los principales conceptos de planeación y control de la producción e inventarios.

En el capítulo V se muestra la metodología para la planeación y control de la producción e inventarios dando a conocer métodos teóricos aplicados a problemas concretos.

En el capítulo VI se mencionan los factores que como mínimo deben considerarse para poder establecer una política adecuada de compras y las conclusiones que pueden resultar después del análisis de todo lo mencionado.

C A P I T U L O

I

PANORAMA GENERAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

## Viajando sobre Ruedas de Aire

### Historia del Automóvil

Unos pocos años antes de la Primera Guerra Mundial, apenas había en el mundo suficientes automóviles para formar una caravana. Tanto los niños como los adultos se sentían impresionados con ver uno solo de aquellos monstruos, que avanzaban por los caminos a velocidades de vértigo - 30 kms. por hora - sin que aparentemente nada los impulsara, como si estuvieran movidos por el propio Satanás.

En realidad, los primeros eran locomotoras que se hacían correr por un camino común, en vez de sobre rieles. Un francés llamado Cugnot lanzó uno de estos vehículos por las calles de París, en 1770. Podía recorrer cuatro kilómetros en una hora, con un poco de suerte, descontando una parada para juntar vapor. En 1802, Ricardo Trevithick, llevó a su primo, desde Cornualles hasta Londres, en un "vagón de caminos", movido por el vapor. En 1827, cuando ya el ferrocarril había estado corriendo entre Stockton y Darlington, durante dos años, existió un servicio regular de pasajeros en algunos de los caminos que rodeaban a Londres.

Los autobuses de vapor de esa línea fueron unos vehículos muy extraños. Su capacidad era de seis pasajeros y otros quince podían colgarse a su alrededor. Al-

gunos se sentaban sobre la parte trasera, encima de la caldera de vapor y el horno. Este tipo de carro de vapor alcanzaba de 15 a 30 kms. por hora. El inventor se llamaba Goldsworthy Gurney. En aquellos tiempos había mucha gente que detestaba las máquinas, porque, a menudo, dejaban obreros sin trabajo. En cierta ocasión, cuando Gurney viajaba en un carro humeante entre Londres y Beth, la enfurecida multitud de una aldea próxima se lanzó sobre la aborrecida máquina y la apedreó, lastimando al conductor. Pero, desde luego, las multitudes no pueden impedir que se inventen y usen las máquinas. Poco faltó, sin embargo, para que la ley detuviera durante algún tiempo la marcha de la máquina de Gurney, por lo menos en Inglaterra. Aquellos grandes y pesados vehículos, que debían llevar tanta agua o combustible y corrían sobre enormes ruedas de metal, dañaban tanto los caminos como los más grandes camiones de la actualidad. Además, como las líneas de autobuses restaban pasajeros a los ferrocarriles y a los coches de caballos, tenían muchos enemigos. La mayoría de los coches automóviles de pasajeros pronto fueron alejados de los caminos, por pesados impuestos de peaje. Luego, en 1865, aprobaron una "Ley de Bandera Roja": esos automóviles debían tener por lo menos tres maquinistas, no podrían lanzar vapor en el camino y debían ser precedidos por un hombre que caminara a pie, con una bandera roja o linterna de advertencia. Esto bastaba para descorazonar a cualquier inventor británico. Pero, aunque esas

leyes, trabaron el desarrollo de los primitivos automóviles en Inglaterra durante unos treinta años, los inventores desplegaban gran actividad en otros países. Nada semejante al veloz y confortable automóvil moderno había aparecido aún. Pero en 1885-86, Goltlieb Daimler, alemán, inventó el motor de combustión interna. Este nombre significa, en realidad, un motor que funciona con una serie de explosiones, ó para expresarlo con un lenguaje más científico, que transforma la energía química en mecánica. Lo que mueve el automóvil es la energía mecánica. La cantidad de gasolina necesaria es insignificante, comparada con la cantidad de agua y combustible que debe llevar por todas partes un motor de vapor.

Dos emprendedores franceses, Panhard y Levassor, compraron los derechos franceses al motor Daimler y empezaron a fabricar automóviles. Cualquiera se sentiría inclinado a la risa ante aquellos primitivos automóviles de gasolina. Pero fueron los antepasados de todos los eficientes automóviles modernos. En realidad, la gente que veía las nuevas máquinas que daban vueltas por París hacia 1890 se daba cuenta de que eran maravillosas: "Es algo insólito", escribía un corresponsal de un periódico londinense, en 1895 "encontrar en un día de verano un pequeño vehículo abierto, que avanza sin que lo mueva nada que esté a la vista, sobre unas silenciosas ruedas revestidas de caucho, ó jadeando una advertencia desde una caja cuadrada que

lleva delante. Verlo pasar a una velocidad de carrera - algunas de esas máquinas pueden marchar a razón de 32 kms. por hora - es algo que lo deja a uno sin aliento".

En esa época, poco más ó menos (1896), Inglaterra derogó, por fin, su ley de la bandera roja, y empezó a trabajar en el perfeccionamiento del nuevo vehículo. En Estados Unidos, asimismo, se interesaron por él y se hicieron experimentos. Se construyeron coches que avanzaban con vapor, con electricidad y con gasolina - "Petróleo", dicen los ingleses -; pero el de gasolina parecía el mejor. Los hermanos Duryea fueron los primeros norteamericanos que fabricaron un automóvil de gasolina que realmente avanzaba con rapidez. En 1896, sólo había en Estados Unidos cuatro de estos automóviles: el de los Duryea, el que había hecho un alemán llamado Benz, otro de un norteamericano llamado Haynes y un extraño mecanismo manejado por Henry Ford. Este último suscitaba tanto interés, que su dueño tenía que encadenarlo a un árbol al apearse, por temor a que ya no estuviese cuando quisiera volver a usarlo.

Durante bastante tiempo, nadie pareció comprender que aquellos "Coches sin caballos" estaban destinados a ser algo más que unos extraños juguetes. Los mejores se hacían en Europa, costaban una suma equivalente a unos 5,000 dólares, y no se podía conseguir ni aún el más barato por menos de 1000. Además, uno nunca po



día decir si marcharían realmente o no. Los conductores de coches tirados por caballos lanzaban un grito de alegría y fustigaban a sus animales, cuando dejaban atrás en la carretera a un automóvil parado por un desperfecto, mientras su dueño se arrastraba debajo de él, tratando de reparar la avería en las entrañas del mecanismo. Estas primeras experiencias con los automóviles lanzaron a la popularidad una canción titulada "Parta y tendrá que meterse debajo". Hacia 1910, los automóviles empezaron a ofrecer cierta garantía de seguridad mecánica, y la gente comenzó a comprarlos en gran número. En ese año se fabricaron más de 180,000 automóviles en Estados Unidos.

#### Un Automóvil cada 3 personas

Alguien dijo que Henry Ford "puso a la multitud en automóvil". Ciertamente, Ford tuvo mucho que ver con el asombroso número de automóviles que empezaron a correr por las carreteras de Estados Unidos. Habían llegado a la conclusión de que "el automóvil del futuro debía ser el automóvil del pueblo" y procedió a hacer vehículos cada vez más baratos, para poder vender un número cada vez mayor. En 1909, lanzó los primeros automóviles modelo "T". Siguió otros modelos baratos y muchas clases menos baratas...hasta llegar a los lujosísimos y confortables vehículos modernos. En la década 1920-30, el número de automóviles fabricados en Estados Unidos alcanzó cifras de millo-

nes. Ahora hay en Estados Unidos un automóvil por cada tres personas, y se producen más de 7 millones de vehículos al año.

### Una Industria Gigantesca

Como al hombre moderno le gusta - y necesita - tanto viajar sobre cuatro ruedas con la ayuda de un poco de gasolina, a los fabricantes les conviene a todas luces hacer el mayor número posible de automóviles, con el menor esfuerzo y gasto posible. Por eso se han creado fábricas tan vastas y complejas que parecen grandes ciudades mecánicas. Al visitarlas se ve al automóvil en todas las etapas de construcción, desde los pernos sueltos, hasta toda la estructura reluciente y orgullosa. Miles de obreros contribuyeron a construirlo y cada uno agregó veloz y eficientemente una pieza, mientras el vehículo en construcción pasaba a su lado sobre la línea de montaje.

Por lo general, las piezas se ensamblan por separado y luego se reúnen. La fábrica se instala en tal forma, que las piezas pierdan el menor tiempo posible en su viaje, y empiecen a unirse cuando el automóvil se está haciendo. A veces, las líneas de montaje miden más de un kilómetro.

Algunas de las grandes fábricas hacen casi todo lo que necesitan para el automóvil: desde vaciados de es

taño y aluminio, estampados de metal, laminado y vidrio, hasta las herramientas usadas por los obreros. Esas fábricas tienen sus propios camiones para transportar accesorios y automóviles acabados, o su propia estación, si usa el ferrocarril. Suelen tener vastas extensiones de terreno dedicadas a pistas de carrera, o colinas de hormigón para probar sus automóviles. Es casi seguro que tendrán su cuerpo de investigadores - quizá varios miles de personas - para obtener nuevos inventos destinados a acrecentar la seguridad, velocidad y comodidad, o para vigilar las condiciones del mercado. Los Estados Unidos han producido el 80% aproximadamente de todos los automóviles que se fabricaron en el mundo. Pero su producción crece poco ahora, mientras que el resto del mundo aumenta cada año más su capacidad; y en la actualidad, se fabrica en la república del norte menos de la mitad de la producción mundial.

### El Automóvil Moderno

Los automóviles lanzados por esas grandes fábricas son, a menudo, un placer para la vista, así como, una comodidad para el hombre moderno. El diseño de sus líneas hace los interiores confortables y los exteriores graciosos, elegantes y poco resistentes al aire. Durante mucho tiempo, los diseñadores intentaron, ingenuamente, lograr que un automóvil se pareciera a un coche; pero un automóvil no es un coche, y al tratar

de asemejarlo a éste sólo consiguieron que pareciera torpe y pesado. Por eso, los automóviles se hicieron cada vez más largos, bajos y sencillos, para aprovechar la velocidad y la potencia. Los fabricantes comprendieron que la seguridad era tan importante como la velocidad, de modo que inventaron las carrocerías de acero, los frenos poderosos y el cristal irrompible. Y, para aumentar la comodidad, los ingenieros proveyeron a los automóviles de mecanismos automáticos de cambio, y de volantes que usan la fuerza hidráulica, para hacer el trabajo que antaño había dependido del músculo.

### El Automóvil en el Comercio

Se ha estado hablando del automóvil usual, destinado a llevar de dos a ocho personas y, por lo general, de uso particular. Como puede verse echando una simple mirada al torrente del tránsito, hay muchas otras clases de automóviles: el autobús, que no sólo es un vehículo urbano, sino que suele viajar de una ciudad a otra; el camión, pesado o liviano; el automóvil blindado, es decir, hecho de acero a prueba de balas, para transportar grandes sumas de dinero. Los propios automóviles comunes forman una familia numerosa: una gran variedad de sedanes, cupés, convertibles, camionetas, etcétera.

### La Inquietante era de los Automóviles

Así, por todas partes, se les ve desfilar en abigarrada y pintoresca procesión. Es difícil conocer qué habría sido el mundo sin ellos. Han permitido al agricultor, después de la faena, dar una escapada a la ciudad, para proveerse de comestibles. Además, han complicado el tránsito en las ciudades y aún en los pueblos y ahora suele ser peligroso cruzar una carretera, hasta en pleno campo. Han permitido también a muchas personas recorrer su propio país y conocerlo. En esa forma, el automóvil no sólo ha sido utilísimo para el transporte de las personas y de sus cargas, sino que, además, ha facilitado el acercamiento y comprensión entre los hombres.

### La Importancia de las Autopartes en el Mundo

Se habla mucho del "automóvil mundial"; sin embargo, existe mayor interés hacia los componentes que se fabrican en todo el mundo. Las importaciones de componentes que realizan las compañías estadounidenses están aumentando en forma dramática. De hecho, es más fácil comprar en los Estados Unidos un auto que sólo ha sido ensamblado en Norteamérica, que uno fabricado completamente con partes hechas en Norteamérica.

La Dodge es un ejemplo notable de esta nueva situación. Casi el 15 por ciento del modelo "Omni" y su gemelo "Plymouth Horizon" son fabricados en el extranjero. Además, sólo la decisión de Chrysler de comprar unos 300 mil motores de Volkswagen para sus autos provocó un dilema financiero para la compañía.

Todo forma parte de una tendencia en la industria mundial, en la cual grandes compañías industriales concentran más y más su atención en la alta tecnología, la investigación, el diseño y la fabricación, por lo que los países menos desarrollados empiezan a adquirir habilidades para producir manufacturas, incluyendo autopartes, que pueden hacerse tal vez mejor y a más bajo costo. Por ejemplo, Taiwan y Corea del Sur proveen todo lo referente a alambres de encendido y válvulas de absorción, en tanto que Brasil

fabrica motores completos para autos y camiones.

Al mismo tiempo, los proveedores japoneses de auto partes han tenido un crecimiento notable en los últimos 15 años, ya que el mercado se ha expandido en el propio país, así como en el extranjero. Actualmente, existen más de 400 compañías japonesas que se especializan en autopartes, herramienta, maquinaria y accesorios, muchas de las cuales pueden atribuir su éxito a una combinación de crecimiento en el mercado y el apoyo financiero de los principales fabricantes de automóviles del Japón o sea sus clientes.

Nissan Motors, tiene negocios con 150 proveedores de autopartes. Entre ellos existen aproximadamente 100 que venden componentes a Nissan, casi en forma exclusiva. Nissan tiene una participación financiera directa en otras 25 compañías proveedoras y es dueña de un tercio o más de sus acciones. Estos son el tipo de lazos financieros que unen a los proveedores con los fabricantes de automóviles en Japón. Y, esos son los tipos de lazos que podrían presentar una competencia formidable a los fabricantes estadounidenses y europeos de automóviles que compiten en un mercado donde los autos japoneses han alcanzado una posición muy importante.

Los japoneses nos enseñaron que los autos chicos son el impacto del futuro, aunque nos tomó tiempo a -

prender la lección. Nos han enseñado, también, que el mercado automotriz - incluyendo autopartes y automóviles - es mundial. Esa es una lección que muchos hemos aprendido y que otros tienen que descubrir todavía.

#### Proveedores Internacionales de Autopartes

Dada la habilidad y determinación de la competencia, todos los proveedores de autopartes tendrán que convertirse en más innovadores si se quiere tener una participación importante en los mercados del futuro. Se tendrá que sobrepasar el desarrollo de estrategias de compañías individuales y el refinamiento de fabricación y otros métodos.

Estas "compañías comerciales" tendrían oficinas en esos mercados y aconsejarían a sus miembros sobre las necesidades del mercado. Actuarían como vehículo para lograr la efectividad del precio, asimismo, como propaganda y otros servicios de mercadotecnia en áreas locales, y sus operaciones estarían apoyadas por inventarios estratégicamente situados, con el fin de asegurar la disponibilidad del producto que se mencionó anteriormente.



## Panorama de la Industria Mundial

Actualmente, la industria mundial de vehículos se encuentra en un periodo de incertidumbre económica. Mientras que las tendencias de crecimiento en México han sido las más fuertes en el mundo.

Este país aún con su importante programa de exportación debe considerar la crisis que afecta a la industria e impacta no sólo a las compañías industriales, sino también muy seriamente a muchos de sus gobiernos anfitriones.

Muchos han considerado a este periodo de incertidumbre como otra manifestación de los ciclos económicos que han ocurrido continuamente en la mayor parte del mundo en los últimos treinta años.

Este enfoque del ciclo es alentador, porque con el tiempo esos efectos desaparecerán, pero existen ciertas características que son diferentes en este periodo y que sugieren que los cambios estructurales básicos puedan seguir afectando a la economía y a la industria automotriz, en particular.

Primero, la severidad y duración de esta situación negativa promete ser la peor desde la depresión de los años treinta. Esto presiona fuertemente a la industria terminal y a sus proveedores y por tanto los próximos años pueden significar un cambio rápido

en las participaciones del mercado y en la relación entre la industria y los gobiernos.

Segundo, en este panorama negativo la tasa de inflación ha permanecido muy alta, aunque varía en diferentes partes del mundo.

Tercero, las tasas de interés no sólo permanecieron altas sino que han seguido aumentando. La industria automotriz es altamente sensible a este fenómeno.

Finalmente, esta situación negativa ha afectado a la industria en un periodo de cambios tecnológicos sin precedentes. Otros conferencistas y otras fuentes han explicado estos cambios tecnológicos.

### Internacionalización de la Industria

La tendencia internacional está multiplicando el cambio en la industria y tendrá efectos profundos sobre la misma, así como en las relaciones gubernamentales y en las relaciones de proveedores de autopartes e industria terminal. Los cambios de la industria tendrán un impacto dramático en los reglamentos gubernamentales y en la concentración industrial.

La Tendencia Internacional: son dos causas las principales:

En primer lugar, la tremenda presión competitiva que los fabricantes japoneses de automóviles están ejerciendo sobre el resto de los fabricantes en el mundo. Esa amenaza japonesa es muy conocida. La industria japonesa ha experimentado una tasa de crecimiento del 79 por ciento de 1971 a 1980, mientras que la producción de vehículos en el mundo libre ha crecido menos del uno por ciento anual. Hoy en día, Japón es el fabricante más grande en el mundo y exporta el 57.8 por ciento de su producción. Las características de costo y calidad de los vehículos japoneses ha forzado al resto del mundo a buscar métodos y nuevas fuentes de abastecimiento, abandonando rápidamente actitudes anteriores. Las fuentes internacionales han sido una de las primeras respuestas al reto japonés.

La segunda causa han sido las oportunidades de escala, presentadas por la reducida variedad de diseño.

A medida que los vehículos y camiones se han reducido en tamaño, esta exitosa fórmula de diseño ha llegado a ser cada vez más estable dentro de las fronteras nacionales y aún entre fabricantes de vehículos. Creemos que la sobrevivencia de los modelos de gran volumen de los fabricantes existentes será a través de vehículos mundiales con componentes similares en cualquier parte que se produzcan. Aún más significativo para los fabricantes de autopartes es que muchos componentes se tendrán que parecer cada vez más entre los distintos fabricantes de autos. Esta semejanza en el diseño de componentes permite economías de escala que exigen volúmenes más allá del alcance de muchos mercados nacionales. La escala mínima de eficiencia ha aumentado y obligado a los fabricantes de componentes a buscar métodos internacionales para poder sobrevivir.

¿ Cuál ha sido el impacto de esta internacionalización ?

Compañías como la TRW con una importancia mundial reconocida como un proveedor diversificado de componentes, se ha convertido tanto en una amenaza como en una oportunidad. Debemos usar esa capacidad mundial en una forma altamente controlada para tomar ventaja de nuevas oportunidades con un mínimo de obsolescencia de las fuertes inversiones realizadas. Para las cada vez menos numerosas compañías nacionales, la tendencia internacional presenta nuevas complejidades y

nuevos retos competitivos. Todos los elementos de la industria deben mantenerse con un concepto mundial.

Esto involucra la evolución de todo un nuevo concepto administrativo, principios y responsabilidades. Eso incluye la evolución de un nuevo conjunto de relaciones entre industrias de autopartes, industrias terminales y gobiernos. El rápido crecimiento del carácter internacional en la industria automotriz implica multiplicar el impacto del rápido cambio tecnológico y la proporción de todo este cambio agrega tensión en una situación mundial negativa a los participantes de la industria. El nivel de esta tensión total es algo serio para muchas compañías en la industria mundial.

### La Contribución de los Fabricantes de Autopartes

¿Cuál es ese papel y como pueden contribuir los fabricantes de autopartes a ganar su lugar en este cambiante y sofisticado comercio internacional ? Y, aún más importante ¿ que implicaciones tiene ese papel en la relación entre los fabricantes de componentes y los fabricantes de vehículos ?

Históricamente, un papel importante de los fabricantes de componentes ha sido la innovación e introducción de nueva tecnología. Los fabricantes de componentes muchas veces han estado en el extremo princi

pal de nuevos productos, nuevos materiales y nuevos métodos de producción.

Una de las áreas más prometedoras en la innovación del producto es la aplicación de la electrónica a los automóviles. En los productos existentes se ha tratado de tener un flujo continuo de mejoras en la fabricación. Las áreas atractivas para el futuro en la innovación de materiales son los materiales compuestos y cerámicas de alta temperatura.

Un segundo papel tradicional que desempeña el fabricante de componentes es como fuente de capital. Es este papel puede ser muy importante ahora. Muchos fabricantes de vehículos tienen grandes exigencias de inversión, forzados por los cambios tecnológicos en la industria. Solo los fabricantes pueden y deben hacer estas inversiones en los diseños de vehículos. Los proveedores de componentes deben asumir los requerimientos de capital del desarrollo y producción de nuevas versiones de componentes tradicionales y una gama total de nuevos componentes. Muchos fabricantes de vehículos deben enfocar sus fuentes de capital solo en lo que puedan hacer. Los fabricantes de componentes tienen una oportunidad y responsabilidad mayor para contribuir donde tengan más experiencia. En este periodo de altas tasas de interés y escasez de capital, esto es una tarea esencial para los proveedores.

Otro papel importante de los fabricantes de componentes es contribuir a la eficiencia de la industria. La producción integrada de componentes no es necesariamente una producción de componentes a bajo costo. Los proveedores frecuentemente tienen flexibilidad en la localización y en los costos de mano de obra y eso no está fácilmente disponible entre los fabricantes de vehículos.

Mientras la escala de producción se ha incrementado y el diseño se ha desarrollado, la inversión de los fabricantes de componentes en equipo e instrumentos ha sido más grande y mucho más especializada. La ingeniería y la inversión para la automatización de la producción de escala mundial a costos competitivos es el mayor compromiso de los productores de componentes. Acuerdos entre los fabricantes de vehículos y fabricantes de componentes que provean algún nivel de protección a la inversión de los últimos pueden, frecuentemente, permitir a una empresa los mejores esfuerzos posibles para garantizar su abastecimiento de materia prima a costos reducidos.

Conforme las industrias terminales se enfrentan a un periodo de cambio acelerado en el diseño de vehículos, estos deben buscar proveedores capaces de tomar y mejorar la responsabilidad del diseño de componentes.

Una nueva forma de lograr esto será tomar decisio-

nes fundamentales al principio de la fase de diseño.

La aplicación de tecnología avanzada para apoyar las necesidades de especialización de la industria terminal significa mayores gastos. Conforme aumentan los costos del diseño del producto y de la ingeniería de fabricación para satisfacer nuevos niveles de seguridad y calidad, así como niveles más elevados de automatización, los fabricantes de componentes serán más reacios a realizar dada la incertidumbre del futuro. Desde un punto de vista industrial, existe mucha ingeniería duplicada entre productores de componentes y fabricantes de vehículos. Eventualmente, estos gastos se convierten en costo de producción. Es posible una producción importante del costo si se encuentran formas para hacer una selección de fuentes al principio de la fase del diseño, pero que también asegure a los fabricantes de los beneficios de una competencia vigorosa.

Conforme la escala de fabricación aumenta, los costos son aún más sensibles a los volúmenes de producción. La relación entre proveedor y fabricante se beneficiará por una mayor flexibilidad en los precios de componentes para reflejar las diferencias de costo del volumen real de producción que se logren. Los esquemas de precios basados en la cantidad deben recibir una aplicación más amplia para asegurar que haya beneficio de alto volumen. Las decisiones sobre el volu-



men de fabricación deben hacerse comprendiendo el total de las implicaciones del costo.

C A P I T U L O

I I

ANTECEDENTES HISTORICOS Y SITUACION ACTUAL DE

LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MEXICO

### Antecedentes Históricos

La industria en México en los últimos años, ha venido desarrollándose en forma dinámica, logrando penetrar en el mercado internacional capturando divisas que impulsan su desarrollo. En la actualidad los fenómenos socioeconómicos tanto nacionales como internacionales, han provocado una crisis, repercutiendo en todas las ramas industriales de las cuales forma parte importante la industria automotriz. Esta industria se ha consolidado como un pilar para lograr el desarrollo económico de México, al convertirse en importante fuente generadora de divisas, ingresos y ocupación, mediante el cumplimiento de las disposiciones gubernamentales que regulan su integración, por lo cual es cada vez más amplia la gama de productos y conjuntos mecánicos de fabricación nacional que se incorporan en los vehículos terminados y partes automotrices que se exportan.

De lo anterior se desprende la necesidad e importancia de hacer un análisis y proponer una metodología que proporcione la forma de planear, organizar, controlar los recursos y la capacidad productiva de dicha industria.

Que tenga a la vez la flexibilidad necesaria para su aplicación dadas las condiciones que presenta actualmente la industria automotriz.

El mercado automotriz mexicano actualmente se encuentra en un estado de transición, ya que en el pasado se desarrollaba en un mercado de vendedores, esto es mayor demanda que oferta, y ahora las condiciones han cambiado orientándose hacia un mercado de compradores; esta situación, mayor oferta que demanda, ha ocasionado que el mercado presente las siguientes características:

a) Fluctuación de la demanda. Presentando variaciones de difícil previsión con respecto a los pronósticos. Esto implica cada vez más avanzados que le permitan revisar constantemente la demanda del mercado y el cambio oportuno de sus programas de producción.

b) Competitividad mayor. De parte de las diversas marcas que concurren al mercado, significando esto que una pobre participación de algunas de las empresas es fácilmente sustituida por una solución más eficaz de otras.

c) Sofisticación. En la oferta de opciones y accesorios por parte de la competencia y los gastos de los consumidores. Esto representa que la venta de un vehículo dependa cada vez más de sus especificaciones técnicas de las opciones, accesorios y la calidad en el ensamblado del producto.

d) Desarrollo. De la industria horizontal; autopartes, refacciones, accesorios, etc.

## Panorama de la Industria Automotriz en México

La industria automotriz representa en nuestros días un papel importante en la economía de los países. En el caso particular de México, constituye una de las bases más robustas sobre las que descansa la estabilidad de la balanza monetaria. Es de hecho, un factor activo de su progreso económico y social. Siendo industria típica de integración, su cabal desenvolvimiento. Depende de muchas otras y sus repercusiones se expanden a manera de ondas concéntricas sobre muy diversos sectores de la vida nacional. Con posibilidades de convertirse en importante fuente generadora de divisas, ingresos y ocupación.

### Industria Terminal

Se trata de una industria relativamente reciente ya que en 1925 se instaló la primera planta ensambladora en México por parte de Ford Motor Company, más tarde, estos precursores fueron imitados por numerosos fabricantes del ramo automotriz entre los que hubo alemanes, franceses, norteamericanos y británicos; los que lograron un extraordinario desarrollo del mercado automotriz mexicano, especialmente después de la Segunda Guerra Mundial, con la presentación de una gran variedad de vehículos automotores extranjeros de todas marcas. Sería difícil precisar cuando llegó a México el primer automóvil, pues no obstante lo avan-

zado y perfeccionado de este invento, en la primera veintena del siglo actual, todavía predominaban los coches tirados por caballos en la República. De acuerdo con la publicación norteamericana Horseless Kge de agosto de 1897, Mobler & De Gress sorprendieron a los habitantes de la Ciudad de México al circular por las calles en un carruaje de motor fabricado por ellos. Según parece, en 1908 apareció la primera empresa que se dedicó a la importación y distribución de automóviles y así nos vamos acercando al nacimiento de la industria mexicana de automotores.

Como ya se había mencionado, en 1925, Ford Motor Company, viendo el incremento que había tomado la demanda de vehículos, decidió establecer la primera planta armadora.

En 1931, se pone en vigor la primera disposición legal para utilizar partes nacionales en el ensamble de estos vehículos.

En 1933, se estableció Automotriz O'Farril para el ensamble del automóvil Packard; en 1935, empezó a operar General Motors.

En 1946, la empresa Willys Mexicana, S.A., principió sus actividades, durante 1959 se registró un cambio importante al obtenerse la franquicia para ensamblar y distribuir en la República Mexicana los auto-

móviles de la marca Rambler fabricados en los E.E.U.U. por la American Motor Corporation, en 1962, la razón social Willys Mexicana, S.A. se constituyó en Vehículos Automotores Mexicanos, S.A. de C.V. En 1948, inició sus operaciones Fábricas Automex, S.A., que posteriormente sería Chrysler de México, empresa subsidiaria de Chrysler Corporation, al adquirir en diciembre de 1971 la mayoría de las acciones de Fábricas Automex, S.A., la compañía inició sus actividades con una planta de 70 empleados y obreros que producen 50 unidades al mes. Congruentes con la política del gobierno mexicano, Chrysler ha fomentado constantemente la exportación de sus productos hacia nuevos mercados, como son: E.U., Inglaterra, Australia y varios países Sudamericanos.

En enero de 1973; una nueva planta de Toluca inició sus actividades, para fabricar condensadores de aire acondicionado para automóviles cuya producción se exporta íntegramente a los E.U. En la actualidad el interés por aumentar la exportación es debido a que, las empresas terminales deben generar el 50% de las divisas netas necesarias para su presupuesto de divisas, con la exportación de vehículos y componentes automotrices fabricados en la planta de acuerdo al reciente decreto.

El gobierno de México para impulsar sólidamente el crecimiento industrial, tomó la decisión de crear un



complejo industrial, el de Ciudad Sahagún, en el Estado de Hidalgo; éste complejo inició sus operaciones en 1951 con la planta constructora de carros de ferrocarril, la de Siderúrgica Nacional y Diesel Nacional iniciaron operaciones posteriormente, al mismo tiempo que se emprendía un desarrollo planeado de la industria automotriz mexicana.

La marca Datsun fue introducida al mercado mexicano de automóviles en 1959. Los automóviles vendidos aquí en ese año se armaron totalmente en Japón, o sea inicialmente sus ventas eran de producto 100% de importación.

Fue tan favorable la reacción, que se decidió dar el siguiente paso, y por lo consiguiente, en septiembre de 1961, fue establecida la empresa Nissan Mexicana, S.A. de C.V.

Al principio, mediante un contrato de maquila, los vehículos se armaban en la planta de Willys Mexicana.

En mayo de 1966, fue puesta en operación la planta de Nissan en Cuernavaca, primera en el proyecto conocido como Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC).

A partir de 1969, inició la exportación de motores ensamblados en México, Nissan tiene un programa de ex

portación masiva, que incluye además de motores, transmisiones, filtros de aceite para refacciones, tapones de rueda para equipo original, flechas cardánicas, tubos de fierro, etc. Esta exportación incluye las Repúblicas de Chile, E.U. y otros mercados menores de Centroamérica.

En 1960, con el propósito de utilizar un alto porcentaje de piezas y manufactura mexicana, la empresa francesa Regie Renault firmó un acuerdo con Dina para armar y distribuir el modelo Renault "Dauphine".

La introducción del Volkswagen en la República Mexicana se inició en el año de 1954 con la importación de 480 vehículos, y en 1959 ya había más de diez mil Volkswagen circulando en México; el éxito sin precedentes alcanzado por Volkswagen se debe a que la producción de automóviles pequeños, cuyo precio y mantenimiento resulta económico, vino a satisfacer la necesidad de consumidores ansiosos por incorporarse a la movilidad y libertad de transporte individual que sólo el automóvil puede ofrecer.

A la fecha la industria automotriz terminal en México fabrica automóviles, camiones y tractocamiones para el arrastre de carga, autobuses y tractores agrícolas.

La fabricación de estas unidades se realiza con un mínimo de integración nacional, establecida por el decreto del 15 de septiembre de 1963, siendo estos los siguientes:

### Grado de Integración

V e h í c u l o s	Año - Modelo			
	1984	1985	1986	1987 en adelante
Automóviles	50	50	55	60
Camiones Comerciales y ligeros	65	70	70	70
Camiones medianos y pesados	65	70	75	80
Tractocamiones	70	90	90	90
Autobuses integrales	70	90	90	90

Empresas que forman este sector:

Nombre de la Empresa	Productos				
	Automóviles Pasajeros	Camiones Comerciales y ligeros	Camiones Medianos y pesados	Tracto camiones	Autobuses Integrales
Chrysler de México, S.A.	x	x	x		
Diesel Nacional, S.A.		x	x	x	x
Fábrica de Autotransporte Mexicano, S.A. de C.V.			x	x	
Ford Motor Company, S.A. de C.V.	x	x	x		
General Motors de México, S.A. de C.V.	x	x	x		
Kenworth Mexicana, S.A. de C.V.				x	
Mexicana de Autobuses, S.A.					x
Nissan Mexicana, S.A.	x	x			
Renault de México, S.A. de C.V.	x	x			
Trailers de Monterrey, S.A.				x	
Victor Patrón, S.A.				x	
Volkswagen de México, S.A. de C.V.	x	x			

### Industria de Autopartes

Paralelamente el desarrollo de la industria terminal se origina necesariamente el de la industria de autopartes: empresas fabricantes de materiales, piezas, partes y conjuntos destinados a la producción de automóviles, camiones, así como el mercado de refacciones.

A raíz del establecimiento de las plantas armadoras se comenzaron a fabricar en México llantas (la primera empresa fue la Compañía Hulera el Popo), acumuladores y otros productos.

Por lo que respecta a la fabricación de autopartes propiamente dicha, los orígenes más remotos de que se tienen noticias, provienen de 1928 cuando David Gotlib, propietario, gerente y hombre equipo, ayudado por unos cuantos obreros, inició un taller de muelles, que posteriormente sería "Rassini Rheen, S.A. de C.V." donde empezó a reparar y a forjar muelles con solera importada en E.U. y Canadá. Poco después se comenzó a utilizar solera fabricada en México, por "La Consolidada" y a exportar muelles a Centro, Sudamérica y las Antillas.

En 1936, Marcos Carrasco, con cinco o seis operarios, comenzó la fabricación de cadenas antiderrapantes a las que puso en el mercado con la marca

"Champion", esta producción fracasó en poco tiempo por falta tanto de experiencia industrial como de mercado. En 1938, Walter Polkner, fundó la compañía "Productos Hércules, S.A. de R.L.", y con dos obreros comenzó la fabricación rudimentaria de panales para radiador. En marzo de 1939, los señores William Stewart, Harry Church y H. Larrazolo, compraron la empresa y con la adición de equipo y otros ocho trabajadores continuaron la fabricación de panales y se dedicaron a la vez a la reparación y servicio de radiadores, habiendo cambiado el nombre a "Radiadores Hércules, S.A.". Hacia fin de la década de los 30's, tres hermanos, Francisco, Gustavo y Juan Petz, iniciaron la producción de pistones para motor, en un pequeño local con un piso de tierra, donde en un ámbito prácticamente familiar y sin asesoría técnica de ninguna especie, preparaba los moldes para, posteriormente, llevar a cabo la fundición y el maquinado de pistones.

Después de terminar la Segunda Guerra Mundial vendieron la empresa a Héctor Santos, el que adquirió la licencia de la compañía norteamericana Thompson.

Guillermo Vernon Galindo fundó en 1948 la empresa Vulcano, S.A. de C.V., en Tijuana, Baja California, la que con 58 obreros y 8 empleados, comenzó a fabricar balatas y líquidos para frenos. Esta empresa tenía su mercado dividido 40% para consumo nacional y

60% para exportación a E.U. y Filipinas.

En el curso de la Segunda Guerra Mundial se empezó a desarrollar en México lo que podríamos llamar la industria básica de autopartes, dada la necesidad de superar la carencia de abastecimiento que tenían las plantas armadoras.

A principios de la década pasada el gobierno estableció las primeras disposiciones legales, con el objeto de fomentar el desarrollo de esta rama industrial mediante las cuales se estableció el compromiso de fabricar en México vehículos automotores con una integración nacional mínima.

Al amparo de esta política surgen los fabricantes de componentes básicos; ejes, transmisiones, frenos, etc., y otras partes automotrices como bastidores, carburadores, bombas, componentes y partes eléctricas, etc. Son decenas de nuevos fabricantes que satisfacen las necesidades de las plantas terminales y proporcionan las refacciones que demanda el mercado automotriz nacional.

En los últimos años, el crecimiento de la industria de autopartes ha sido tan grande, que esta actividad se perfila entre los tres renglones más importantes del sector manufacturero del país en términos de volumen de producción, inversiones, número de

empleados, etc.

### Aspecto Legal

El desarrollo de nuestra industria automotriz venía forjándose en un clima anacrónico y sin programa, que permitía la importación de todo tipo de vehículos. En realidad fue hasta principios de la década de los sesenta y en el gobierno del presidente Adolfo López Mateos, que se dictan las primeras normas, se editan los primeros decretos y se dan los primeros pasos para estructurar y racionalizar la industria automotriz nacional, quedando prácticamente dividida en industria vertical e industria horizontal, permitiendo a las plantas armadoras seguir ensamblando mediante un sistema de cuotas otorgadas anualmente por el propio gobierno, de acuerdo con el número de marcas que cada una tenía, las inversiones y facilidades industriales, su fuerza obrera y penetración en el mercado que a cada cual correspondía: con la idea primordial de mantener el mismo gasto de divisas extranjeras que se operaban a esa fecha y la política de hacer más automóviles de menor precio y para mayor número de personas.

En términos generales la industria automotriz se ha desarrollado dentro del marco legal que han establecido los decretos que en materia automotriz ha publicado el Gobierno Federal.



Decreto del 23 de agosto de 1962  
Decreto del 24 de octubre de 1972  
Decreto del 20 de junio de 1977  
Decreto del 15 de septiembre de 1983

El primero de ellos nos indica las políticas de incorporación de partes nacionales de los productos (automotores). Este decreto prohíbe la importación de motores como unidades completas para automóviles y camiones, así como la importación de conjuntos mecánicos armados para uso o ensamble de esos mismos vehículos y establece un grado mínimo de integración nacional del 60% en relación al costo directo de fabricación.

El segundo es el decreto que fija las bases para el desarrollo de la industria automotriz, del cual uno de los puntos principales era lograr un grado mínimo de integración nacional del 60% con respecto al costo directo de producción tanto en la industria terminal como en la industria de autopartes.

En vista de que este grado de integración nacional de los vehículos se ha visto afectado por el cambio de paridad de nuestra moneda y considerando que se requiere que las empresas de la industria automotriz racionalicen el uso de divisas de acuerdo con la prioridad de esta rama industrial y las exportaciones que realicen, que esta industria se convierta en mediano

plazo en generadora neta de divisas con el fin de contribuir al equilibrio de la balanza de pagos del país y que es indispensable aprovechar nuestro mercado interno y las máximas posibilidades de fabricar artículos manufacturados para generar mayor empleo, se publicó el decreto para el fomento de la industria automotriz el 20 de junio de 1977, con el cual se derogan el decreto del 24 de octubre de 1972 y el acuerdo que reglamenta las disposiciones del mismo, así como las demás disposiciones que se opongan a lo establecido en dicho decreto.

En el decreto publicado el 15 de septiembre de 1983, marca las medidas para la realización de la industria automotriz.

1) Transformar a la industria automotriz en un sector autosuficiente de divisas. Para ello, las empresas de la industria terminal deberán generar las divisas que requieran para todas sus importaciones y otros pagos al exterior.

2) Eliminar el esquema de subsidios que venía aplicándose a la industria automotriz.

3) Racionalizar la estructura de la industria, reduciendo en los próximos 4 años el número de líneas y modelos, con el fin de lograr por primera vez en el país la fabricación de vehículos a escalas internacionalmente competitivas.

4) Consolidar los avances logrados en la integración nacional de los vehículos, incrementando el grado mínimo de integración nacional en los automóviles en un 10%, y en un 20% para camiones y autobuses.

5) Establecer políticas y mecanismos de precios orientados a que la calidad y el precio de los vehículos alcancen y mantengan niveles competitivos con los internacionales, procurando beneficiar al consumidor nacional y atender las necesidades de reinversión de la industria.

6) Prohibir la incorporación de motores de 8 cilindros en los automóviles, a partir de noviembre de 1984 y en camiones comerciales (pick - up) a partir de noviembre de 1985.

7) Autorizar únicamente a empresas con mayoría de capital mexicano la fabricación de camiones pesados con motor a diesel.

Por lo que toca a la balanza comercial, el decreto establece un presupuesto de divisas mediante el cual a partir del año modelo 1984 las empresas fabricantes de automóviles deberán operar sobre la base de un equilibrio en su balanza de pagos, incluyendo a las empresas de la industria de autopartes que son proveedores de equipo original. Esta disposición in-

cluye a las 6 empresas fabricantes de automóviles y a los fabricantes de camiones y autobuses, así como alrededor de 270 empresas de autopartes, las que en conjunto constituyen el grueso de la industria automotriz del país.

Excepcionalmente durante 1984 y 1985, las empresas terminales podrán compensar hasta un 20% de sus gastos de divisas con exportaciones de productos no automotrices, siempre que se trate de generación de exportaciones adicionales.

Por otra parte, el decreto modifica la política fiscal aplicada al sector automotriz, eliminando subsidios, como el otorgado a la importación de materia prima y componentes automotrices. En el mismo sentido se prohíbe la importación de vehículos nuevos a las franjas fronterizas y zonas libres y se busca racionalizar la importación y comercialización de vehículos usados y refacciones automotrices a fin de sustituirlos por bienes fabricados en el país.

En cuanto a la reducción de líneas y modelos, la SECOFI, previa opinión de la Comisión Intersecretarial de la Industria Automotriz, sólo podrá autorizar para el próximo año modelo 1984 la fabricación hasta tres líneas de automóviles (una línea se define como los automóviles que tengan la misma plataforma delantera y carrocería básica e igual tren motriz),

sin que la producción total de modelos sea superior a siete (modelo, son todas aquellas versiones de la carrocería básica 2, 3, 4 o 5 puertas que se deriven de una misma línea).

Para los años modelos 1985 y 1986, sólo se producirán hasta dos líneas y cinco modelos. A partir de 1987 se podrá autorizar la producción de una sola línea de automóvil hasta con cinco modelos.

El decreto permite la autorización de líneas y modelos adicionales a los anteriores, cuando se demuestre que la fabricación de estas nuevas líneas, además de ser autosuficiente en divisas, se exporte a más del 50% de la producción ó su equivalente en material de ensamble.

Lo anterior está basado en el hecho de que conforme a los pronósticos del mercado de automóviles en México para el resto de la década de los ochentas, no se justifica el mantener las líneas y modelos que actualmente existen. Se pretende que las empresas de la industria terminal aumenten gradualmente sus volúmenes de producción por línea hasta alcanzar niveles de escala internacional.

Para 1987, se preve una demanda de automóviles de alrededor de 300 mil unidades, porque cada una de las seis empresas automotrices podrán estar produ-

ciendo 50 mil unidades (en promedio) cantidad que ya está considerada competitiva a nivel internacional. Ello permitirá estandarizar partes y componentes automotrices y obtener, en general, los beneficios que ofrecen las economías de escala a fin de consolidar la integración alcanzada en la producción de vehículos e incrementarla mediante una sustitución eficiente de importaciones, fortaleciendo así a la industria nacional de autopartes.

C A P I T U L O

I I I

MEDICION Y PREDICION DEL MERCADO

## Medición y Predicción del Mercado

Formular predicciones es algo así como manejar un automóvil con los ojos vendados y siguiendo las directivas de otra persona que va mirando por la ventanilla de atrás.

La planeación de la mercadotecnia también requiere la conversión de los diversos conceptos cualitativos en cálculos cuantitativos de demanda específica de productos, territorios y tipos de consumidores. Esto es lo que se denomina medición de la demanda.

### Utilización de la Medición de la Demanda

La medición de la demanda significa las actividades que hay que desarrollar para calcularla cuantitativamente. En la gráfica siguiente se muestran no menos de 90 clases distintas de medición de la demanda. Esta puede medirse en relación con seis niveles de productos (unidad de producto, clase de producto, línea de producto, ventas de la compañía, ventas de la industria, ventas nacionales), cinco niveles de espacio (clientela, territorio, región, nación, mundo) y tres niveles de tiempo (a corto, mediano y largo plazo).



NIVEL DE ESPACIO	Mundo			
	Nación			
	Región			
	Territorio			
	Cliente			
NIVEL DE PRODUCTO	Ventas Totales			
	Ventas de la Industria			
	Ventas de la Compañía			
	Línea de Producto			
	Clase de Producto			
	Unidad de Producto			
		Corto Plazo	Medio Plazo	Largo Plazo
		NIVEL DE TIEMPO		

Cada tipo de medición de la demanda tiene una finalidad específica. Por ejemplo, la compañía puede formular una predicción a corto plazo de la demanda total de un producto determinado, con objeto de tener una base para pedir materias primas, planear la producción y organizar el financiamiento a corto plazo. O también podría convenirle hacer una predicción a largo plazo de la demanda regional de su línea principal de producto, para estudiar una posible expansión de su mercado.

Las empresas utilizan diversas medidas de la demanda para desarrollar tres funciones ejecutivas importantes: el análisis de las oportunidades comerciales, la planeación del esfuerzo de mercadotecnia y el control de sus actividades mercantiles.

**Análisis.** Toda compañía necesita optar entre los numerosos mercados o submercados que se le abren. Esta opción se facilita considerablemente haciendo cálculos cuantitativos de la demanda de esos mercados.

**Planeación.** Después de seleccionar sus mercados, la firma tiene que planear detalladamente un programa de mercadotecnia. Necesita formular decisiones a breve plazo sobre la distribución y destino de sus recursos limitados por encima de muchas prácticas de la competencia; debe decir a largo plazo los índices de expansión de su equipo de capital y de sus fondos.

Tanto las decisiones a corto como a largo plazo requieren cálculos cuantitativos de la demanda.

Control. Las operaciones reales de la firma en el mercado adquieren significado cuando se las compara con medidas del movimiento potencial desarrolladas por productos, territorios, agentes de ventas y distribuidores.

Como puede observarse, la medición de la demanda es indispensable para que la dirección pueda analizar, planear y controlar sus esfuerzos.

Los conceptos principales que se utilizan en la medición de la demanda.

El campo de la medición de la demanda está plagado de numerosos términos confusos. Los ejecutivos de las compañías hablan de pronósticos, predicciones, potenciales, cálculos, proyectos, metas, objetivos, cuotas y presupuestos.

Conceptos principales que intervienen en la medida de la demanda.

	MERCADO	COMPANÍA
Demanda	Demanda del Mercado	Demanda de la Compañía
Potencial	Potencial del Mercado	Potencial de la Compañía
Predicción	Predicción del Mercado	Predicción de la Compañía

Muchas de estas palabras son redundantes. Los conceptos principales que deban manejarse en la medición de la demanda son la demanda del mercado y la demanda de la compañía. Dentro de cada uno de ellos debemos distinguir entre función de la demanda, potencial y predicción.

#### Demanda del Mercado

Para valorar sus oportunidades, la firma suele comenzar por definir la idea de demanda del mercado.

La demanda del mercado de un producto es el volumen total que podría comprar un grupo de clientes en determinada área geográfica, durante cierto periodo de tiempo, en un medio comercial definido, según un programa de mercadotecnia determinado.

Estos son los principales elementos:

**Producto.** La medición de la demanda del mercado requiere una definición adecuada del producto o clase de producto.

**Volumen total.** La demanda del mercado puede medirse en función del volumen físico, del volumen económico, o de ambos. Además de que puede expresarse en términos de volumen relativo y no absoluto.

**Comprar.** Para medir la demanda del mercado, es muy importante definir qué es comprar. Lo que se ha comprado es el volumen pedido, enviado, pagado, recibido o consumido.

**Grupo de clientes.** La demanda del mercado puede medirse para todo el o para algún sector o sectores del mismo.

**Area geográfica.** La demanda del mercado debe medirse en relación con un deslinde geográfico bien definido, es decir, con una circunscripción geográfica determinada.

**Periodo de tiempo.** La demanda debe medirse también en relación con un periodo determinado de tiempo.

Ambiente comercial. En la demanda del mercado influyen una serie de factores incontrolables, como los progresos tecnológicos, las recesiones económicas y los cambios de modelos. Para hacer cualquier predicción de la demanda deben enumerarse y expresarse explícitamente los supuestos formulados sobre el medio ambiente. El arte de la predicción económica ha avanzado considerablemente en los últimos treinta años.

Programa de mercadotecnia. La demanda del mercado está también afectada por factores controlables, particularmente, por los programas de mercadotecnia que organicen y desarrollen las empresas. La demanda de la mayor parte de los mercados muestra alguna flexibilidad en cuanto a precios de la industria, promoción, mejoras del producto y actividades de distribución. Por eso, una predicción de demanda del mercado tiene que basarse en supuestos sobre los precios futuros de la industria y los gastos de mercadotecnia. Aquí emplearemos la expresión esfuerzo de mercadotecnia o esfuerzo comercial para significar la suma de los gastos que haga la compañía para estimular la demanda.

El esfuerzo de mercadotecnia tiene tres dimensiones que influyen en su eficiencia:

- 1) La combinación o paquete de mercadotecnia o sea la cantidad y tipos de factores o variables de merca-

dotecnia que esté utilizando la compañía en un momento.

2) La distribución de la mercadotecnia o sea como se reparte la compañía su esfuerzo comercial sobre sus áreas de Ventas.

3) La eficiencia de la mercadotecnia o sea el acierto o eficacia con que emplea la compañía sus fondos destinados a la mercadotecnia.

Potencial del mercado. La predicción del mercado expresa la demanda que se espera del mercado, pero no la más elevada posible. Para esto tenemos que visualizar el nivel de demanda del mercado para un nivel de esfuerzo de mercadotecnia de la industria sumamente elevado. En un caso normal, a los niveles más altos de esfuerzo de mercadotecnia por parte de la industria corresponderán niveles análogamente elevados de la demanda del mercado, y lo más probable será que esta aumente a un ritmo de disminución. Los niveles incrementados de la promoción de la fuerza vendedora y de otros factores por el estilo ejercerán, con el tiempo, efecto escaso en la estimulación de la demanda. El potencial del mercado es el límite alcanzado por la demanda del mercado al aumentar hasta el infinito el esfuerzo comercial de la industria en un determinado ambiente.

Predicción del mercado. Sólo uno de los muchos niveles posibles de esfuerzo de mercadotecnia de la industria es el que va haber de hecho. La demanda del mercado correspondiente al esfuerzo esperado se denomina predicción del mercado. Esta predicción señala el nivel de demanda que se espera para el nivel esperado de esfuerzo de mercadotecnia de la industria y para el medio ambiente que exista en determinado tiempo.



## Métodos para la elaboración de los Pronósticos

### 1.0 Métodos Cualitativos

Estos métodos consisten en tomar opiniones de expertos e información acerca de cuentas especiales, en las que se puede considerar o no la historia. Se emplean en pronósticos a corto y largo plazo. Estas técnicas son generalmente empleadas para productos nuevos, donde el desarrollo del producto es difícil de estimar y además su aceptación es incierta.

#### 1.1 Método Delphi

Este método consiste en que un grupo de expertos sean interrogados por cuestionarios secuenciales en los cuales, las respuestas a un cuestionario se utilizan para producir lo siguiente. Parte de los expertos reciben cierta información y el resto reciben otra clase de datos, de tal manera que todos tengan acceso a la información, pero en forma parcial y diferida. Cada vez la muestra es reducida y los datos serán más selectivos. La ventaja de esta técnica es que la predicción no va a estar influenciada por la mayoría.

#### 1.2 Panel de Opiniones

Este método consiste en consultar la opinión

de personas bien informadas que no sean compradores ni gentes de la compañía, como por ejemplo: distribuidores o especialistas independientes, o sea el pronóstico se hace en base a la información de un grupo de expertos.

Este método tiene la ventaja de que las predicciones son rápidas y con un costo relativamente bajo, además aparecen en las opiniones diferentes puntos de vista, los cuales se discuten.

Este método tiene algunos inconvenientes, por ejemplo, el pronóstico es algunas veces influenciado por factores sociales y puede no reflejar una verdadera opinión. Otra es que los hechos reales no pueden ser comparados con opiniones o juicios.

### 1.3 Predicción Visionaria

Este método no es considerado como científico ya que usa la imaginación de los colaboradores. Consiste en el pronóstico de posibles acontecimientos, basado en hechos pasados y con puntos de vista personales. Los inconvenientes de estos métodos son:

a) La predicción puede ser muy errónea si se carece de datos fundamentales y se tiene un mercado incierto.

b) Es seguro que el pronóstico estará muy alejado de los hechos reales, debido a que se pueden afectar en gran número de factores que los colaboradores no imaginan.

#### 1.4 Encuesta directa con el Comprador

Este método consiste en preguntar a los probables clientes, la posibilidad de que puedan comprar cierto producto, en un periodo de tiempo o plazo, bajo ciertas condiciones. Este método tiene algunas limitaciones pues, suponiendo que el producto tuviera infinidad de posibles compradores, sería casi imposible preguntar a todos, y en caso de que hubiera esa posibilidad, resultaría demasiado costoso recoger la información. El costo podría reducirse utilizando la correspondencia postal o con conversaciones telefónicas en lugar de las entrevistas personales, pero de todos modos habría dificultad en la realización de las encuestas. Es necesario entonces emplear técnicas de muestreo y dirigirse solo a unas cuantas, para disminuir los costos y grado de dificultad. En este tipo de encuestas es necesario tomar en cuenta los factores que pueden afectar en la conducta de comprar de los posibles clientes como pueden ser: cambios políticos, cambios en la economía, cambios de moda, temporada, etc.

### 1.5 Comparación con Productos Conocidos

Este es un análisis comparativo con productos similares basados en patrones de similitud, esto es, algunas veces un producto que se quiere introducir al mercado es posible compararlo con otro ya existente, si ambos tienen características semejantes. El pronóstico se puede elaborar muchas veces en base a las cifras de ventas del producto existente.

### 1.6 Encuesta de la Opinión del Poder de Ventas

Este método consiste en hacer encuestas, consultando a gente que conoce como reacciona el cliente, debido a que esta gente está más cerca de los clientes conoce sus ideas, gustos y pensamientos, por lo tanto conoce cuales son las tendencias que surgen en ellos.

Las personas que forman parte del poder de ventas son:

- Los vendedores
- Los distribuidores
- Los corredores de ventas
- Los intermediarios
- Los comerciantes al por mayor

Existen algunos factores que pueden influir en la

veracidad de las encuestas y por lo tanto en la exactitud del pronóstico, como son:

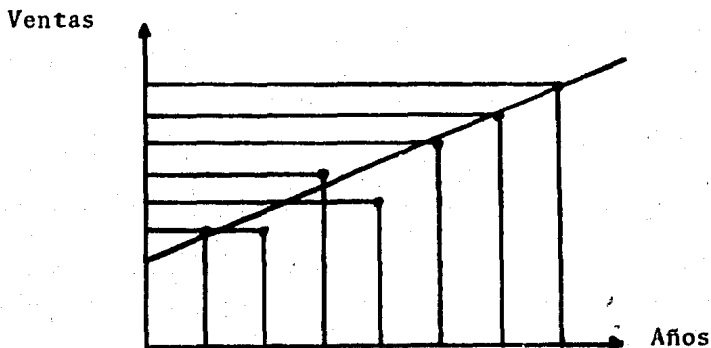
La gente que forma parte del poder de ventas puede tener prejuicios que no pueden ser corregidos, pueden ser exagerados en su criterio, puede existir parcialidad en su opinión, pueden estar o no dispuestos a cooperar, etc.

## 2.0 Métodos Estadísticos

Con este tipo de métodos se hacen predicciones a base de análisis estadístico matemático de datos anteriores, o sea se basan en patrones y cambios en los patrones, utilizando indispensablemente los datos históricos, siendo la estadística de gran ayuda para el análisis de estos datos. Una ventaja de estos métodos es que los datos antiguos expresan relaciones causales verdaderas, y si estas son estables se pueden utilizar para pronosticar las ventas futuras.

### 2.1 Método Gráfico

El método gráfico es el más sencillo y rápido y la dificultad de su realización dependerá del número de factores tomados en consideración. Se pueden tomar en cuenta todos los tipos de variación o solamente las variaciones estacionales



Una importante etapa en la elaboración de un pronóstico es la elección del método a utilizar. Para ello, es importante determinar previamente la precisión, el costo y el tiempo requeridos para la elaboración del mismo. Por ejemplo, si no se requiere una gran precisión, el método gráfico sería probablemente el más adecuado. La segunda etapa es la elección de la información en la cual se va a basar el pronóstico. Es importante, en esta etapa, checar si la información disponible no está distorsionada por eventos que no volverán a ocurrir. Por ejemplo, la empresa podrá deducir que las ventas de algunos de los años anteriores fueron seriamente afectadas por un pésimo sistema de publicidad y que este error seguramente no volverá a ser cometido. Y por lo tanto, en la elaboración del pronóstico para los próximos años, la empresa tendrá que tener en cuenta este hecho.

## 2.2 Método de Mínimos Cuadrados (Recta)

Siempre que los datos sugieren una recta para su representación, el método de los mínimos cuadrados podrá ser utilizado para la elaboración de un pronóstico. Este método consta de la determinación de la línea recta que mejor se ajusta a los puntos, es decir, la línea para la cual, la suma de los cuadrados de las distancias a los puntos de la gráfica, es mínima.

Como sabemos, la ecuación de cualquier línea recta es como la que sigue:

$$y = a+bx$$

Las ecuaciones que proporcionan los valores de "a" y "b" para la recta de mínimos cuadrados, son las siguientes:

$$a = \frac{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y - \Sigma x \cdot \Sigma xy}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

donde "x" será el número de datos a partir del origen y "y" los valores de las variables del problema, y "n" el número de puntos.

Año	Y	X	X <sup>2</sup>	XY
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Total	ΣY	ΣX	ΣX <sup>2</sup>	ΣXY

El método de mínimos cuadrados sirve únicamente para determinar la ecuación de la línea recta. La empresa tendrá que decidir, por lo tanto, si solamente utilizará dicha ecuación para pronosticar el futuro o si también valdrá la pena tomar en consideración las variaciones cíclicas aleatorias.



Ejemplo.

Año	Y	X	X <sup>2</sup>	XY
1979	158	0	0	0
1980	169	1	1	169
1981	160	2	4	320
1982	172	3	9	516
1983	180	4	16	720
<b>Total</b>	<b>839</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>1725</b>

y= Ventas (\$)  
Origen 1979

Sustituyendo valores:

$$a = \frac{(30)(839) - (10)(1725)}{5(30) - (10)^2}$$

$$b = \frac{(5)(1725) - (10)(839)}{(5)(30) - (10)^2}$$

$$a = 158.4$$

$$b = 4.7$$

Por lo tanto, la línea recta de mínimos cuadrados es:

$$y = 158.4 + 4.7x$$

Utilizando esta ecuación se puede entonces determinar las ventas para cualquiera de los próximos años. Por ejemplo, para el año 1984, la variable "x" tendrá el valor (1984-1979), es decir, X=5. Por lo tanto, las ventas para este año serán:

$$y = 158.4 + (4.7)(5) = 181.9$$

Es decir, las ventas en el año de 1984, serán de \$ 181.9 M.

### 2.3 Coefficiente de Correlación.

Si es posible representar la variación de una variable "Y" en función de una variable "X" a través de una línea recta, decimos que existe entre las dos variables una correlación lineal. Esta correlación puede ser más o menos precisa dependiendo del error que se comete al representar dicha variación a través de la línea recta. La precisión de la correlación lineal puede ser evaluada determinándose el coeficiente de correlación.

$$C.C = \frac{N \sum XY - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

El coeficiente de correlación estará siempre entre -1 y 1. Si la representación de la variación a través de la línea recta es exacta (figura 1 y 2) el coeficiente será igual -1 o +1, dependiendo de la inclinación de la recta, es decir, si la función es creciente o decreciente. Si el coeficiente resulta muy bajo (0.2 o 0.3, por ejemplo), esto quiere decir que la variación estudiada no deberá ser representada a través de una línea recta (figura 3). Si el coeficiente resulta muy elevado (pero todavía menor que 1 en valor absoluto), esto significa que no existe una correlación lineal perfecta, sin embargo, la variación puede ser precisamente representada a través de la línea recta (figura 4).

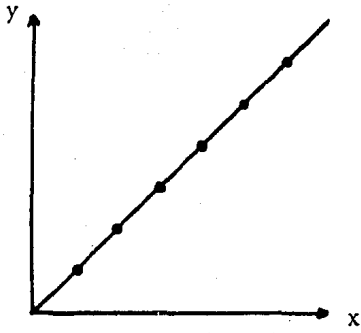


figura 1

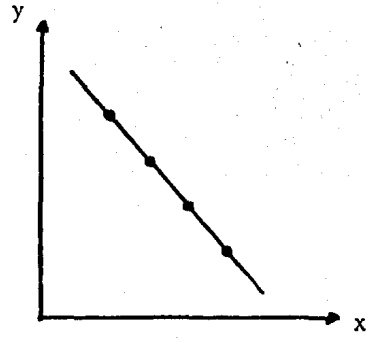


figura 2



figura 3

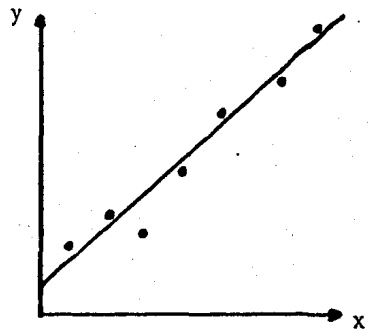


figura 4

#### 2.4 Método de Mínimos Cuadrados (curva exponencial)

Este método consta del ajuste de una curva exponencial a los puntos. La forma de la ecuación de la curva es la siguiente:

$$Y = ab^X$$

Como se indica en las figuras 5 y 6, el ajustar una curva exponencial a los puntos es equivalente al ajustar una línea recta a estos mismos datos, pero marcándose en el eje vertical el "log Y" en vez de "Y". Esto se debe a que si tenemos el logaritmo de "Y" en la ecuación de la curva exponencial, resulta lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Log } Y &= \text{Log } (a b^X) = \\ &= \text{Log } a + \text{Log } b \cdot X \end{aligned}$$

Si ponemos  $\text{log } a = A$  y  $\text{log } b = B$ , tenemos:

$$\text{Log } Y = A + Bx$$

que es obviamente la ecuación de una recta.

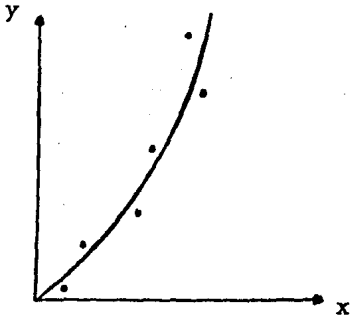


figura 5

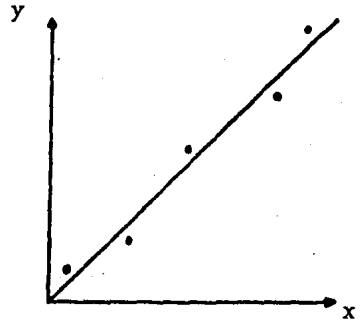


figura 6

Y ahora, por lo tanto, se puede marcar "X" en el eje horizontal y "log Y" en el eje vertical, y ajustar una recta a los puntos utilizando el método de mínimos cuadrados. Si observamos la ecuación:

$$\log Y = A + Bx$$

podemos deducir que las ecuaciones para calcular "A" y "B", son las siguientes:

$$A = \frac{\sum X^2 \sum \log Y - \sum X \sum X \log Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$B = \frac{N \sum X \log Y - \sum X \sum \log Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Para calcular "A" y "B" necesitamos calcular  $\sum \log y$ ,  $\sum x$ ,  $\sum x \log y$  y  $\sum x^2$

#### 2.4 Método de Mínimos Cuadrados (curva exponencial)

Este método consta del ajuste de una curva exponencial a los puntos. La forma de la ecuación de la curva es la siguiente:

$$Y = ab^X$$

Como se indica en las figuras 5 y 6, el ajustar una curva exponencial a los puntos es equivalente al ajustar una línea recta a estos mismos datos, pero marcándose en el eje vertical el "log Y" en vez de "Y". Esto se debe a que si tenemos el logaritmo de "Y" en la ecuación de la curva exponencial, resulta lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Log } Y &= \text{Log } (a b^X) = \\ &= \text{Log } a + \text{Log } b.X \end{aligned}$$

Si ponemos  $\text{log } a = A$  y  $\text{log } b = B$ , tenemos:

$$\text{Log } Y = A + Bx$$

que es obviamente la ecuación de una recta.

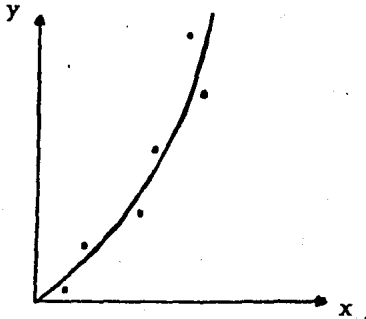


figura 5

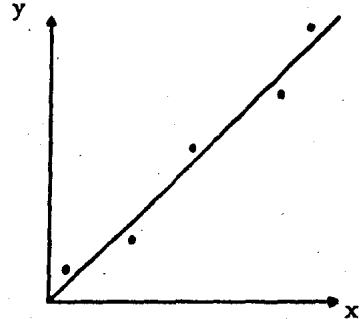


figura 6

Y ahora, por lo tanto, se puede marcar "X" en el eje horizontal y "log Y" en el eje vertical, y ajustar una recta a los puntos utilizando el método de mínimos cuadrados. Si observamos la ecuación:

$$\log Y = A + Bx$$

podemos deducir que las ecuaciones para calcular "A" y "B", son las siguientes:

$$A = \frac{\sum X^2 \cdot \sum \log Y - \sum X \cdot \sum X \log Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$B = \frac{N \sum X \log Y - \sum X \cdot \sum \log Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Para calcular "A" y "B" necesitamos calcular  $\sum \log y$ ,  $\sum x$ ,  $\sum x \log y$  y  $\sum x^2$

Año	Y	X	X <sup>2</sup>	logy	X.logy
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
Total	.	Σ x	Σ x <sup>2</sup>	Σ logy	Σ xlogy

donde para calcular la tasa de crecimiento anual substituímos los valores obtenidos de a y b en la ecuación:

$$y = a.b^x$$

y x exponencial tendrá el valor del número de años que se quieren pronosticar.

Ejemplo.

Año	Y	X	X <sup>2</sup>	Log y	x .logy
1979	158	-2	4	2.1986	-4.3972
1980	169	-1	1	2.2278	-2.2278
1981	160	0	0	2.2041	0*
1982	172	1	1	2.2355	2.2355
1983	180	2	4	2.2552	4.5104
Total		0	10	11.1212	0.1209

\*origen = 1981

$$A = \frac{(10)(11.1212) - (0)(0.1209)}{(5)(10) - (0)^2}$$

$$B = \frac{(5)(0.1209) - (0)(11.1212)}{(5)(10) - (0)^2}$$



$$A = 2.2242$$

$$B = 0.0120$$

$$A = \log a \text{ y } B = \log b$$

$$\log a = 2.2242$$

$$a = 167.6$$

$$\log b = 0.0120$$

$$b = 1.028$$

Por lo tanto, la ecuación de la curva exponencial, será la siguiente:

$$y = 167.6 \times 1.028^x$$

El valor de  $b = 1.028$  significa que existe una tasa anual de crecimiento igual a 2.8%. Si se quiere pronosticar las ventas para el año de 1984, el valor de la variable "X" será 3 (1981-1984) y el valor de las ventas será:

$$y = 167.6 \times 1.028^3 = 182.07$$

Esto quiere decir que las ventas para el año de 1984 serán de \$182 M̄.

2.5 Mínimos Cuadrados: Curva de Potencia

La curva de potencia tiene la siguiente ecuación:

$$y = a \cdot x^b$$

y tiene las formas que se presentan en las figuras 7 y 8 según el valor de la constante "b".

Si tomamos el logaritmo de "Y" en esta ecuación, tenemos:

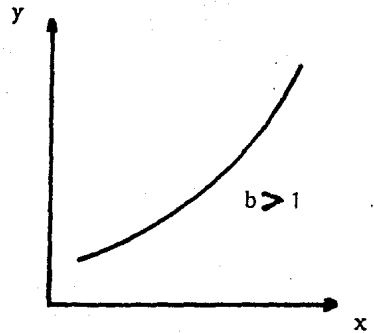
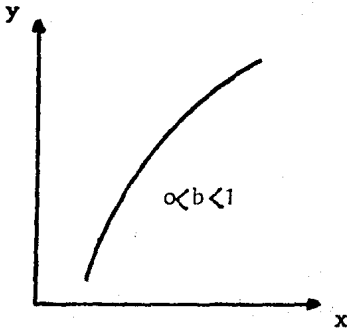
$$\log y = \log a + b \cdot \log x$$

que también es la ecuación de la línea recta. Por lo que se puede utilizar el método de mínimos cuadrados para ajustar una línea recta a las variables  $\log y$  y  $\log x$ .

Año	x	logx	(logx) <sup>2</sup>	Ventas	logy	logx.logy
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
Total		$\Sigma \log x$	$\Sigma (\log x)^2$	.	$\Sigma \log y$	$\Sigma \log x \cdot \log y$

$$a = \text{antilog} \frac{\Sigma (\log x)^2 \cdot \Sigma \log y - \Sigma \log x \cdot \Sigma (\log x \cdot \log y)}{n \Sigma (\log x)^2 - (\Sigma \log x)^2}$$

$$b = \frac{n \Sigma (\log x \cdot \log y) - \Sigma \log x \cdot \Sigma \log y}{n \Sigma (\log x)^2 - (\Sigma \log x)^2}$$



Ejemplo.

Año	X	Log x	(Logx) <sup>2</sup>	Ventas	logy	logx.logy
1979	1	0	0	158	2.1987	0
1980	2	.3010	.0906	169	2.2279	0.6706
1981	3	.4771	.2276	160	2.2041	1.0516
1982	4	.6021	.3625	172	2.2355	1.3460
1983	5	.6990	.4886	180	2.2553	1.5765
Total		2.0792	1.1693		11.1215	4.6447

$$a = \text{antilog} \frac{(1.1693)(11.1215) - (2.0792)(4.6447)}{5(1.1693) - (2.0792)^2}$$

$$= \text{antilog} (2.1970) = 157.4$$

$$b = \frac{(5)(4.6447) - (2.0792)(11.1215)}{(5)(1.1693) - (2.0792)^2}$$

$$b = (0.0654)$$

Por lo que el pronóstico para 1984 será:

$$Y_6 = 157.4 \times 6^{0.0654} = 177. \bar{M}$$

## 2.6 Método del Promedio Móvil Simple

En varias ocasiones es lógico pensar que las ventas de un periodo dado pueden tomar un valor más parecido a los más recientes que a los que han tomado mucho tiempo atrás, aún cuando no existe una tendencia marcada en los datos. En estos casos es conveniente utilizar métodos de pronósticos que den una mayor importancia a los datos más recientes o que únicamente toman en cuenta las "K" últimos datos, donde  $K = 1, 2, \dots, N$ . El más sencillo de estos métodos es el promedio móvil simple. El promedio móvil simple para el periodo "n" es simplemente la media aritmética de las "K" últimos datos, es decir:

$$\bar{Y}_{n,k} = \frac{D_n + D_{n-1} + \dots + D_{n-(k-1)}}{K}$$

donde: K= número de datos o términos del promedio móvil.

$\bar{Y}_{n,k}$  = promedio móvil de "k" términos para el periodo "n".

$D_n, \dots, D_{n-(k-1)}$  = demandas de los últimos "k" periodos.

Si se quiere un pronóstico para el periodo (n+1), éste será igual al promedio móvil del periodo anterior, es decir:

$$P_{(n+1),k} = \bar{Y}_{n,k}$$

o simplemente:

$$P_{n+1} = \bar{Y}_n$$

El método del promedio móvil simple (principalmente cuando el número de términos es grande) es adecuado únicamente cuando la tendencia de los datos es horizontal y las ventas oscilan alrededor de un determinado valor de una manera totalmente aleatoria. Cuando la variación de las ventas no es aleatoria, sino que presenta cierta estacionalidad (variaciones estacionales), entonces es mejor determinar la tendencia de los datos y aplicar el método del promedio ponderado exponencialmente.

### 2.7 Método del Promedio Móvil con Ajuste de Tendencia

Existe una forma de "ajustar" el promedio de tal manera que éste siga más de cerca las ventas reales, y para esto sólo se necesita determinar los promedios móviles dobles. Para el cálculo de un promedio doble simplemente se aplica dos veces seguidas al método del promedio móvil simple.

Esto se hace de la siguiente manera:

- a) Se calcula la diferencia  $\bar{Y}_n - \bar{Y}_n$
- b) Se calcula el promedio móvil ajustado, utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{Y}_{a,n} = \bar{Y}_n + (\bar{Y}_n - \bar{Y}_n) + \frac{2}{K-1} (\bar{Y}_n - \bar{Y}_n)$$

donde:  $\bar{Y}_{a,n}$  = promedio móvil ajustado del periodo "n"

k= número de términos considerados

Cuando las ventas no presentan cambios muy bruscos y el número de términos es grande, se puede estimar la tendencia lineal más reciente a través del valor de la expresión:

$$T_n = \frac{2}{k-1} (\bar{Y}_n - \bar{Y}_n)$$

## 2.8 Método del Promedio Móvil Ponderado

Otra forma de corregir el retraso del promedio móvil simple, es la utilización de mayores pesos o ponderaciones para los valores más recientes para que los datos antiguos no afecten mucho al pronóstico.

$$P_o = \alpha_i D_n$$

Alfa ( $\alpha$ ), se le conoce como constante de ponderación o de ajuste. Se utiliza para lograr una mejor aproximación en el pronóstico, pues la estimación nueva de la demanda será la suma ponderada (ajustada) de la demanda antigua o de la estimación antigua de ésta. Esta constante de aproximación se le asignará cualquier valor entre cero y uno.

## 2.9 Método del Promedio Ponderado Exponencialmente

En el método del promedio ponderado exponencialmente se utiliza la fórmula siguiente:

$$\bar{Y}_n = \bar{Y}_{n-1} + \alpha (D_n - \bar{Y}_{n-1})$$

donde:  $\bar{Y}_n$  = promedio ponderado exponencialmente del periodo "n"

$\bar{Y}_{n-1}$  = promedio ponderado exponencialmente del periodo (n-1)

$\alpha$  = constante de atenuación

$D_n$  = demanda del periodo "n"

Como se ha mencionado para el caso del promedio móvil simple y ajustado, el pronóstico para el periodo (n + 1) cuando se utiliza el método del promedio ponderado exponencialmente es igual al promedio del periodo anterior, es decir:

$$P_{n+1} = \bar{Y}_n$$

De esta manera podemos escribir la fórmula del promedio ponderado exponencialmente de la siguiente forma:

$$P_{n+1} = P_n + \alpha(D_n - P_n)$$

es decir, el pronóstico del periodo (n+1) es igual al pronóstico del periodo "n" más una fracción  $\alpha$  de la diferencia entre estas y la demanda del mismo periodo. En otras palabras el pronóstico del periodo (n+1) es

igual al pronóstico del periodo "n" más una fracción "  $\alpha$  " del error que se ha cometido en el periodo "n" (error =  $D_n - P_n$ ).

Las dos primeras etapas que deben llevarse a cabo en la aplicación del método del promedio ponderado exponencialmente, son la elección de la constante de atenuación "  $\alpha$  " y del número de periodos pasados a considerar. La constante "  $\alpha$  " esta generalmente entre 0.05 y 0.4. Como podremos observar más adelante, si queremos dar una mayor importancia a las ventas de los últimos periodos, "  $\alpha$  " deberá ser grande, y si queremos dar una importancia más uniforme a todos los datos de ventas "  $\alpha$  " deberá ser pequeña.

Para el cálculo del promedio  $\bar{y}_n$  necesitamos el valor de  $\bar{Y}_{n-1}$  para el cálculo de  $\bar{Y}_n$ , necesitamos conocer  $Y_{n-2}$ , etc. Por lo tanto, no sería posible calcular  $Y_0$ , puesto que no existe  $\bar{Y}_{-1}$ . Consecuentemente, la tercera etapa en la aplicación de este método es la elección de un promedio inicial  $Y_0$ , generalmente se considera este igual a la demanda  $D_0$  del primer periodo.

Debido a que para el cálculo de cualquier promedio  $\bar{Y}_n$  se necesita el promedio correspondiente al periodo anterior (n-1), es decir,  $\bar{Y}_{n-1}$ , no se puede aplicar directamente la fórmula

$$Y_n = Y_{n-1} + \alpha (D_n - Y_{n-1})$$



para el cálculo de  $\bar{Y}_n$  deduzcamos, por lo tanto, otra fórmula que nos permita calcular directamente  $\bar{Y}_n$  a partir únicamente de las demandas reales  $D_i$  de los "n" periodos.

Suponiendo que  $\bar{Y}_0 = D_0$  se deduce la fórmula del promedio ponderado exponencialmente de una forma más conveniente:

$$\bar{Y}_n = \alpha D_n + (1 - \alpha) \bar{Y}_{n-1}$$

Se tiene entonces:

$$\bar{Y}_0 = D_0$$

$$\bar{Y}_1 = \alpha D_1 + \alpha (1 - \alpha) \bar{Y}_0$$

$$\bar{Y}_2 = \alpha D_2 + (1 - \alpha) \bar{Y}_1 = \alpha D_2 + (1 - \alpha) [\alpha D_1 + (1 - \alpha) \bar{Y}_0] \\ = \alpha D_2 + \alpha (1 - \alpha) D_1 + (1 - \alpha)^2 \cdot \bar{Y}_0$$

$$\bar{Y}_3 = \alpha D_3 + (1 - \alpha) \bar{Y}_2 = \alpha D_3 + (1 - \alpha) \alpha D_2 + \alpha (1 - \alpha) D_1 + \\ + (1 - \alpha)^2 \cdot \bar{Y}_0 = \alpha D_3 + \alpha (1 - \alpha) D_2 + \alpha (1 - \alpha)^2 \cdot D_1 + \\ + (1 - \alpha)^3 \cdot \bar{Y}_0$$

$$\bar{Y}_n = \alpha D_n + \alpha (1 - \alpha) D_{n-1} + \alpha (1 - \alpha)^2 \cdot D_{n-2} + \\ + \alpha (1 - \alpha)^{n-1} \cdot D_1 + (1 - \alpha)^n \cdot \bar{Y}_0$$

Como  $\bar{Y}_0 = D_0$

$$\bar{Y}_n = \alpha D_n + \alpha (1 - \alpha) D_{n-1} + \alpha (1 - \alpha)^2 \cdot D_{n-2} + \\ + \alpha (1 - \alpha)^{n-1} \cdot D_1 + (1 - \alpha)^n \cdot D_0$$

Esta fórmula incluye solamente las demandas de los "n" periodos. Dado que el factor  $(1 - \alpha)^n$  se hace muy pequeño y se aproxima a cero cuando "n" crece, se puede ignorar al último término. Al mismo tiempo,

la suma de los otros coeficientes, es decir  $\sum_{i=0}^{n-1} \alpha (1-\alpha)^i$  se aproxima a 1, y así tenemos las condiciones de un auténtico promedio ponderado exponencialmente. Es precisamente por esta razón que este método tiene el nombre de promedio ponderado exponencialmente.

Ejemplo.

Tabla de Coeficientes para los Valores de  $\alpha = 0.1$

Y  $\alpha = 0.3$

Periodo	Coeficiente	Valor de $\alpha$	
		0.1	0.3
n	$\alpha$	0.10	0.30
n-1	$\alpha (1-\alpha)$	0.09	0.21
n-2	$\alpha (1-\alpha)^2$	0.081	0.15
n-3	$\alpha (1-\alpha)^3$	0.073	0.10
n-4	$\alpha (1-\alpha)^4$	0.066	0.07

Año	1979	1980	1981	1982	1983
	158	169	160	172	180
	Do	D1	D2	D3	D4

Aplicando la fórmula y adaptando un  $\alpha = 0.2$ , se tiene:

$$Y_4 = (0.2)(180) + (0.2)(0.8) \times 172 + (0.2)(0.8)^2 \times 160 + (0.2)(0.8)^3 \times 169 + (0.8)^4 \times 158 = 166.02$$

Se toma entonces este promedio como nuestro pronóstico para el periodo 5, es decir, para el año 1984.

$$P_5 = P_{1984} = \$ 166.02$$

### 2.10 Método del Promedio Ponderado Exponencialmente con Ajuste de Tendencia

La aplicación del método del promedio ponderado exponencialmente con ajuste de tendencia es análogo a la del método del promedio móvil con ajuste de tendencia. Todo lo que tenemos que hacer es lo siguiente:

- a) Calcular el promedio ponderado exponencialmente simple ( $\bar{Y}_n$ ).
- b) Calcular el promedio ponderado exponencialmente doble ( $\bar{Y}_n$ ).
- c) Calcular el promedio ponderado exponencialmente con ajuste de tendencia mediante la fórmula:

$$\bar{Y}_0 = \bar{Y}_n + (\bar{Y}_n - \bar{Y}_n) + \frac{\alpha}{1-\alpha} (\bar{Y}_n - \bar{Y}_n)$$

3.0 Dentro de los principales métodos para la elaboración de pronósticos, es indispensable analizar los diversos tipos de variación que presentan las ventas de la empresa. Estas variaciones pueden ser:

a) Variaciones debido a la tendencia. El simple hecho de que las ventas de una empresa dada estén aumentando o disminuyendo consistentemente conduce a que cada semana, cada mes y cada año el volumen de ventas sea diferente. En estos casos las ventas varían porque hay una tendencia y esta podrá seguir una línea recta, una curva exponencial o cualquier otro tipo de curva. Esta variación no es difícil de predecir.

b) Variaciones Cíclicas. Son aquellas que se repiten periódicamente cada determinado número de días, semanas, meses o años. Como ejemplo se pueden citar las variaciones que se observan cada 6 años debido al cambio de Presidente en México o el aumento de las ventas de las tiendas de autoservicio durante los fines de semana.

c) Variaciones Estacionales. Es un tipo especial de variación cíclica para la cual el ciclo es aproximadamente 1 año. Por lo tanto las variaciones estacionales se observan siempre en los mismos meses o en las mismas estaciones del año. Es más fácil predecir las variaciones estacionales que las demás variaciones cíclicas.

d) Variaciones Aleatorias. Estas son todas las demás variaciones que pueden ser provocadas, por ejemplo, por decisiones de los competidores, condiciones generales de la economía, eventos importantes que

puedan afectar las ventas de la empresa (organización de eventos, desarrollo de infraestructura, etc.), descubrimiento de nuevos productos o tecnologías, devaluación de la moneda, políticas generales del gobierno, nivel de salarios, tendencia de gustos de consumidores, moda, etc.

C A P I T U L O

I V

CONCEPTOS DE LA PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

E INVENTARIOS EN LA INDUSTRIA DE AUTO - PARTES

## Introducción.

En la actualidad se ha hecho cada vez más necesaria la implantación de técnicas, procedimientos y considerables esfuerzos encausados a la organización de los sistemas productivos de cualquier índole.

Al hablar de sistemas productivos pensemos que son aquellos en los cuales existe un proceso mediante el cual son creados bienes y servicios dentro de un contexto de rentabilidad y eficiencia.

La creación de bienes consiste en la transformación física de la materia prima que interviene como elemento en la elaboración de un producto, tal es el caso de las empresas o industrias manufactureras.

En el caso de la creación de servicios, la transformación consiste en la solicitud y en el préstamo del servicio: como ocurre en los grandes sistemas gubernamentales y en las empresas dedicadas a estos fines.

El objetivo primario de todo sistema productivo consiste en ganar una participación en el mercado existente, con un producto que deje utilidades, para poder servir al cliente, producir y vender artículos o servicios de la calidad adecuada, en la cantidad necesaria, en el tiempo requerido y a un costo mínimo.

No basta con que su producción resulte bien técnicamente, con que efectivamente se produzca lo que haya de producir, ya que una producción no solo debe ser efectiva, tiene que ser eficiente. La principal medida de éxito de un sistema productivo es su capacidad para desempeñar su propósito con el máximo rendimiento económico.

Tradicionalmente, la organización de éstos sistemas se ha visualizado como un conjunto de elementos independientes, los cuales se analizan por separado y en la mayoría de los casos las decisiones que se tomaban eran basadas en conocimientos empíricos (dados por la experiencia).

Actualmente, se ha visto la importancia y ventajas del punto de vista de sistemas, el cual trata de estudiar a los sistemas u organizaciones con una compleja red de comunicación e información necesaria para solucionar los problemas de ésta como un todo integrado. Efectivamente, debido a que día con día surgen innovaciones tecnológicas y por tanto creación de bienes y servicios con una mayor complejidad y sofisticación, debido al gran número de factores (económicos, tecnológicos, sociales, políticos, etc.) que influyen en estos sistemas, por lo cual se hace necesaria la depuración de técnicas actuales y la implementación de nuevos métodos para organizar y controlar eficientemente los sistemas productivos.



## Introducción.

En la actualidad se ha hecho cada vez más necesaria la implantación de técnicas, procedimientos y considerables esfuerzos encausados a la organización de los sistemas productivos de cualquier índole.

Al hablar de sistemas productivos pensemos que son aquellos en los cuales existe un proceso mediante el cual son creados bienes y servicios dentro de un contexto de rentabilidad y eficiencia.

La creación de bienes consiste en la transformación física de la materia prima que interviene como elemento en la elaboración de un producto, tal es el caso de las empresas o industrias manufactureras.

En el caso de la creación de servicios, la transformación consiste en la solicitud y en el préstamo del servicio: como ocurre en los grandes sistemas gubernamentales y en las empresas dedicadas a estos fines.

El objetivo primario de todo sistema productivo consiste en ganar una participación en el mercado existente, con un producto que deje utilidades, para poder servir al cliente, producir y vender artículos o servicios de la calidad adecuada, en la cantidad necesaria, en el tiempo requerido y a un costo mínimo.

No basta con que su producción resulte bien técnicamente, con que efectivamente se produzca lo que haya de producir, ya que una producción no solo debe ser efectiva, tiene que ser eficiente. La principal medida de éxito de un sistema productivo es su capacidad para desempeñar su propósito con el máximo rendimiento económico.

Tradicionalmente, la organización de éstos sistemas se ha visualizado como un conjunto de elementos independientes, los cuales se analizan por separado y en la mayoría de los casos las decisiones que se tomaban eran basadas en conocimientos empíricos (datos por la experiencia).

Actualmente, se ha visto la importancia y ventajas del punto de vista de sistemas, el cual trata de estudiar a los sistemas u organizaciones con una compleja red de comunicación e información necesaria para solucionar los problemas de ésta como un todo integrado. Efectivamente, debido a que día con día surgen innovaciones tecnológicas y por tanto creación de bienes y servicios con una mayor complejidad y sofisticación, debido al gran número de factores (económicos, tecnológicos, sociales, políticos, etc.) que influyen en estos sistemas, por lo cual se hace necesaria la depuración de técnicas actuales y la implementación de nuevos métodos para organizar y controlar eficientemente los sistemas productivos.

Como anteriormente se mencionó, el objetivo principal de un sistema productivo es el de crear bienes y servicios, para lo cual se visualiza la necesidad de contar con un sistema capaz de planear, organizar y controlar la producción y los inventarios de manera eficiente.

A continuación se tratará de dar un panorama general de los objetivos de la planeación y algunas de las técnicas de programación de la producción, así como, se analizará la estructura de los inventarios, costos involucrados en estos y diferentes métodos de control de inventarios que existen.

### Planeación y Control de la Producción

"La planeación de la producción tiene por objetivo preparar la formulación y facilitar la realización de programas de fabricación eficientes, oportunos, coordinados y económicos, a fin de acumular productos en la cantidad de la calidad y en las fechas programadas, para lo cual se necesita un sistema eficaz de control de producción adaptado a la índole de trabajo, el método de fabricación y el tamaño de la planta, de modo que se cuente con canales regulares, para la circulación de trabajo y procedimientos standard de tramitación, para evitar interrupciones, resolver las demoras y mantener en movimiento la producción".

Para desarrollar adecuados planes de producción es preciso que se tenga bastante información con respecto a:

- Cargas de trabajo
- Capacidad de producción
- Herramientas y equipo auxiliar
- Promesas de entrega
- Predicciones de ventas
- Alguna otra información que se requiera

Todo esto con objeto de planear secuencias detalladas de operaciones, calcular las dimensiones adecuadas de las partes y/o productos a fabricar, determinar la mejor combinación de herramientas y equipo, etc. Es decir, el planeamiento determinará dónde se va a realizar cierto trabajo, cómo se hará dicho trabajo y qué máquinas, herramientas o equipo se emplearán.

Cuando se fabrique un producto o determinadas partes, es conveniente registrar los resultados de ese trabajo, de manera que no tenga que repetirse el planeamiento cada vez que se requiera producir aquella parte o producto. El tener un adecuado planeamiento de la producción será de gran ayuda para maximizar el rendimiento de la Planta, minimizar el inventario de trabajos en proceso, la ociosidad en las máquinas y en los trabajadores, además de disminuir los conflic-

tos entre los departamentos involucrados con el sistema productivo.

### Programación de la Producción

La programación de la producción es la regulación del tiempo de control de la producción, es decir, aquí es donde se decide cuando se hará un trabajo. Los programas de producción muestran las cantidades de los artículos o partes a producir por los diferentes departamentos del sistema productivo, indica en que fecha se iniciará o terminará un trabajo y cada una de sus fases. Ahora, para desarrollar adecuados programas de la producción se han desarrollado ciertas técnicas o procedimientos auxiliares para la elaboración de éstos, los cuales se usan actualmente en diversas industrias, siendo los más conocidos los enunciados a continuación:

- Diagrama de Gantt
- Programa de Balance de líneas
- Método de ruta crítica (C.P.M.)
- Método Pert
- Método Pert/costo

La información que nos proporcione cada técnica (según sea el caso), será de gran ayuda para elaborar un programa básico o maestro, así como para realizar una gráfica de la carga de trabajo para cada máquina

y se podrá lograr una programación diaria de la producción. A continuación se explicará cada una de estas actividades para que no exista duda de ellas.

a) Programa Básico o Maestro de Producción.

Este programa indica las fechas en que se debe terminar las diferentes órdenes o pedidos, muestra las cantidades de los productos que se producirán o elaborarán teniendo en cuenta los tiempos de los procesos productivos.

Cuando se requiera realizar el programa maestro, hay que decidir la fecha en que deberá empezar a producirse un artículo, para cumplir con las fechas de entrega o para satisfacer el programa de ventas de la empresa. El programa maestro deberá ser elaborado de tal forma que proporcione el mejor balance de las cargas de trabajo tanto de las máquinas como de los hombres y tomando en cuenta los recursos disponibles para producir.

b) Carga de Trabajo.

Será de gran ayuda realizar una gráfica de la carga de trabajo de todas las máquinas del sistema productivo, con el fin de lograr el mejor arreglo de la carga uniforme de cada una de ellas.

La carga suele expresarse en horas de trabajo o en días. Una buena distribución de la carga ayudará para determinar las instalaciones inactivas, esto servirá para realizar en forma aceptable los cambios de personal, la programación del mantenimiento y otras actividades.

En la siguiente figura se muestra un modelo de una gráfica de carga de trabajo.

MAQUINARIA	10 Abril	11 Abril	12 Abril	13 Abril	14 Abril
FRESADORA NO. 1	[Hatched bar from 10 to 14 April]				
FRESADORA NO. 2	[Hatched bar from 10 to 12 April]				
SIERRA CINTA	[Hatched bar from 10 to 11 April]				
SIERRA HORIZONTAL	[Hatched bar from 10 to 13 April]				
TORNO REVOLVER	[Hatched bar from 10 to 14 April]				
TORNO AUTOMATICO	[Hatched bar from 10 to 14 April]				
CEPILLADORA	[Hatched bar from 10 to 13 April]				

GRAFICA DE CARGA DE TRABAJO



La gráfica de carga de trabajo no se puede considerar como un procedimiento para programar la producción ya que solo indica cuanto trabajo le toca a cada máquina, pero no indica cuando se hará ni la duración total del proceso productivo.

c) Programa Diario.

La programación diaria sirve para conocer cada día la cantidad de las partes o artículos a producir en cada zona de trabajo, es decir, el programa diario es un análisis más detallado del programa maestro, el cual se realiza para cada día del tiempo que dure la fabricación de un producto, tomando en cuenta factores como:

- Las operaciones de producción
- Las instalaciones
- Las zonas de trabajo
- Disponibilidad de máquinas y equipo
- Disponibilidad de mano de obra

Tanto el programa básico, la gráfica de carga de trabajo y el programa diario, no pueden considerarse como técnicas de programación de la producción, ya que se elaboran como consecuencia de los estudios realizados con dichos procedimientos en el sistema productivo de la empresa.

## Técnicas de Programación de la Producción





### a) Diagrama de Gantt.

"El diagrama de Gantt es una serie de líneas horizontales o barras en posiciones y longitudes, que muestran programas o presupuestos y el progreso se traza en la misma escala del tiempo".

Estos diagramas son los más usados en muchas industrias debido a su sencillez y a otros aspectos, como son: facilidad de comparar en ellos las labores planeadas y realizadas, facilidad para dibujar un diagrama de este tipo, son compactos ya que mucha información puede estar resumida en una gráfica de Gantt y debido a sus múltiples aplicaciones.

En el aspecto productivo, el diagrama de Gantt es de gran utilidad pues permite comparar de manera rápida y precisa, la producción lograda y la estimada de alguna parte o componente.

El diagrama o gráfica de Gantt puede utilizar diferentes símbolos para su representación, inclusive muchas compañías tienen los suyos propios, por lo tanto no hay una regla general para esto. La siguiente figura muestra un modelo de diagrama de Gantt.

Semanas					
Operación	2ºAbril	3ºAbril	4ºAbril	1ºMayo	2ºMayo
Submontaje A					
Submontaje B					
Submontaje C					
Montaje Final					

PROGRAMACION DE UN PROYECTO, UTILIZANDO  
EL DIAGRAMA DE GANTT

b) Balance de Líneas.

En cualquier tipo de industria existen formas diversas de líneas de producción. Cuando se requiera diseñar una línea de producción, ésta debe diseñarse tomando muy presente los recursos con los que cuenta la empresa lo cual se refleja en el análisis del tipo de instalaciones, equipo, herramientas y personal disponibles para la producción, así como el capital requerido o disponible para este fin. Esto se hace con el objeto de satisfacer los volúmenes de producción.

Si una o más operaciones exceden del tiempo que les fue asignado para obtener el volumen de producción, habrá un desbalance en la línea, por lo que será necesario analizar dichas operaciones para obtener un nuevo balance en la línea de producción, es decir, se requiere rebalancear las instalaciones productivas, asignando el personal adecuado a los requerimientos de esa línea.

Si se quiere realizar un eficiente programa de balance de líneas se necesita conocer el volumen fundamental de producción que se puede trabajar en las diversas instalaciones y máquinas, así como el personal disponible y adecuado con que se cuenta, esto se hace con el objeto de aumentar o disminuir las horas que se requieran trabajar y como consecuencia, aumentar o

disminuir los niveles de contratación.

Se han propuesto numerosos métodos teóricos y prácticos para la solución del problema de la secuencia y balance de líneas, entre estos tenemos el COMSOAL (método de computadora para establecer la secuencia de operaciones de las líneas de ensamble), el "balance heurístico de líneas" método ideado por Kilbridge y Wester, la "Técnica de Hoffman", etc.

Existen también otras técnicas auxiliares de balance que se pueden utilizar las cuales son:

Estudio cuidadoso de los métodos

Selección de los operarios

Subdivisión artificial de las operaciones

Análisis de la distribución de maquinaria y equipo

Análisis de la distribución de la planta, etc.

Estas técnicas son menos sofisticadas, pero son también efectivas para el balance de líneas aunque en menor grado.

c) Ruta Crítica (C.P.M.).

El método de programación de la ruta crítica o CPM (Critical Path Method) fue desarrollado en 1956 por dos compañías; la Dupont Company y la División Univac de la Remington Rand Corporation, en un proyecto destinado a controlar el mantenimiento de plantas químicas.

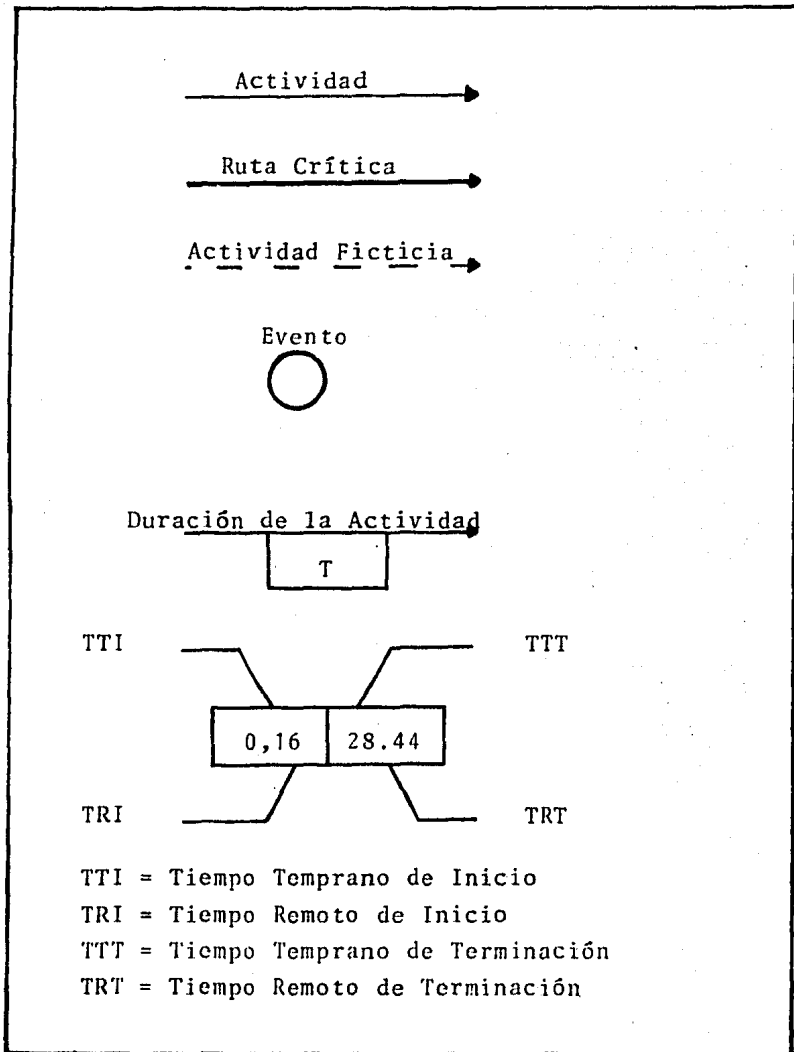
Este método es de gran utilidad para la programación de proyectos a gran escala y desarrolla el programa de producción en una red de operaciones y actividades. Si se desea elaborar un buen programa de producción de un trabajo utilizando ruta crítica, es preciso recabar la mayor información posible de este, en lo referente a:

- Operaciones que se requieran
- Equipo necesario
- Instalaciones
- Mano de Obra
- Secuencia de operaciones
- Operaciones que se puedan ejecutar simultáneamente
- Estimación del tiempo de las actividades y operaciones

- Cualquier otra información que se requiera
- Costos incurridos y por incurrir en los conceptos mencionados

Cuando se haya obtenido esta información, el siguiente paso será el de hacer un ordenamiento cuidadoso de los tiempos y operaciones que intervienen en el proyecto, con el fin de contemplarlo en el menor tiempo posible y logrando un uso eficaz de los recursos disponibles.

El método de la ruta crítica tiene algunas ventajas, por ejemplo: los aspectos críticos de cada actividad se señalan mucho antes de que ocurran, es posible tomar decisiones entre las diferentes operaciones o actividades, además se han desarrollado programas de computadora para la programación con este método. En la siguiente figura se muestran los símbolos clásicos que se emplean para la interpretación y elaboración de una ruta crítica.

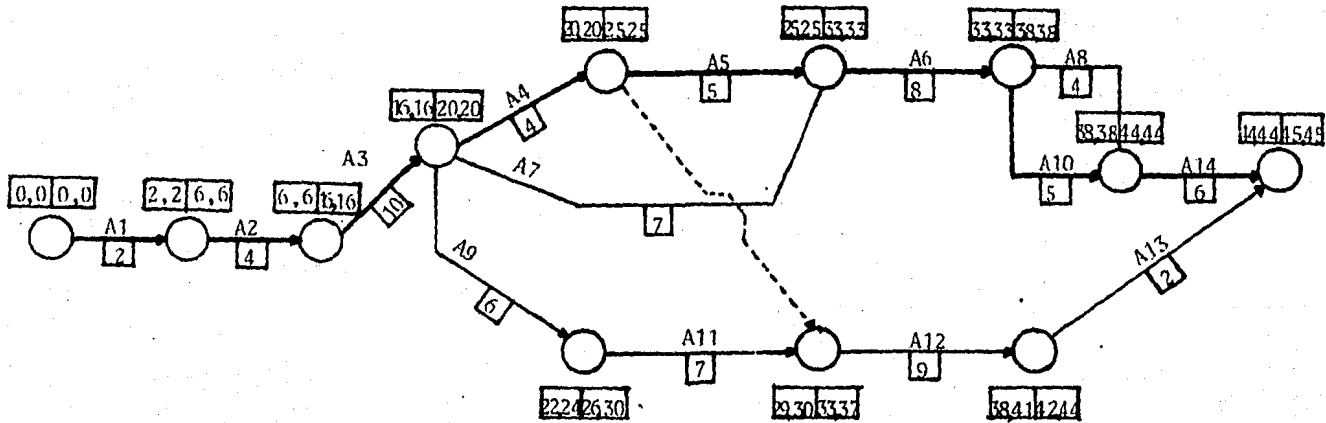


SIMBOLOS DE LA RUTA CRITICA



Es vital una retroalimentación constante de información con respecto al avance del proyecto y a los factores que pudieran afectar al progreso del mismo, debido a que en la ruta crítica están involucrados tiempos, lo cual ocasiona que la duración del proyecto esté expuesta a cambios, es decir, a medida que progresa el trabajo en las actividades, generalmente el trabajo efectivo se apartará de lo programado. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de una red de ruta crítica, en donde a la trayectoria más larga de la red se le conoce como ruta crítica, debido a que esta tiene que completarse en el tiempo requerido o asignado para que se cumpla el programa, pues como se ve en el ejemplo, las otras trayectorias tienen un margen u holgura para cumplirlo, es decir, la holgura o margen de una actividad estará representada por la diferencia entre el tiempo más corto y el más largo en que puede realizarse un evento. Se puede notar que en la ruta crítica no hay holgura.

No.	ACTIVIDADES	SECUENCIA	DURACION
1	EXCAVACION	Nada	2
2	CIMIENOS	1	4
3	PAREDES DE LADRILLO	2	10
4	PLOMERIA EXTERIOR	3	4
5	PLOMERIA INTERIOR	4	5
6	PAREDES DE MADERA	7,5	8
7	INSTALACIONES ELECTRICAS	3	7
8	PISO	6	4
9	TECJO	3	6
10	PINTURA INTERIOR	6	5
11	ACABAIDO EXTERIOR	9	7
12	PINTURA EXTERIOR	11,4	9
13	REMOZO EXTERIOR	12	2
14	REMOZO INTERIOR	8,10	6



- d) Método Pert (Program Evaluation and Review Technique).

La técnica PERT fue desarrollada y empleada en 1957 por la marina norteamericana, con el objeto de planear y controlar el proyecto POLARIS (programa de proyectiles balísticos polaris).

Este método se utiliza para proyectos a gran escala y al igual que el CPM refleja las operaciones y actividades del proyecto mediante una red.

La técnica PERT se emplea para predecir y programar el avance de un proyecto, así como para la estimación de cumplimiento del plan o programa, o sea proporciona la probabilidad de cumplir con la fecha de terminación del trabajo. El diagrama PERT es muy semejante al de CPM, salvo que tiene algunas diferencias, como por ejemplo:

- a) El PERT contiene más información.
- b) La metodología del PERT es probabilística, mientras que la del CPM es determinística.
- c) Existen diferencias en cuanto a la preparación de los respectivos diagramas de flechas.

Aunque originalmente la metodología del PERT era probabilística y la del CPM determinística, es posible utilizar cualquier modelo (probabilístico o determi-

nístico) en ambas técnicas, inclusive se han desarrollado programas de computadora con ambas metodologías.

Existen otras técnicas de programación que son auxiliares, son variantes o están muy relacionadas con las antes mencionadas, por ejemplo, existen técnicas que se han elaborado para proyectos a gran escala y que sirven como auxiliares para PERT y CPM, en el desarrollo de programas de producción; entre estas, tenemos las siguientes:

I) SPAR (programa calendarizado para la asignación de recursos).

Este es un modelo de programación desarrollado por Wiest para la asignación de recursos. Este modelo trata de asignar los recursos disponible a los diversos periodos o actividades de un proyecto.

II) SDR/CPM. Este es un modelo de programación para minimizar costos elaborados por Jones y Taubert. Este modelo se utiliza para tratar de reducir al mínimo el costo total de un proyecto y para programar el empleo de horas extras.

III) PERT/COSTO. Este es una variante del método PERT. Se utiliza para estimar los costos de cada actividad y cada operación que intervenga en un proyecto

a gran escala, además estima el costo total del proyecto.

Además de las técnicas de programación ya mencionadas, muchas compañías tienen sus propios programas de producción, algunos de los cuales son usados en computadoras, aunque estos programas son de uso particular, fueron elaborados con base a los ya existentes.

#### Tipos de Sistemas de Control de la Producción

Existen tres clases de sistemas básicos de control de la producción, los cuales son:

- a) Control por Pedido
- b) Control por Flujo o en Serie
- c) Control por Bloques

a) Control por Pedido. Se usa comunmente en aquellas empresas que fabrican una gran variedad de artículos, se controla el pedido de cada cliente o de cada orden de almacén a través de ciertas operaciones específicas de cada orden de producción, es decir, cada serie de artículos representa un lote constantemente identificable.

b) Control por Flujo o en Serie. Se usa frecuentemente en industrias que tienen fabricación continua o

en línea, o en aquellas compañías que manufacturan una línea estandarizada de producto, más o menos continuamente. Se controla el ritmo de producción en los diversos pasos del sistema productivo.

c) Control por Bloques. Este es similar en muchos aspectos a una combinación de las dos clases de control anteriormente mencionadas. Se presenta cuando ciertas partes o productos que son fabricados en serie, por alguna razón deben ser regulados en cantidades por lotes. El bloque representa la cantidad de trabajo que puede ejecutarse por una persona, grupo de personas y/o equipo, de un determinado periodo de tiempo.

Para que un sistema de control de la producción sea eficiente necesita ser progresivo, es decir, que se inicie con la formulación de un objetivo y las políticas generales a seguir; después elaborar un plan global en base a los pedidos o a los productos vendidos o para almacenar; luego conviene realizar continuamente una planeación de la producción para completar el plan y programa cada vez con más detalle.

Para tener un adecuado control de producción se necesita realizar la planeación y programación de ésta, además como todas las existencias en la empresa (partes, materiales, producto semiterminado, producto terminado, etc.) cuestan dinero y representan cierta cantidad de capital invertido o atado a la producción es de vital importancia para la empresa controlar dichas existencias, lo que se realiza mediante un sistema de control de inventarios.

### Planeación y Control de los Inventarios

#### El Concepto de Inventario

El problema que tiene tanto el que vende al menudeo, como el fabricante y la cantidad de partes en existencia son el tema que se tratará a continuación.

En efecto, para vender cualquier producto es necesario tener existencias y para satisfacer la demanda, será necesario mantener las existencia o producir artículos. Estas características son las que nos dan la naturaleza de un inventario, por tanto, el objetivo de todo sistema productivo consiste en tratar de tener un inventario con un método adecuado, tal que satisfaga la demanda.

Debido a que es tan variado el número y la cantidad de partes que se pueden tener en existencia, es

deseable contar con cada una de ellas en el tiempo preciso y de la calidad adecuada que permitirán su eficiente utilización posterior.

Una definición hecha por Fred Hanssman nos dice que: "Un inventario es un recurso ocioso de cualquier clase, con tal que este tenga valor económico".

Es importante, entonces, el tomar una decisión sobre la cantidad a tener en almacén, porque de ahí depende que podamos satisfacer las necesidades de los clientes o sea, es esencial planear por anticipado la cuantía de recursos ociosos, lo cual se expondrá más adelante.

Por otro lado, tener una cantidad excesiva de artículos aparte de la posibilidad que tienen de convertirse en obsoletos, el capital invertido en ellos nos privaría de aprovechar oportunidades de inversión ventajosas.

#### Estructura de los Sistemas Producción/Inventario

Se puede afirmar que en la actividad de cualquier sistema productivo, la demanda es el factor determinante en la estructura y nivel de los inventarios.

Se sabe que actualmente existen en ciertas industrias, volúmenes relativamente grandes y estandariza-



dos de producción, para lo cual se diseñan líneas que se emplearán para manufacturar artículos iguales en grandes cantidades: a este tipo se le denomina sistema continuo, ya que por un largo tiempo se estarán elaborando los mismos productos.

Existen también sistemas en los cuales la fabricación de artículos son sobre medida y/o la demanda no es la suficiente para la capacidad de la Planta, por lo que es necesario adoptar políticas para lograr que esa disponibilidad de equipo se emplee en otros artículos o exista una gran variedad de estilos, tamaños y diseños; esta conceptualización corresponde a la definición: sistemas intermitentes.

El último tipo corresponde a los sistemas de proyectos a gran escala, es decir, aquellos que se realizan una sola vez.

### Sistemas Continuos

En estos sistemas los requerimientos básicos serán los que determinen el diseño y la operación del sistema de producción, los que a su vez señalarán los niveles existentes o inventario de las partes.

Con lo anterior se podrá estar en la posibilidad de satisfacer la demanda. De aquí parte entonces el nivel de servicio al consumidor ya que al conocer el

tiempo que transcurre entre fincar un pedido, elaborarlo y surtirlo al cliente se podrá satisfacer al máximo a cada uno de ellos.

Dentro de este tipo de sistemas productivos tenemos la siguiente clasificación:

Sistema de  
Producción  
Continuos

Sistema de Inventarios Puros

Sistemas de Producción-Inventario para Altos Volúmenes

a) Sistemas de Inventarios Puros.

Este tipo se encuentra frecuentemente cuando se analiza o diseña parte de un modelo general más amplio, tal como se presenta en las operaciones de distribución al menudeo y al mayoreo, así como en el mercado.

b) Sistemas de Producción-Inventario para Altos Volúmenes.

En este tipo de sistemas se presentan problemas más complejos que en los sistemas de inventarios puros,

ya que se trata de problemas combinados de producción -inventarios, por lo que para analizar un sistema de este tipo se deben tomar en cuenta factores como son: pronóstico de la demanda de los consumidores, capacidad, localización y tamaño de la Planta, tamaño y localización del almacén, planeación y diseño de las instalaciones de producción, tiempos de entrega y tamaño de los lotes en la adquisición de las materias primas y los costos derivados de mantener en operación al sistema.

#### Sistemas Intermitentes

"En los sistemas intermitentes todo se relaciona con el requerimiento básico de mantener instalaciones y fuerza de trabajo "en inventario", para satisfacer las necesidades de una demanda que varía según el diseño, estilo y requerimientos tecnológicos".

Puesto que cada pedido o artículo requiere de una planeación y programa individual, es necesario contar con un inventario de recursos humanos y de equipo. Por consiguiente, el problema de inventario se reduce entonces a la cuantificación de "stocks" de materia prima y productos en proceso, conocidos comunmente como inventario de materia prima e inventario de productos en proceso.

Los sistemas intermitentes también conocidos como

sistemas de trabajo por orden se dividen internamente en:

Sistemas de  
Producción  
Intermitentes

Sistemas Abiertos

Sistemas Cerrados

a) Sistemas Abiertos.

Los sistemas abiertos son aquellos en los cuales el pedido es formulado por el cliente de acuerdo a características especificadas por este.

b) Sistemas Cerrados.

En este tipo de sistemas "el pedido" que se genera es cautivo de la empresa.

### Sistemas de Proyectos en Gran Escala

Son los que se realizan una sola vez, y el modelo estructural que lo define no es muy diferente que el de los sistemas de trabajos por órdenes. Para la realización de estos proyectos, la determinación y planeación de calendarios, constituyen uno de los problemas más importantes debido a la frecuencia y complejidad de las operaciones.

Otra base para un sistema de clasificación depende de que los inventarios de productos finales se conserven o se usen inmediatamente, bajo esta opción, los sistemas contínuos implican inventarios de producto terminado que se tendrán listos para satisfacer la demanda. No obstante, algunos sistemas intermitentes también producen para los inventarios sólo que producen un volumen conocido de productos, de acuerdo a un ciclo basado en el pronóstico de la demanda.

Por lo tanto, se puede hablar de la siguiente clasificación:

a) Sistemas de Productos Inventariables.

Sistemas de Inventarios Puros.

Sistemas de producción-inventario para altos volúmenes.

Sistemas de trabajos por órdenes cerrados.

b) Sistemas de Productos no Inventariables.

Sistemas de trabajos por órdenes abiertos.  
Proyectos en gran escala de una sola vez.

### Tipos de Inventarios

#### a) Inventarios en tránsito abierto.

Son aquellos que se encuentran en forma de materia prima o como inventarios en procesos en la fábrica. Su empleo adecuado redunda en una mayor economía, pues es más conveniente pedir por lotes en lugar de tratar de obtener las provisiones cuando se estén necesitando además se está en la posibilidad de prestar un servicio rápido.

#### b) Inventarios Cíclicos.

Son aquellos en los cuales el tamaño típico del pedido lo determina el ciclo o periodo que presentan las demoras del sistema de dotación; es decir, se debe de considerar la cantidad que se requiera para el consumo o demanda tomando en cuenta el periodo que pasará antes de ser reabastecido, pues los costos por revisar sus necesidades y preparar el pedido serán los mismos, independientemente, del tamaño del pedido. Además, es factible que los costos de transporte serán aproximadamente iguales en cierto intervalo de tamaños de pedidos.

#### c) Inventarios Estacionales.

Es común el caso de que la demanda promedio no se mantenga constante en el año. Si se comporta en forma

estacional, podemos escoger entre producir según la demanda esperada o de acuerdo con el nivel promedio de la demanda. Si optamos por esta última, se acumularán inventarios estacionales durante los periodos de ventas bajas que se podrán utilizar para cubrir las ventas de los periodos de ventas altas.

d) Inventarios de Contingencia.

Para la fijación de los niveles de los inventarios no es correcto recurrir a la demanda promedio, puesto que esta puede variar grandemente, reflejándose en el sistema como una demanda variable en cada punto. El resultado es que debe mantenerse un inventario adicional por encima del inventario cíclico para protegerse contra la posibilidad de que se presente una demanda mayor que la típica. Estos inventarios están determinados a absorber las fluctuaciones aleatorias de la demanda, mediante la determinación de la estimación de la demanda máxima que puede esperarse.

Existe además otro tipo de inventario que suele de nominarse función de enlace o inventario de enlace, pero que sustancialmente es una combinación de los inventarios cíclicos e inventarios en tránsito.

De los tipos anteriores de inventarios se puede deducir que son requeridos por la estructura misma del sistema de producción y desempeñan por lo tanto fun-



ciones vitales en el funcionamiento económico del mismo. Para poder determinar la política de inventarios adecuada a cada sistema de producción es primordial el conocimiento de la demanda futura, para conocer la demanda futura la teoría de decisiones puede darnos posibilidades con relación a nuestro conocimiento de la demanda actual. Estas posibilidades se pueden clasificar en tres categorías.

1) Problema de Inventario con certidumbre.

Podemos conocer exactamente cuál va a ser la demanda; este caso no es muy común pero se presenta, por ejemplo: cuando se construye una casa podemos conocer la cantidad de material necesario para la edificación de ésta o sea conocernos exactamente que tipos y cantidad de material se va a necesitar.

2) Problema de inventario con riesgo.

Este es el caso en que no se puede conocer de antemano cuál será el volumen de la demanda que en realidad puede aparecer en el mercado, por lo que será necesario recurrir a un pronóstico por medio del cual se podrá predecir con que probabilidad puede ocurrir una determinada magnitud de la demanda.

3) Problema de inventario con incertidumbre.

Son aquellos en los cuales no se conoce la distribu-

ción probabilística de la demanda. No existe procedimiento generalmente aceptado que deba seguirse.

No obstante que existen actualmente diversas y sofisticadas técnicas para solucionar el problema del control de los sistemas de inventarios, es conveniente algunas veces aplicar el sentido común y la observación para poder estar conscientes de qué cantidad debemos y podemos tener en almacén a un costo mínimo.

En efecto, para lo anterior es necesario entrar en detalle para la determinación de los costos que están involucrados en los inventarios.

### Solución al Problema de Inventarios

#### Análisis de Costos

La resolución analítica a la problemática que presentan la mayoría de los sistemas de inventarios está relacionada con la respuesta a dos preguntas fundamentales:

¿ Que cantidad pedir cada vez ?

(Ya sea un proveedor o a la Planta de Producción)

Y

¿ Cuando (o con qué frecuencia) hacer un pedido ?

Las dos preguntas fundamentales no son independientes ya que la respuesta a una de ellas afecta y en repetidas ocasiones determina por completo la respuesta de la otra.

Analizando la primera pregunta, se observa que el costo por pedir varía en forma directa con la frecuencia con que se pida; por otro lado, tendremos otro costo asociado por no hacer pedidos con la frecuencia necesaria.

De lo anterior, se puede concluir que el tiempo en que debe ordenarse un pedido será aquel en el cual el Punto de Reorden nos lo pida. Este punto es un nivel mínimo de existencias, es decir, es aquel en el que las existencias disponibles más las cantidades y pedido han disminuido hasta cierto nivel en el cual existe la necesidad de reabastecerse nuevamente.

En la determinación del punto de Reorden se deberán de tomar en cuenta los costos anteriormente mencionados.

En lo referente a la segunda pregunta, se tienen involucrados otros dos costos opuestos. Si no hubiese costo asociado al hecho de pedir demasiado, entonces, automáticamente, se pediría una cantidad enorme. En

forma similar, si no hubiera un costo asociado al hecho de ordenar muy poco, en tal caso el inventario no tendría existencias. Como se puede observar, en todos los problemas de inventario existen otros costos opuestos, y el primer paso del análisis debe ser determinar cuáles son los costos, y luego, si es posible medirlos. Para tal efecto, se consideran ahora estos costos con más detalle, para lo cual es conveniente formularnos otros importantes preguntas: ¿Cuál es su naturaleza? ¿Cómo podemos medirlos? Refiriéndonos en primer término al Costo de Adquisición, este consta de aquellos que se originan cuando se compra, que se les llama costo por pedir; y de los que se producen por autoabastecimiento, es decir, costos de acondicionamiento o de preparación.

Este último concepto sólo es válido cuando una compañía cuenta con una línea de producción que maquina artículos a base de órdenes de fabricación, por lo que entonces este costo se produce al hacer un cambio en la línea de producción; además, en este costo deben de quedar incluidos los costos de los trámites administrativos que requiere una orden.

A la segunda clase de costos se les denomina Costos de Aprovisionamiento, que son los costos por llevar y por no llevar inventarios. Los costos por llevar inventarios incluyen:

1) Costo del Efectivo invertido en el Inventario.

El dinero invertido en el inventario podría utilizarse en otra parte para obtener algún provecho. Como está invertido en el inventario, no puede disponerse de él. Esta circunstancia provoca que se asigne un costo que acuse la pérdida de utilidades, comunmente conocida como costo de oportunidad. El costo que se asigna depende del uso que se pudiera dar al dinero si estuviera disponible o en otro caso se aplicaría la tasa mínima de rendimiento.

2) Costo de Almacenaje.

El espacio que se requiere para almacenar el inventario generalmente tiene un costo asociado. Este costo proviene del hecho de que el espacio existente podría rentarse, venderse o utilizarse para otro tipo de instalaciones más productivas.

3) Costo por Deterioro.

Algunas clases de artículos bajan de valor durante su almacenamiento. Tal cosa ocurre como resultado de su deterioro real, obsolescencia o robo. Por tales motivos, esta pérdida de valor representa un costo que debe de asignarse al mantenimiento del inventario.

4) Costo por Seguro.

Como muchos artículos requieren seguros es necesario por lo tanto incluir este costo en el de mantener inventario.

Una segunda clase de costo asociado con el mantenimiento de un inventario es el que resulta al quedar existencias en el inventario después que la demanda del artículo ha terminado. A este costo se le llama Costo por Abarrotamiento. La interpretación y aplicación de este costo difiere según si el problema de inventario es estático o dinámico; el problema de un inventario estático es adquirir artículos por época o moda, pues una vez pasadas, estos se quedan en existencia. Esto tiene un costo asociado debido a las pérdidas por cada artículo que se queda, este será el costo de abarrotamiento. El problema de inventario dinámico tiene dos tipos: a) aquel que teniendo una existencia de artículos aunque no se vendan en una época en la siguiente saldrán, esto es, que no son dependientes de ninguna época o moda, ya que son artículos que siempre tienen demanda. En este caso no existe abarrotamiento pues siempre existirá demanda. b) Es cuando se tiene una cantidad de productos que se venden en varias épocas, ya en una de ellas hacemos un pedido y pasa la época o moda, tendremos el problema estático de inventarios ya mencionados. Si tenemos la posibilidad de hacer varios pedidos tendremos el caso de inventario dinámico. No habrá que tomar en cuenta el costo por abarrotamiento hasta el

último periodo de la temporada o época.

El costo por no llevar inventario se llama costo por agotamiento. Este costo tiene dos variantes, dependen de la reacción del cliente potencial frente al caso de agotamiento de existencias del proveedor. La primera variante consiste en efectuar un procedimiento rápido de emergencia para conseguir algunas existencias cuando se recibe el pedido, en su defecto, robarle existencias a otro pedido que requiera mayor tiempo para su entrega. Este costo suele denominarse "Pedido de entrega diferido" puesto que la venta al cliente no se perderá, sino que solamente el embarque sufrirá un retraso de unos cuantos días. Sin embargo, como resultado de la situación de agotamiento existirán costos adicionales: el costo de apresuramiento, costos por manejos especiales y con frecuencia costos por empaque y embarques extraordinarios. La otra variante sucede cuando la venta se pierde por no contar con existencias con que surtirla. Obviamente, es lógico pensar que esto produce un costo no tanto para la pérdida de la ganancia por no hacer la venta, sino por el hecho de que el cliente acudirá a otro proveedor que garantice la entrega completa en las fechas prometidas, que permitirán establecer la correcta programación de su producción.

Cuando sucede este caso, es extremadamente difícil, y con frecuencia prácticamente imposible medir este

costo: por lo que usualmente es necesario recurrir a estimaciones de costos.

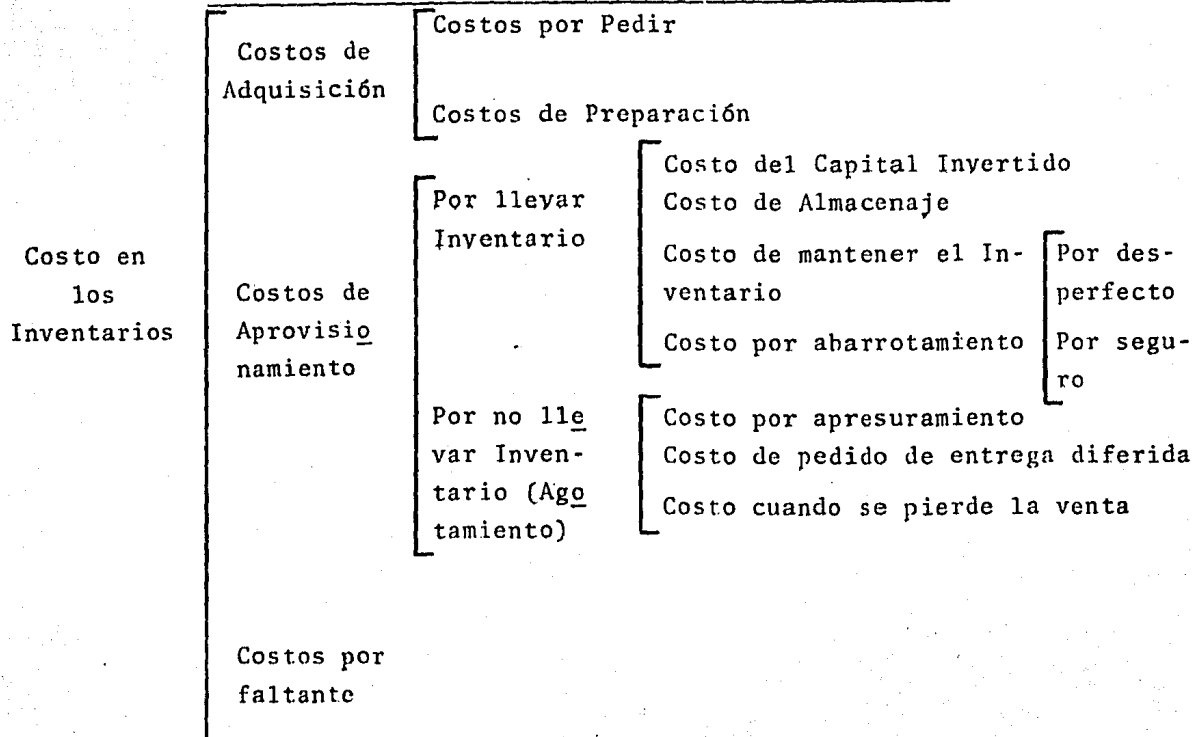
Otra clase de costo, denominado como costo por faltante es el que se presenta en una empresa que surte a sí misma. Normalmente, el efecto de un caso de faltante en estas circunstancias variará desde la necesidad de sustituir este artículo por otro más costoso o de calidad inferior, hasta la interrupción de algún proceso de fabricación debido a la falta de esta parte o artículo.

Los costos fundamentales que afectan los inventarios, son todos aquellos que intervengan en un problema de inventarios, pero para el costo total interviene la suma de todos los costos que se puedan evaluar, ya que existen algunos tipos de costos que no se pueden medir directamente debido a que son intangibles, por lo que es necesario recurrir a una estimación para insertar el costo probable o aproximado de éstos.

Los demás costos podrán ser determinados directamente y en forma correcta de los registros de costos. La correcta evaluación del costo total dependerá de la habilidad que se tenga para medir e identificar cada uno de ellos.



CUADRO SINOPTICO DE LOS COSTOS EN LOS INVENTARIOS



### Cuando hay que Pedir

El problema principal de los inventarios es tener siempre un nivel de material adecuado a las necesidades de producción o de entrega, pues un nivel de inventarios mayor o menor que el requerido podría resultar costoso. Para mantener los inventarios al menor costo posible, es importante conocer cuando es necesario hacer los pedidos de material o cual se obtendrá si se determina el "Punto de Reorden" o nivel de existencias en el que se debe de pedir nuevamente.

Entre los factores que más afectan el manejo de los modelos de inventario, se encuentran dos; uno que es la incertidumbre con respecto a la demanda y otro que es la incertidumbre en el tiempo de entrega del suministro.

Debido a que generalmente la demanda es variable, conviene mantener siempre inventarios mayores que los estimados, pues puede haber demandas mayores que las calculadas, lo cual ocasionaría un agotamiento de las existencias antes de lo previsto. El agotamiento de las existencias también puede aparecer cuando el tiempo de entrega de los suministros excede al tiempo estipulado, ya sea en el interior de la fábrica o por parte de los proveedores.

Por las razones expuestas, es preciso tener siem-

pre inventarios extras en el modelo de inventarios, a estos se les conoce con el nombre de: inventarios de contingencia o de seguridad. Estos deben ser diseñados de tal forma que satisfagan los requisitos de los objetivos del sistema productivo, es decir, que puedan absorber las variaciones de la demanda y/o las variaciones en el tiempo de entrega del material, para con esto lograr disminuir el riesgo de agotamiento de las existencias.

El inventario de contingencia se calcula de la siguiente manera:

$$B = L (D_{\text{máx}} - \bar{D})$$

B - Inventario de Contingencia

L - Tiempo de entrega

$D_{\text{máx}}$  - Demanda máxima

D - Demanda media

Hay que tomar en cuenta también los costos que están involucrados en los inventarios de seguridad, por lo que se debe de planear un nivel eficiente de bancos de contingencia de tal manera que la suma de los costos esperados del inventario y del agotamiento de los mismos se reduzcan al mínimo.

En seguida se analizará el problema de la incertidumbre en el tiempo de entrega bajo dos suposiciones

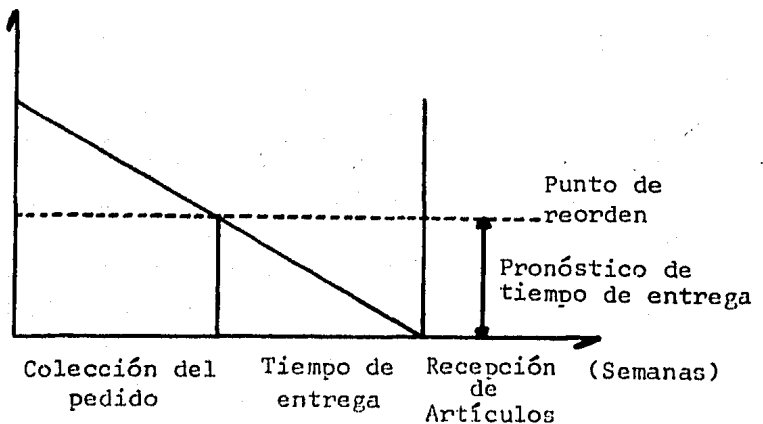
diferentes, que son: tiempo de entrega breve y tiempo de entrega largo.

### Tiempo Entrega Breve

El tiempo de entrega es el tiempo con que se cuenta entre el momento en que se hace un pedido y el momento en el que se reciben los productos en el almacén.

Si se supone que el tiempo de entrega de un cierto número de piezas es de una semana, entonces el punto de reorden o de pedido será cuando la cantidad en existencia sea igual a las ventas de una semana (estas ventas se pueden pronosticar y se les conoce como pronóstico de tiempo de entrega), es decir el punto de reorden de un inventario será el nivel de existencias en el cual debe de realizarse un nuevo pedido.

Existencias



pre inventarios extras en el modelo de inventarios, a estos se les conoce con el nombre de: inventarios de contingencia o de seguridad. Estos deben ser diseñados de tal forma que satisfagan los requisitos de los objetivos del sistema productivo, es decir, que puedan absorber las variaciones de la demanda y/o las variaciones en el tiempo de entrega del material, para con esto lograr disminuir el riesgo de agotamiento de las existencias.

El inventario de contingencia se calcula de la siguiente manera:

$$B = L (D_{\text{máx}} - \bar{D})$$

B - Inventario de Contingencia

L - Tiempo de entrega

$D_{\text{máx}}$  - Demanda máxima

D - Demanda media

Hay que tomar en cuenta también los costos que están involucrados en los inventarios de seguridad, por lo que se debe de planear un nivel eficiente de bancos de contingencia de tal manera que la suma de los costos esperados del inventario y del agotamiento de los mismos se reduzcan al mínimo.

En seguida se analizará el problema de la incertidumbre en el tiempo de entrega bajo dos suposiciones

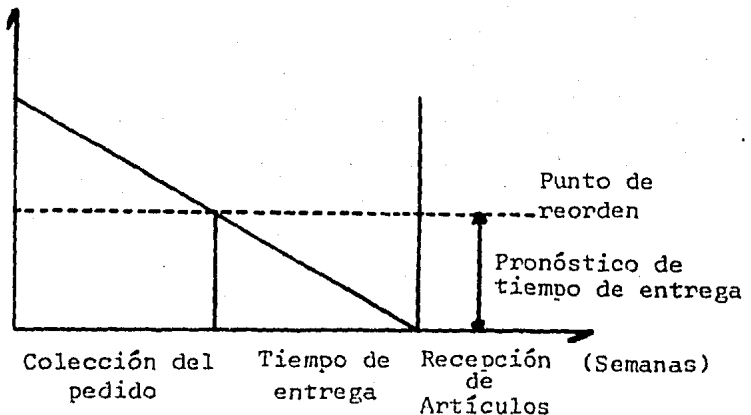
diferentes, que son: tiempo de entrega breve y tiempo de entrega largo.

### Tiempo Entrega Breve

El tiempo de entrega es el tiempo con que se cuenta entre el momento en que se hace un pedido y el momento en el que se reciben los productos en el almacén.

Si se supone que el tiempo de entrega de un cierto número de piezas es de una semana, entonces el punto de reorden o de pedido será cuando la cantidad en existencia sea igual a las ventas de una semana (estas ventas se pueden pronosticar y se les conoce como pronóstico de tiempo de entrega), es decir el punto de reorden de un inventario será el nivel de existencias en el cual debe de realizarse un nuevo pedido.

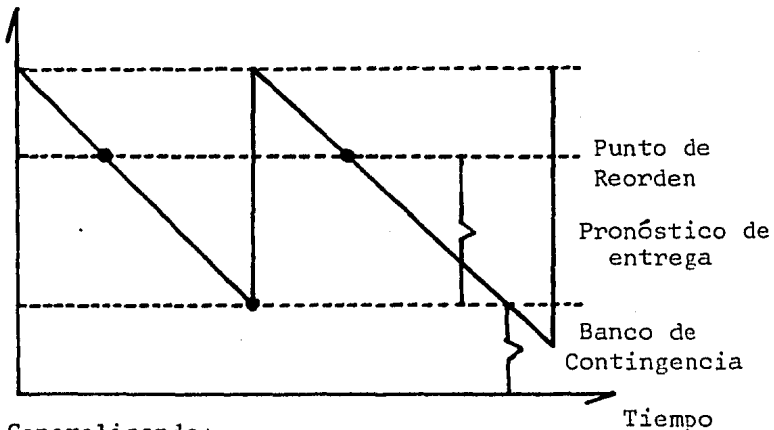
Existencias



Puede acontecer que el pronóstico de ventas pudiera resultar bajo en referencia a las ventas reales de esa semana, o que el tiempo de entrega se retrase, esto ocasionaría un agotamiento de las existencias y por consiguiente una pérdida de posibles ventas. Por las razones expuestas se debe de considerar la ventaja de contar con existencias de seguridad a las cuales se les conoce también con el nombre de bancos de contingencia o inventarios de contingencia.

Cuando se calcule el punto de reorden se debe de tomar en cuenta también las existencias de seguridad.

Cantidad



Generalizando:

$$\text{Punto de Reorden} = \text{pronóstico de venta} + \text{existencias de seguridad durante el tiempo de entrega}$$

Tiempo de Entrega Largo

Si el tiempo de entrega es largo puede que se tenga que hacer un pedido antes de que los anteriores hayan sido entregados, por lo tanto el total de la cantidad disponible será: las existencias en almacén, más las existencias en pedidos pendientes de recibir.

Cuando la cantidad disponible haya llegado al punto de reorden, deberá realizarse el nuevo pedido. El punto de reorden se calcula de la misma manera que en el caso anterior.

Para un mejor entendimiento del momento en que debe de pedirse nuevamente, cuando el tiempo de entrega es largo, se explicará con un ejemplo:

Tiempo de entrega = 4 meses

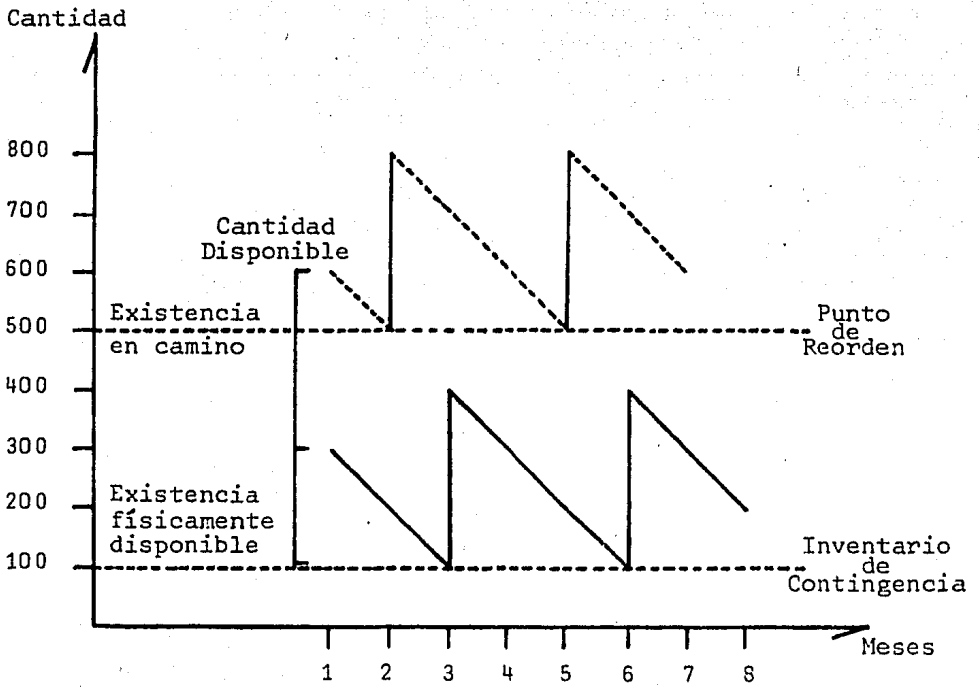
Ventas = 100/mes

Existencias de Seguridad = 1 mes

Cantidad de Pedido = 300

Punto del Pedido =  $4 \times 100 + 100 = 500$





TIEMPO DE ENTREGA

Mes No. 2 La cantidad disponible ha descendido el punto de reorden, de manera que se tiene que hacer un pedido de 300 piezas.

Mes No. 3 Se reciben los productos de un pedido hecho anteriormente. Las existencias en almacén aumentan, las existencias en pedido pendiente descienden y la cantidad disponible permanece inalterada.

Mes No. 5 La cantidad disponible alcanza el punto de reorden, por lo que se hace un nuevo pedido.

Mes No. 6 Se reciben los productos pedidos en el mes No. 2 y así sucesivamente.

Como se ve en el ejemplo, la cantidad disponible comparada, con el punto de reorden es lo que determina si debe de hacerse un nuevo pedido.

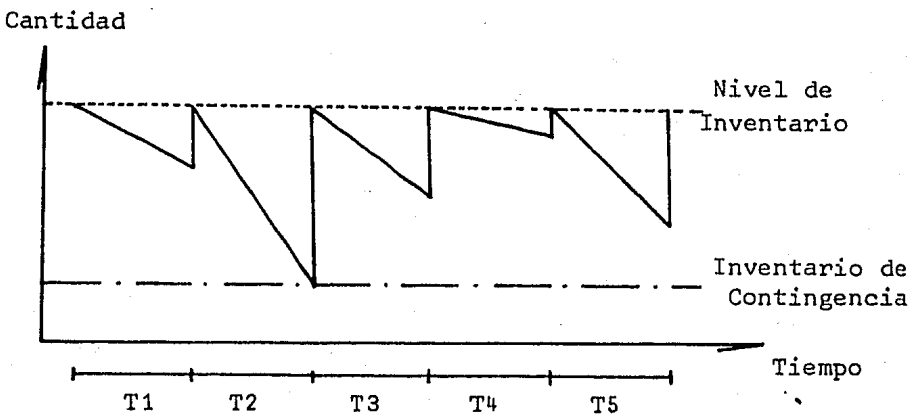
#### Periodo de Revisión

Es importante que en los modelos de inventarios se resuelvan todos los posibles problemas en lo referente a control de existencias, ya que puede resultar costoso que no se lleve un control adecuado y además el modelo de inventarios puede resultar poco eficiente para nuestros fines. Por estas razones, es conve-

niente utilizar cualquiera de las dos técnicas comunes que se usan para el control de existencias: El Método de la Cantidad fija de Pedido, aunque también es posible utilizar una combinación de estos dos métodos o cualquier otro sistema de control o revisión de existencias.

a) Método a Tiempo Fijo.

Con este método, el tiempo se mantiene fijo mientras que la cantidad del pedido es la que varía. Lo que se hace es mantener una vigilancia periódica a los artículos de inventario, para llevar el nivel de material a lo previamente establecido, es decir, fundamentalmente el reabastecimiento de pedidos de tamaño variable mediante un ciclo periódico de tiempo.



METODO DE REVISION A TIEMPO FIJO

Cuando la existencia de artículos son reducidos, lo más conveniente es utilizar este método manualmente, examinando los registros de los artículos para decidir con que periodicidad se realizará el nuevo pedido. Pero cuando la variedad de artículos y partes es muy grande, es recomendable realizar un análisis económico para tomar la decisión de hacer la revisión del estado de existencias, manualmente o por computadora.

La ventaja de la computadora es que se puede conocer el estado de existencias más rápidamente, pero es necesario retroalimentarle información constante con respecto a la variación de la demanda y a los movimientos de entrada y salida de material en el proceso productivo.

En la práctica se pueden presentar problemas al emplear el método de revisión a tiempo fijo, por ejemplo, si en un determinado periodo de tiempo la demanda fue muy baja, entonces la persona encargada de checar el nivel de existencias, puede tomar la decisión de no hacer un nuevo pedido ya que el nivel varió muy poco, pero esto provoca una incertidumbre con respecto al siguiente periodo de revisión, pues la demanda podría aumentar considerablemente, lo que suscitaría que al momento de hacer la nueva revisión periódica pudiera hallarse un agotamiento de las existencias o una provisión relativamente baja.

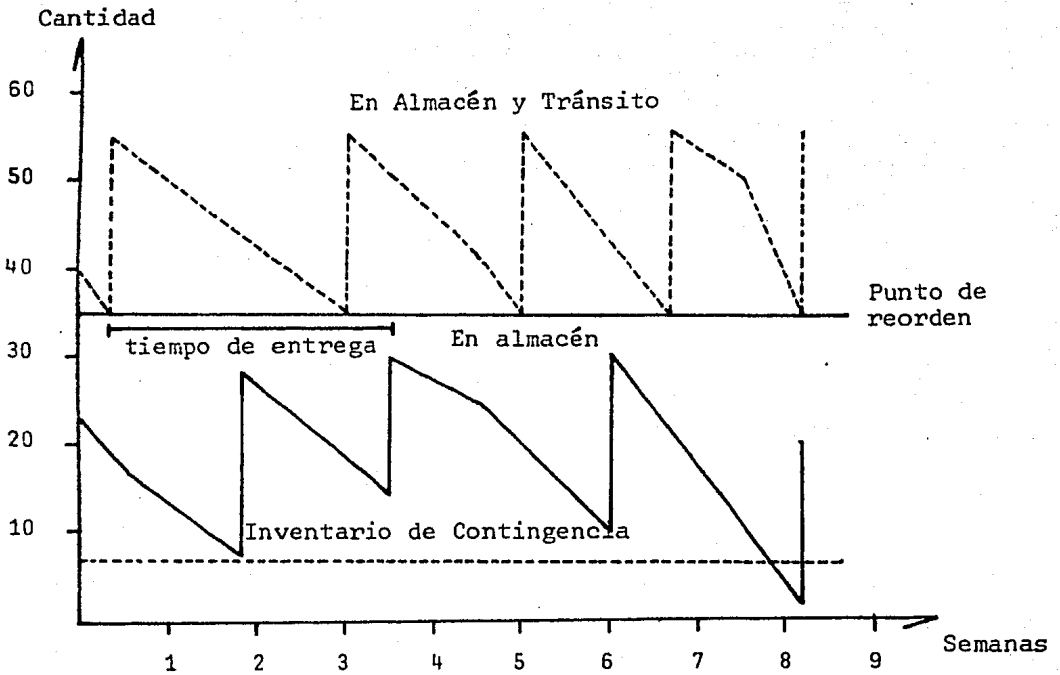
b) Método de Cantidad fija de Pedido.

Cuando se utiliza este método, se puede sacar material hasta un punto en el cual quede material suficiente para esperar el tiempo de reposición. El tiempo en este método va a ser variable y va a depender de la velocidad con que varíe el nivel de existencias para llegar al punto de renovación del pedido.

Para este sistema de revisión se utiliza también como herramienta la computadora, siendo recomendable realizar un estudio económico para tomar la decisión de utilizarla.

La cantidad para renovación de pedido se calcula tomando en cuenta los tiempos de entrega del proveedor o posibles proveedores y el inventario de seguridad que se establezca, es decir, el grado de renovación de pedido debe ser la cantidad para reserva de seguridad, más lo que se necesite durante el tiempo en el que se hace el pedido y se recibe.

Este método de cantidad fija de pedido es también conocido como sistema de los dos depósitos o receptáculos ya que proviene de la práctica de separar físicamente una cantidad igual al nivel del punto de pedido para satisfacer la demanda máxima durante el tiempo de entrega.



**METODO DE CANTIDAD FIJA DE PEDIDO**

Al igual que el método de revisión a tiempo fijo, este necesita una constante retroalimentación de información con respecto a la variabilidad de la demanda, para que resulte eficiente el control de existencias y no se incurra en altos costos.

### Que Cantidad Pedir

Los requerimientos que se pedirán para un periodo determinado se pueden considerar compuestos por uno o varios lotes: se define como lote "al conjunto de materiales a los cuales se les atribuye la misma identidad". El tamaño del lote, o sea, la cantidad a pedir se determina en algunos casos por comodidad en la fabricación, conveniencia de los departamentos de producción, control de calidad, embarques, etc., pero el factor principal para su determinación es su evaluación económica.

Si por ejemplo se considera el pronóstico de la demanda de ciertos productos terminados, en los cuales se utilizarán diversas materias primas, la compra de éstas planteará las siguientes decisiones:

1. Pedir la cantidad total de materias primas una sola vez al año.
2. Pedir una unidad cada vez, a medida que se vaya necesitando.

3. Pedir varias veces en el año, alguna fracción del total requerido.

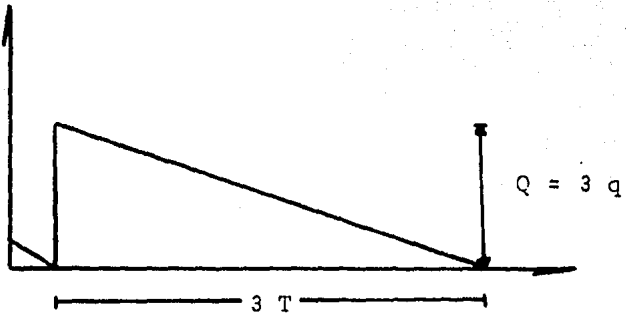
Obviamente, la mejor alternativa será la que logre al mínimo costo.

Por tanto, la solución a la pregunta ¿ Que cantidad pedir ? será dada por el tamaño del lote económico, éste se define como: "La cantidad que puede comprarse o producirse con un costo mínimo".

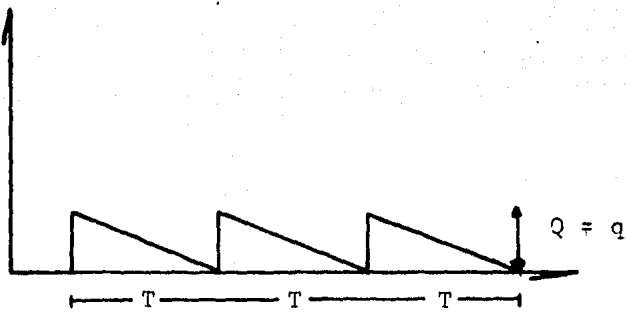
De lo anterior resulta una relación, que es importante, entre el tamaño del lote y el número de éstos, es evidente que cuanto mayor es el tamaño del lote menor será el número de pedidos necesarios para satisfacer los requerimientos de existencias y por el contrario para tamaños pequeños de lote, mayor y más frecuente será el número de pedidos.

Esto se puede presentar mediante gráficas en dientes de sierra, como se ve en la siguiente figura.





- a) Pedidos grandes y poco frecuentes
- b) Pedidos pequeños y frecuentes



En la figura anterior, se realiza un solo pedido, para cubrir las necesidades durante todo el período, en la figura se realizan varios pedidos donde cada uno de ellos cubre una parte del periodo, en ambos casos el volumen total pedido debe ser igual a la demanda total para el periodo. Para la determinación del volumen económico de los lotes se debe tener presente esta relación inversa entre volúmenes y número de los lotes.

La forma de resolver el problema del volumen económico del lote es llevar al mínimo el costo de material en existencia. La cantidad que debemos pedir depende del costo de la elaboración de pedidos o costo de adquisición y del costo de aprovisionamiento o costo de mantenimiento, por lo que la cantidad más económica a pedir (volumen económico del lote) será aquella para la cual la suma de estos costos sea la más baja posible.

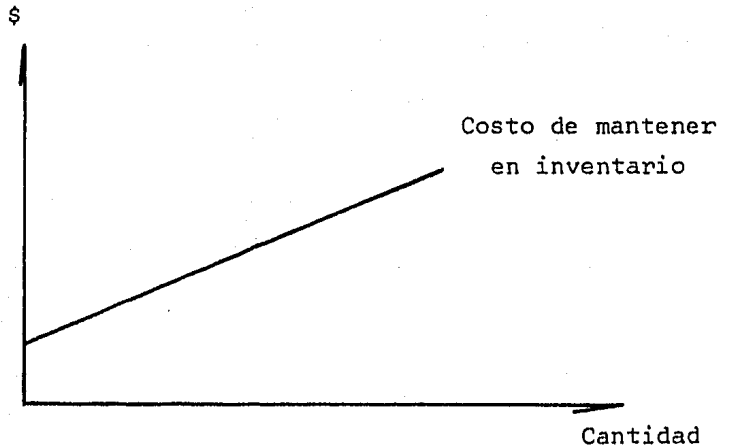
#### Examinando estos Costos

Costo de Preparación de Pedidos. Los costos durante el periodo por la elaboración de pedidos se reduce aumentando las cantidades de pedido.

Costo de Mantenimiento. De pedidos en cantidades grandes resulta un nivel promedio alto de existencias y de pedidos en cantidades pequeñas resulta un nivel

promedio menor de existencia. Sin tomar en cuenta las existencias de seguridad, el nivel promedio de existencias será igual a: la mitad de la cantidad a pedir. Anteriormente se habló de los costos involucrados por mantener inventario y como consecuencia se observa que este costo aumenta cuando se aumenta la cantidad a pedir.

Si observamos estos costos en una gráfica (cantidad a pedir vs costo) podremos visualizar su comportamiento.



Como se puede ver en la gráfica, un tamaño de lote grande nos dará costos de pedir bajos pero los costos de mantener serán altos; por el contrario, un lote pequeño tendrá gastos de preparación grandes, pero los de mantenimiento serán bajos. El objetivo será por lo tanto determinar un tamaño económico que minimize estos dos costos.

#### Modelo para la Determinación del Volumen Económico de los Lotes

El modelo que se desarrolla a continuación es el más simple y sencillo, el cual se aplica bastante en la industria, no obstante que su planteamiento asume las siguientes suposiciones.

- 1° El pedido se recibe cuando las existencias están agotadas, no se considera la existencia de seguridad.
- 2° El costo de mantenimiento se aplica al valor medio de inventario, no tomando en cuenta todos los gastos de almacenaje y otros que no desaparecen con la baja de existencias.
- 3° El costo por unidad será constante.

Para determinar el volumen económico del lote es necesario determinar el costo más bajo de las existen-

cias durante el periodo dado, por lo tanto a continua  
ción se evaluará el costo por periodo:

$$Ct = Cp + Cm + Ca$$

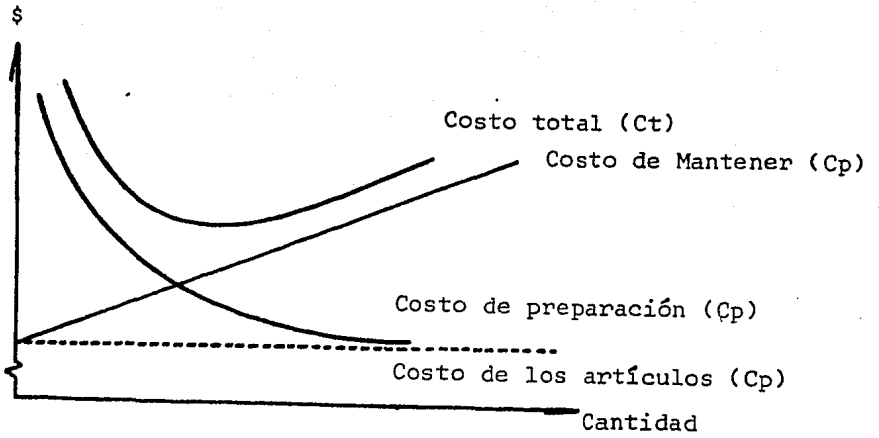
donde:

Ct = Costo total durante el periodo

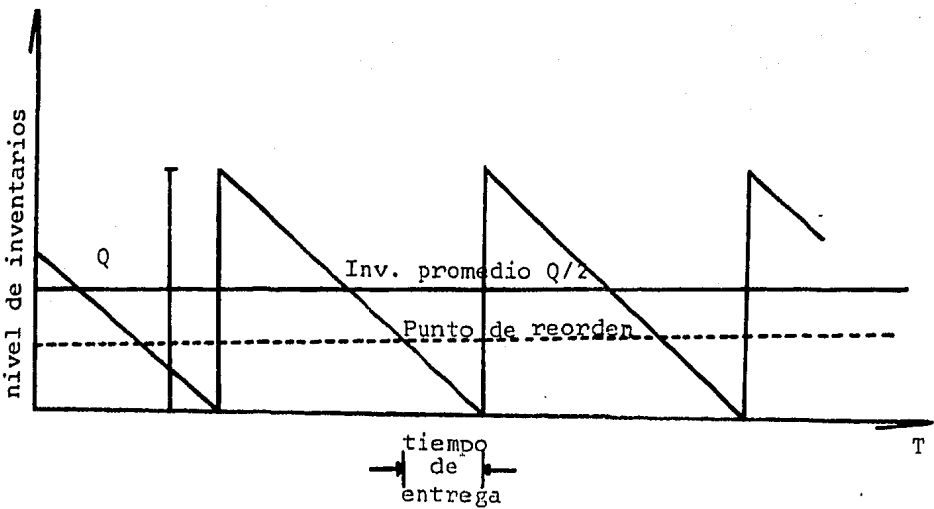
Cp = Costo de preparación de pedidos

Cm = Costo para mantener en inventario

Ca = Costo de los artículos inventariados



GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DE COSTOS



Analizando cada costo y siendo:

Y = demanda anual (unidades/año)

Q = tamaño económico de los lotes (unidades/lote)

C = Costo de elaborar un pedido (\$/lote)

Q/2=Existencias promedio conservadas durante el periodo

U = Costo por unidad (\$/Unidad)

I = Gasto de conservación en %

Se tiene:

a) Costo de Preparación.

$$C_p = \frac{\text{demanda anual}}{\text{tamaño económico del lote}} \times \text{costo de elaborar pedido}$$

O sea:

$$C_p = \frac{Y}{Q} C_e$$

b) Costo de Mantener.

$$C_m = \text{Existencias promedio durante el periodo} \times \text{Costo Unitario} \times \text{Gastos de conservación en \%}$$

Así:

$$C_m = \frac{Q}{2} UI$$

c) Costo de los Artículos Inventariados.

$$C_a = \text{Demanda Anual} \times \text{Costo Unitario}$$

Por tanto:

$$C_a = YU$$

Expresando el costo total de las existencias por pedido:

$$C_t = \frac{Y}{Q} C_e + \frac{Q}{2} UI + YU$$

Todos los términos del segundo miembro de la ecuación se determinan fácilmente de la información referente a costo e inventarios propios de cada empresa a excepción de  $Q$ , que nos dará el volumen del lote económico.

Para conocer el tamaño económico del lote, que se denomina  $Q_0$ , existen varios tipos de solución:

- Solución Tabular
- Solución Nomográfica



- Solución Analítica

a) Solución Tabular. Este método consiste en constituir una tabla en la que se analizan los costos en que incurre con diferentes tamaños del lote. Para la comprensión de este método se da el siguiente ejemplo.

Suponiendo los siguientes datos:

Y = 1000 unidades / año

Ce = \$ 20.00/lote

U = \$ 5.00/Unidad

I = 20%

Se construye la tabla de costos (costo de preparar, costo de mantener y costo de artículos), para diferentes tamaños de lote.

Lotes/ periodo	Q	Yc/Q	QUI/2	YU	Ct=Costo Total
1	1000	20	500	5000	5,520
2	500	40	250	5000	5,290
3	333	60	166	5000	5,226
4	250	80	125	5000	5,205
5	200	100	100	5000	5,200
6	166	120	83	5000	5,203
7	168	140	71.5	5000	5,211.5
8	125	160	62.5	5000	5,222.5
9	111	180	55.5	5000	5,235.5
10	100	200	50	5000	5,250

De la columna de costo total se puede ver que para un solo pedido, o sea, un lote de 1000 unidades, el costo total es de \$ 5,520.00, aumentando el número de pedidos (o reduciendo el tamaño del lote) el costo total baja gradualmente hasta \$ 5,200.00 y empieza a subir otra vez, por tanto, el volumen económico del lote será aquel en el cual los costos en que se incurre son los menores, en este caso  $Q_0 = 200$  unidades es el tamaño económico del lote, con un costo total de 5,200.00

b) Solución Nomográfica. Algunas empresas han recurrido a los nomogramas para la determinación del volumen económico del lote ( $Q_0$ ) procedimiento que resulta bastante práctico.

c) Solución Analítica. Esta solución parte del conocimiento de la ecuación de costo total de las existencias por periodo:

$$Ct = \frac{Y Ce}{Q} + \frac{QUI}{2} + YU$$

para encontrar el volumen económico del lote ( $Q_0$ ), es necesario optimizar dicha ecuación, mediante el siguiente procedimiento:

1. Se encuentra la derivada de la función con respecto a  $Q$  y se iguala con cero.

$$\frac{d C_t}{d Q} = - \frac{Y C_e}{Q^2} + \frac{UI}{2} - \frac{Y C_e}{Q^2} + \frac{UI}{2} = 0$$

2. Resolver para el valor de  $Q_0$ .

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2Y C_e}{UI}}$$

que será el tamaño económico del lote

Sustituyendo el valor de  $Q_0$  en la ecuación de costo total se podrá conocer el costo total óptimo ( $C_{to}$ )

$$C_{to} = \sqrt{2 Y C_e UI} + YU$$

El número óptimo de pedidos ( $W_0$ ) será:

$$N_0 = Y/Q_0$$

y el tiempo óptimo de pedido ( $T_0$ ) será:

$$T_0 = \frac{Q_0}{Y} = \frac{1}{N_0}$$

Para ejemplificar el manejo de estas fórmulas, utilizaremos los mismos datos del ejemplo resuelto mediante el método tabular.

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2(1000)(20)}{5(0.20)}} = 200 \text{ unidades}$$

$$\begin{aligned} \text{Cto} &= \sqrt{2(1000)(20)(5)(0.20) + 1000(5)} \\ &= 200 + 5000 = 5,200.00 \end{aligned}$$

$$\text{No} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ pedidos}$$

$$\text{To} = \frac{1}{\text{No}} = 0.2 \text{ periodos}$$

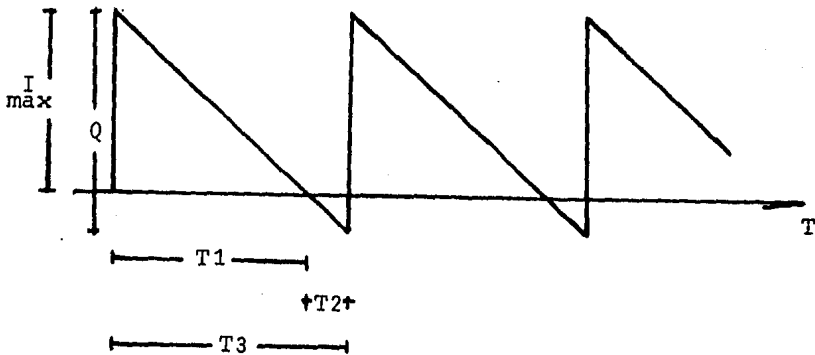
Comparando los resultados obtenidos mediante este método y el método tabular, se observa que son idénticos, lo cual nos lleva a la conclusión de que el tamaño económico del lote  $Q_0$  siempre será el mismo no importando el método empleado para su determinación.

En los modelos que se han desarrollado, se han tomado como ciertas las suposiciones en un principio expuestas. Una de las suposiciones es la de que el modelo no admite pedidos pendientes, en la realidad se sabe que en algunas empresas se admiten faltantes a pedidos pendientes o con un costo asociado que se denomina costo por faltante o costo de escasez.

Esto conduce a tener que determinar un tamaño económico del lote involucrando este costo.

Determinación del Tamaño Económico del Lote  
con Costo faltante o escasez

Quando se tiene costo por faltante o escasez el sistema de inventarios resultante se puede representar gráficamente como se muestra en la siguiente figura:



donde:

- $T_1$  = tiempo durante el cual el inventario es positivo (no existen faltantes)
- $T_2$  = tiempo durante el cual el inventario es negativo (existen faltantes)

T3 = tiempo total del ciclo

Q = tamaño del lote

I<sub>max</sub> = inventario máximo

La expresión del costo total para un solo ciclo es:

a) Costo de Preparación

C<sub>p</sub> = Costo de elaborar un pedido

C<sub>p</sub> = C<sub>e</sub>

b) Costo de Mantener

Durante el tiempo T1:

C<sub>m1</sub> =  $\frac{I_{max}}{2}$  x costo unitario x gastos de conservación en % - XT

De la figura anterior:

$$T1 = \frac{I_{max}}{Y}$$

Por lo tanto:

$$C_{m1} = \frac{I_{max}^2}{2Y} UI$$

Durante el tiempo T2;

$$C_{m2} = \frac{Q - I_{max}}{2} \text{ x costo por faltante x } T2$$

De la figura anterior:

$$T2 = \frac{Q - I_{\max}}{Y}$$

Por lo tanto:

$$Cm2 = \frac{(Q - I_{\max})^2}{2Y} \times Cf$$

El costo de mantener durante un ciclo (T3) será:

$$Cm = Cm1 + Cm2$$

Sustituyendo Cm1 y Cm2

$$Cm = \frac{I_{\max}^2}{2Y} UI + \frac{(Q - I_{\max})^2}{2Y} Cf$$

El costo total para un ciclo será:

$$Ct = Cp + Cm$$

O sea:

$$Ct = Ce + \frac{I_{\max}^2}{2Y} UI + \frac{(Q - I_{\max})^2}{2Y} Cf$$

Para n ciclos, la ecuación de costo total se multiplica por el número de pedidos durante el periodo de producción que serán:

$$\text{Número de pedidos} = \frac{Y}{Q}$$

con lo que la ecuación de costo total queda de la siguiente forma:

$$C_t = \frac{C_e Y}{Q} + \frac{I^2_{\max}}{2Q} UI + \frac{(Q - I_{\max})^2}{2Q} C_f$$

Por lo que será necesario sumar el costo de los artículos inventariados durante el periodo de producción  $C_a = YU$

$$C_t = \frac{C_e Y}{Q} + \frac{I^2_{\max}}{2Q} UI + \frac{(Q - I_{\max})^2}{2Q} C_f + YU$$

Para determinar los valores óptimos de  $I_{\max}$  y  $Q$ , se toman derivados parciales de  $C_t$  con respecto a  $I_{\max}$  y  $Q$

$$\frac{C_t}{Q} = \frac{Y C_e}{Q^2} - \frac{I^2_{\max}}{2Q^2} UI + \frac{(Q - I_{\max})}{Q} C_f$$

Igualando con cero y resolviendo para el valor de  $Q$  se determina el tamaño económico del lote ( $Q_0$ )

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2 C_e Y}{UI}} \sqrt{\frac{UI + C_f}{C_f}}$$

De igual forma para  $I_{\max}$ :

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{2 C_e Y}{UI}} \sqrt{\frac{C_f}{UI + C_f}}$$



Sustituyendo los valores de  $Q_0$  y  $I_{\max}$  en la ecuación  $Ct^1$  se obtiene el costo total óptimo:

$$Cto = \sqrt{2UICe Y} \sqrt{\frac{Cf}{UI + Cf}} + YU$$

Utilizando el mismo ejemplo numérico que para el modelo simple y considerando que existe un costo por faltante de \$ 1.00 ( $Cf = 1.00$ ), calcularemos, el tamaño económico del lote ( $Q_0$ ), inventario máximo óptimo ( $I_{\max}$ ) y el costo total óptimo ( $Cto$ ):

$$\begin{aligned} Q_0 &= \sqrt{\frac{2(20)(1000)}{5(0.20)}} \sqrt{\frac{5(0.20) + 1.0}{1.0}} \\ &= 200 (1.414) = 282.8 \text{ unidades} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\max} &= \sqrt{\frac{2(20)(1000)}{5(0.20)}} \sqrt{\frac{5(0.20) + 1.0}{1.0}} \\ &= 200 (0.7071) = 141.42 \text{ unidades} \end{aligned}$$

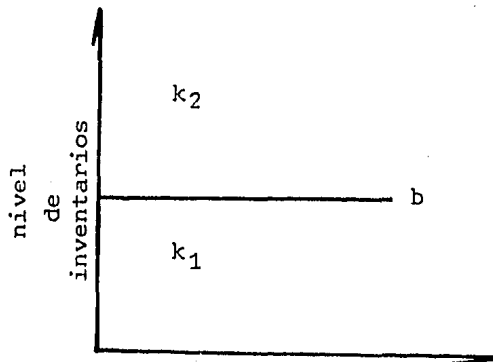
$$\begin{aligned} Cto &= \sqrt{2(5)(0.20)(20)(1000)} \sqrt{\frac{(1.0)}{5(0.20)+1}} + 1000(5) \\ Cto &= \$ 5,141.42 \end{aligned}$$

Determinación del Tamaño Económico del Lote Cuando  
Existen Descuentos por Cantidad

Otra de las suposiciones en que se basa el modelo simple es el considerar el costo por unidad constante, pero el mercado no presenta esta característica, sino que, los proveedores fijan precios dependiendo de la cantidad pedida (esto es conocido como descuentos por cantidad).

Es necesario en este caso un procedimiento para determinar el tamaño económico del lote ( $Q_0$ ), que tome en cuenta este factor.

Haciendo un caso más simple, que es cuando existe un solo cambio de precio por medio de la siguiente figura.



donde:

$K_1$  y  $K_2$  son diferentes precios de un artículo

$$K_1 > K_2$$

b es el punto de cambio de precio.

El procedimiento a seguir será el siguiente:

1. Determinar el tamaño económico del lote mediante las fórmulas apropiadas para el precio  $K_2$ .

2. Si el tamaño económico del lote para el precio  $K_2$  es mayor que el punto b, este será el tamaño más económico del lote.

3. Si el tamaño económico del lote para el precio  $K_2$  es menor que el punto b, es necesario:

a) Calcular el tamaño económico del lote para el precio  $K_1$  y determinar su costo total.

b) Calcular el costo total para el valor de b.

Comparando los costos obtenidos para los puntos a y b, el costo menor obtenido será el que determine el tamaño económico del lote.

En forma general cuando existen múltiples cambios de precio el procedimiento será el siguiente:

1. Se calcula el costo para los límites inferiores de los grupos de precios (diferentes puntos de cambio de precio).

2. Se calcula el tamaño económico del lote para cada precio.

3. Si los tamaños económicos de los lotes calculados en el punto 2 caen dentro del rango de unidades, se calcula el costo mínimo.

Si ningún tamaño económico del lote cae dentro del rango de precios se toma como tamaño económico del lote el determinado por el costo menor calculado en el punto 1.

4. Si hay tamaños económicos del lote que caen dentro del rango de precios, se toma el tamaño económico del lote que arroje el costo menor de todos los valores calculados.

#### Control de Inventarios

Política "ABC" como herramienta auxiliar para el control de inventarios.

Esta política se basa en dar un estrato a cada artículo, según el porcentaje que represente en el inventario, dado su costo.

Esta política parte de un principio natural, todo sistema tiene un 20% más o menos, que represente el 80% de peso en ese todo.

Ejemplo:

El 20% de la población tiene el 80% de la riqueza de todo el mundo.

El caso que interesa, es que en un sistema de Producción-Inventario, el 20% de los artículos de un inventario, representen el 80% del valor total del mismo.

Se sabe entonces que este fenómeno se repite en todos los sistemas. En la política "ABC", se clasifican todos los artículos según su valor. Siempre habrá un conjunto de artículos que nos representen el costo mayor, mientras que el resto, o sea, un grupo B represente un porcentaje más pequeño del costo y el C, un porcentaje aún más pequeño.

Con los artículos de clasificación A, a éstos hay que tenerles un estricto control, pues como se mencionó, estos representan un 80% del costo del inventario.

El grupo B, se vigilará con procedimientos normales de control de existencias.

Y el grupo C, para este tipo no se llevará un control preciso, pues se pedirá por lotes grandes, que estos duren varios meses y cuando su existencia se esté agotando, se solicitará su reposición.

En resumen:

- |                    |   |
|--------------------|---|
| Tipos de Control   | A. Estricto, completo, preciso                      |
|                    | B. Normal   |
|                    | C. Lo más simple posible                            |
| Tipos de Registro  | A. Sofisticado, con auditorías frecuentes           |
|                    | B. Normal   |
|                    | C. Registros no rigurosos                           |
| Prioridades        | A. Alto (seguimiento, tiempo de entrega)            |
|                    | B. Normal   |
|                    | C. Baja   |
| Sistema de Ordenar | A. Determinación precisa de los volúmenes a ordenar |
|                    | B. Un buen análisis de lote económico               |
|                    | C. Cantidades aproximadas para periodos largos      |

Este método tiene un punto débil que hay que cuidar, porque si el grupo C, no se toma en cuenta, los artículos que están en este estrato, debido a que no son muy costosos, se incurrirá en un faltante. Una fábrica de línea, bien se podría ver detenida por esta insignificante parte, por tanto hay que tener cuidado en los tres estratos.

C A P I T U L O

V

METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y CONTROL  
DE LA PRODUCCION E INVENTARIOS EN LA INDUSTRIA  
DE AUTOPARTES

Metodología para la Planeación y Control  
de la Producción

Metodología

Para que un sistema de planeación y control de la producción sea eficiente necesita ser progresivo, es decir, que se inicie con la formulación de un objetivo y políticas generales: después elaborar un plan global en base de los pedidos o a los productos para almacenar o vendidos, luego ir bajando, gradualmente, a niveles continuos de planeación para completar el plan y programa cada vez con más detalle.

En la industria automotriz, ejemplo típico de un sistema de producción para productos de alto volumen, donde dicho sistema está diseñado para elaborar un producto estandarizado, es esencial la planeación progresiva, ya que ésta implica en forma necesaria un análisis, tomando en cuenta el diseño y las restricciones físicas del sistema de producción, mediante el cual se logre la mejor utilización posible de las instalaciones, dentro de las limitaciones en cuanto a fuerza de trabajo, inventarios, etc.

Se considera que para lograr una planeación eficiente deberán existir, por lo menos, tres niveles de planeación progresiva en el control de la producción



Estos niveles son:

1. Programación Básica. Conocido este nivel también como Plan General de Operación (P.G.O.) o Programa Maestro.

2. Programa de Producción. Conocido este nivel también como Plan Interno de Fabricación (P.I.F.).

3. Programación Diaria. Conocido este nivel también como Cédula Diaria de Producción (C.D.P.).

En lo subsecuente se denominarán estos niveles como:

1. P.G.O.

2. P.I.F.

3. C.D.P.

respectivamente.

A continuación se da un panorama general del proceso adecuado en la planeación y control de la producción de aplicación práctica y sencilla tanto en la industria automotriz, como en cualquier industria de productos estandarizados de alto volumen de producción.

Mediante un método estadístico-matemático para pronosticar, al cual se alimenta con información histórica relativa al comportamiento de las ventas a nivel distribuidor, se llega a un pronóstico de ventas para el próximo periodo de producción.

Cabe aclarar que este sería un pronóstico estadístico-matemático, el cual sería válido en una economía estable, pero la situación por la que atraviesa actualmente la economía racional, nos hace tener que ir modificando o adaptando este dato de acuerdo a decisiones dadas por las políticas de cada empresa, tendencia de la economía, decretos gubernamentales, etc. Estas decisiones no son mesurables y se toman en la mayoría de los casos en base a la experiencia de los gerentes de las empresas, en ocasiones se toman decisiones por el sentimiento o "feeling".

A partir de estos datos se elaborará el P.G.O. de ventas el cual tiene como objetivos principales generar un Presupuesto de Operación para el periodo de producción y proporcionar el volumen total de productos a producir (incluyendo la mezcla de producción, o sea, volumen de producción de cada tipo y tamaño), de acuerdo al análisis de los beneficios marginales y el nivel de aceptación de cada producto en el mercado, y tomando en consideración los inventarios de producto terminado, tanto inicial como final deseado.

Una vez teniendo el P.G.O. de ventas, se convierte este en el P.G.O. de producción del cual se tendrá una decisión básica sobre el volumen de producción, y el nivel de fuerza de trabajo necesario para el próximo periodo.

El siguiente paso consiste en traducir tal programa en programas detallados de trabajo, P.I.F., que son una extensión con un grado mayor de detalle del P.G.O. de producción del P.I.F. se podrá conocer cuáles son las necesidades de los diferentes departamentos productivos en cuanto a materiales, personal y cómo manejar las líneas de producción.

Una vez elaborado el P.I.F. estaremos en la posibilidad de emitir las Cédulas Diarias de Producción (C.D.P.), éstas muestran las cantidades de los componentes o partes a producir por cada zona de trabajo, cada día.

Conociendo de manera general la secuencia en el proceso de planeación y control de la producción se analizará detalladamente cada una de sus fases.

### Pronóstico

El pronóstico es el punto de partida para la planeación y control de la producción e inventarios, ya

que es el insumo de los modelos y sistemas de operación para el control de los antes mencionados. Para que este tipo de datos sea útil es importante que se encuentre de tal forma que se pueda convertir en: Demanda de Materiales, de Tiempo, de Equipo, de Fuerza de Trabajo, etc. Lo referente a las diversas técnicas y los múltiples factores que intervienen en el pronóstico y la selección del método más adecuado fue tratado en el capítulo III.

#### P.G.O. de Producción (Plan General de Operación)

El plan general de operación es el primer nivel en la planeación y control de la producción, es aquí donde se planea la producción como un todo, muestra las cantidades de los artículos a producir, teniendo en cuenta los tiempos de procesos productivos, de los ciclos de las funciones auxiliares a la producción como son: los de ingeniería, compras nacionales, importaciones, almacén, etc. Indica a su vez las fechas en que deben terminarse las diferentes órdenes o pedidos, es decir, aquí se decide la fecha en que cada producto debe ser iniciado para cumplir con las fechas requeridas por los clientes o para satisfacer el programa de ventas, que son los objetivos primarios de todo sistema de control de la producción, y por lo tanto, también lo son del P.G.O. de producción. De-

bido a lo anterior, éste deberá ser elaborado de tal forma que proporcione el mejor balance o arreglo entre las cargas uniformes de fuerza de trabajo, de máquinas y el mejor uso del capital invertido en la operación del sistema productivo.

#### P.I.F. (Programa Interno de Fabricación)

Una vez emitido el P.G.O. de producción, la siguiente fase consiste en procesar la información relativa a las máquinas, los materiales, las herramientas, los tiempos, la mano de obra requerida para cada una de las operaciones de producción de cada parte de ensamble, así como: factores de productividad, acuerdos con el sindicato de la empresa, calendarios de mantenimiento, etc. Ya que el P.I.F. muestra las cantidades de los componentes o partes a producir por los proveedores y/o los diferentes departamentos productivos de la empresa, indica a su vez, las fechas en que deben terminarse las producciones.

El P.I.F. está relacionado con el P.G.O. de Producción por medio de cantidades y de los tiempos establecidos en éste último, ya que una vez que ha sido elaborado y aprobado el P.G.O. de producción y conociendo el inventario inicial de materiales y productos en proceso y el inventario final proyectado, se procede a colocar los pedidos con los proveedores y/o los departamentos de producción de la propia empresa, para los

materiales y las partes necesarias para fabricar los productos, y así fijar o arreglar las cantidades en los programas de entrega de tal forma que todos estén a tiempo para cumplir el programa de producción (P.I.F.) se podrán expedir las instrucciones y las órdenes de trabajo a los operarios involucrados.

#### C.D.P. (Cédula Diaria de Producción)

La C.D.P. muestra las cantidades de los componentes o partes a producir por cada zona de trabajo, cada día. La C.D.P. es una extensión o planes más elaborados que el P.I.F. y por lo tanto, están relacionados con éste último, en términos de cantidades, tiempos y fechas.

En resumen, el P.G.O. es una expresión del supuesto arreglo óptimo de producción en términos de los productos o pedidos y los recursos disponibles para producir. El P.I.F. es un análisis más detallado del mismo P.G.O. de producción, en términos de las partes y los departamentos involucrados. Finalmente, la C.D.P. es un análisis, descomposición o despiece aún más profundo del P.G.O. de Producción, en términos de las operaciones de producción, de las zonas de trabajo y de la mano de obra: los cuales son necesarios para realizar la producción.

En los tres niveles anteriores del control de la producción el factor esencial es el tiempo, ya que cuando se elaboran programas para la producción fabril, estamos dentro de un sistema en el cual existirán demoras que producirán efectos marcados sobre el comportamiento del sistema, por lo que, el P.G.O. de producción debe ser diseñado de tal manera que se produzcan los artículos, para lograr las metas marcadas por el P.G.O. de ventas; el P.I.F. deberá de ser programado de tal forma, que las partes y los ensambles estén listos para lograr el P.G.O. de producción, y la C.D.P. deberá emitir las órdenes de trabajo y las demás instrucciones a los operarios; de tal forma que las últimas operaciones de todas las partes y productos, sean terminadas en las fechas establecidas en las órdenes o pedidos.

PRONOSTICO TRIMESTRAL DE VENTAS (JULIO-SEPT, - 84)

NO. Parte	DESCRIPCION	JULIO '84			AGOSTO '84			SEPTIEMBRE '84		
		E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.	E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.	E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.
A-2567	ROTOR MAVERICK '74		3840							480
A-3537	ROTOR L.T.D.	721		480	779		480			480
A-3632	ROTOR D - 150	1800		240	1460		120	960		120
A-4212	ROTOR D - 150 (CHRY.S.)		6400			9600			12800	
A-4092	ROTOR CHEVETTE '81		1000							
A-2499	ROTOR D - 100 '73		4800							
A-4036	ROTOR TORINO		3000							
A-2577	ROTOR MTG/PINTO		3000							
A-3515	ROTOR FAIRMONT	1689	3300	840	1426		240	23		240.
A-4082	ROTOR MUSTANG		2000							
A-4087	ROTOR CHEVETTE '76		1000							
A-2649	DISCO VERSALLES DERECHIO		1000							
A-2651	DISCO VERSALLES IZQUIERDO		1000							
A-3718	DISCO CITATION		2800				240			
A-3708	DISCO K'82		3000	1200			240			240
A-4160	DISCO K'84	7288			3992		240	5942		
A-4000	DISCO TOPAZ	3299			2917			1430		
A-4003	DISCO BUICK				962			800		
A-4005	DISCO NISSAN TSURU	7830			6185			3600		
A-4126	DISCO CADILLAC		2000							
A-3611	ROTOR CHRYSLER		7200	240		10800	240		12600	240
A-3525	ROTOR F-100 EXP.		25040			28800			27360	
A-3560	ROTOR F-100 LOCAL	3122		360	2753		240	1357		240



PRONOSTICO TRIMESTRAL DE VENTAS (JULIO-SEPT. - 84)

NO. PARTE	DESCRIPCION	JULIO '84			AGOSTO '84			SEPTIEMBRE '84		
		E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.	E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.	E.O. Pz.	EXP. Pz.	D.M.R. Pz.
A-2375	ROTOR C-10	2886	3500		2772			1800		
A-3731	ROTOR MONTECARLO		1000							
A-3594	ROTOR MALIBU '80		4200	120						
A-2488	ROTOR CHEVELLE '73		4400							
A-3596	ROTOR CAPRICE		1000							
A-4008	TAMBOR K'84	7288		120	2602			4814		
A-4007	TAMBOR TOPAZ	3299			2917			1430		
A-4006	TAMBOR NISSAN TSURU	7830			4150			3600		
A-4049	MAZA NUD. TOPAZ -- DERECHA	1679			1458			715		
A-4053	MAZA NUD. TOPAZ -- IZQUERDA	1679			1458			715		
A-4158	MAZA K'84				1996			5942		
A-4020	MAZA NISSAN TSURU	7840		200	1190			3600		

PLAN DE PRODUCCION DE TRECE SEMANAS

LINEA	NO. PARTE Y DESCRIPCION	JULIO ' 84			(22)			AGOSTO '84			(23)			SEPTIEMBRE'84			(5)
		(5) 2-6	(5) 9-13	(5) 16-20	(5) 23-27	(2) 30	(3) - 3	(5) 6-10	(5) 13-17	(5) 20-24	(5) 27-31	(5) 3-7	(5) 10-14	(5) 17-21	(5) 24-28		
RS-1 STD/960	A-3632 RT. D-150 LOCAL	2000						2160							1200		
	A-4212 RT. D-150 EXP.	1840	3360					2640	4800	2160					2720	4800	4800
	A-2499 RT. D-100 '73																
	A-2577 RT. MTG/PINYO				2600	1920-2880									2240		
	A-4082 RT. MUSTANG '79				2200						1680	320					
	A-4092 RT. CHEVETTE '81		500	3160								3520	1600				
A-4087 RT. CHEVETTE '76			680														
RS-2 STD/960	A-3718 DISCO CITATION	4000						3000									1000
	A-3515 RT. FAIRMONT		4800	960					4800					1026	1737		
	A-4003 DISCO BUICK									960					1000		
	A-4000 DISCO TOPAZ			2000						3000					1103	960	
	A-4160 DISCO K'84			1572	4800							4800	4800	574			
	A-3708 DISCO K'82						2400-2880	1120						2240			
RS-3 STD/1080	A-3611 RT. CHRYSLER	5400	5400				1080	5400	5400	2160				5400	5400	2160	
	A-4005 DISCO NISSAN TSURU			5400	5400					2160	5400	5400					1080
	A-4126 DISCO CADILLAC '69						2000-1080										
RS-4 STD/1200	A-3525 RT. F-100 EXP.	3000	6000	6000	6000	2400-3600	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	
	A-3560 RT. F-100 LOCAL	3000															
RS-5 STD/1080	A-2499 RT. D-173	5400						2160									2000
	A-3537 RT. L.T.D.		2160					2160	2160					3240			
	A-4036 RT. TORINO									2000							2000
	A-3731 RT. MONTECARLO										2500						1200
	A-2567 RT. MAVERICK '74		2160	3340					2160	2340						2320	680
	A-3525 RT. F-100 EXP.			980	2400	2160-3240							5400	1080			
A-3560 RT. F-100 LOCAL				3000							1820						

PLAN DE PRODUCCION DE TRECE SEMANAS

LINEA	NO. PARTE Y DESCRIPCION	JULIO ' 84				AGOSTO '84				SEPTIEMBRE'84				(20)	
		(5) 2-6	(5) 9-13	(5) 16-20	(5) 23-27	(2) 30	(3) - 3	(5) 6-10	(5) 13-17	(5) 20-24	(5) 27-31	(5) 3-7	(5) 10-14		(5) 17-21
RS-6 STD/840	A-2488 RT CHEVELLE '75	4200	200					3000							3000
	A-2375 RT C-10		3580	1806				360	4200	1212			4200	600	
	A-3594 RT MALIBU '80			1974	4200					2148	4200	652			
	A-3596 RT CAPRICE					1000-2520						2700			
T-2 STD/840	A-4006 TB NISSAN TSURU	4200	2520					1026	4200			4200			
	A-4007 TB TOPAZ				1112	1680-2520	2334								
	A-4008 TB K'84		840	4200	2248					4200	4200				
L & S	A-4020 MAZA NISSAN	2590		1822	2590	1036- 798	392							2293	1307
	A-4049 MAZA TOPAZ DER.		1295	384			469	665	324						715
	A-4053 MAZA TOPAZ IZQ.		1295	384			469	665	324						715
	A-4158 MAZA K'84								666	1330	2745	2745	452		

Control de Producción

AVANCE DE PRODUCCION  
Y  
EMBARQUE

LINEA	NO. PARTE Y DESCRIPCION	PROG. PROD. PZAS.	PROG. EMB. EXP.	EMB. EXP.	DIF. X EMB. EXP.	PROG. EMB. E.O.	EMB. E.O.	DIF. X EMB. E.O.	PROG. EMB. M.W.	EMB. M.W.	DIF. X EMB. M.W.	PROG. EMB. DMR	EMB. DMR	DIF. X EMB. DMR	PROD. DIA	PROD. ACUM.	DIF. X PROD.
RS-1	Rt. D-150 Export.	6400	6400	3200	3200											3395	3005
	Rt. D-150 Local	2000				1800	1105	695				360	240	120	1465	695	
	Rt. Fairmont	2640				1800	1198	602				840			400	2540	100
	Rt. Chevette'81	4840							4840	105	4735						4840
RS-2	Disco Citation	6000							5400	6000	+600	240	600	+360		6105	+105
	Disco Topaz	3000				3840	2526	1314							960	3360	+360
	Disco KB'84	8400				7680	122	7558									8400
	Disco KB'82	3600							2160		2160	1200					3600
RS-3	Rt. Chrysler	12600	10800	7200	3600							240	298	+58		9540	3060
	Disco Nissan	9000				9000		9000									9000
RS-4	Rt. F-100 Export.	23040	23040	7200	15840				2000	2400	+400					10080	12960
RS-5	Rt. Maverick'74	5500							5500	6300	+800					6060	+560
	Rt. F-100 Local	7000				3600	1100	2500				360			400	1300	5700
	Rt. D-100'73	5400							5400		5400						5400
RS-6	Rt. Cheveller'73	4400							4400	5400	+1000					4440	+ 40
	Rt. LTD Panther	2540				600	150	450	1000		1000	840			800	1300	1240
	Rt. C-10	9000							4500		4500						9000
T-2	TB. Int. Nissan	8400				8000	3920	4080								4200	4200
	TB. Int. Topaz	3360				3360	2140	1220							840	3360	
	TB. Int. KB'84	6300				6300	130	6870				120	140	+20			6300
T-1	TB. C-10	6000				4500	1000	3500				480			480	1480	4520
Lodge & Shipley	Maza Nissan	10080				10080	4490	5590				200	120	80		4866	5214
	Maza Topaz Der.	2000				2000	720	1280								770	1230
	Maza Topaz Izq.	2000				2000	720	1280								770	1230

### Planeación Agregada

1. Hay básicamente 3 tipos de planeación en cuanto al plazo:

a) Planeación a corto plazo. Este tipo de planeación puede ser diaria, semanal o mensual. La planeación a corto plazo de la fabricación propiamente dicha es generalmente llamada de programación y ésta consta principalmente de la determinación de las secuencias de fabricación y de la determinación de las máquina y/o obreros para cada operación o producto. En otras palabras, este tipo de planeación es la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿ Cuando ?
- ¿ En qué máquinas ?
- ¿ En qué secuencia ?
- ¿ Quien ?

En todas las otras áreas de actividad de las empresas, también existe la planeación a corto plazo. En el área de mantenimiento, por ejemplo, la planeación a corto plazo consta de la elaboración de los planes de mantenimiento preventivo para la próxima semana o mes.

b) Planeación a mediano plazo. Este tipo de planeación es generalmente realizado para los próximos

1-3 años, y consta, por ejemplo, de la determinación de la mezcla óptima de productos, la selección del mercado y de los clientes, la determinación del nivel de producción y de los inventarios etc.

Se llama planeación agregada a la planeación a mediano plazo que se concentra en el análisis de los siguientes aspectos:

- Nivel de producción
- Nivel de inventarios
- Tiempo extra
- Sub- contratación
- Contratación y despido de obreros

c) Planeación a largo plazo. Este tipo de planeación consta del análisis y determinación de soluciones técnicamente adecuadas, para los próximos 4 - 10 años, en cuanto a los siguientes aspectos:

- Localización de la Planta
- Innovación de productos y/o maquinaria
- Aumento de la capacidad
- Etc.

Si la empresa está en proceso de expansión, este tipo de planeación siempre conduce a nuevas inversiones (activos, investigaciones, etc.).

2. Los sistemas productivos deben ser considerados como un conjunto de subsistemas, los cuales tienen interferencias unos sobre otros. Consecuentemente, los sistemas de planeación, y en particular, los sistemas de planeación agregada, deben tomar en consideración esta interdependencia de los varios subsistemas. Como ejemplos los sub-sistemas tenemos los siguientes:

a) Producción propiamente dicha (secuencias, lotes de fabricación, etc.)

b) Inventarios (qué productos y qué niveles)

c) Personal (cantidad de obreros, contratación, despidos, etc.)

d) Ventas (qué plazos, qué inventarios de productos terminados, etc.)

e) Compras (qué proveedores, qué plazos, tamaño de los pedidos, etc.)

f) Finanzas (qué capital debe ser invertido en inventarios, capital de trabajo, contratación o despidos de obreros, etc.)

g) Clientes (qué plazos y qué calidad exigen, cómo

se comportan, etc.)

3. Ejemplos de interdependencia:

a) Ventas desea niveles elevados de inventarios para poder satisfacer, con rapidez, a cualquier pedido de sus clientes o a un aumento de la demanda. Sin embargo, esta política podrá causar un aumento exagerado del capital invertido en inventarios y esto obviamente afectará la planeación de la distribución de recursos realizada por el Departamento de Finanzas.

b) Para satisfacer a los clientes, Ventas podrá exigir de Producción plazos de fabricación demasiado corto, lo que conducirá a un sistema de planeación de la producción ineficiente.

c) Los clientes podrán solicitar cambios frecuentes de diseño, lo que hará imposible la existencia de inventarios.

d) Para reducir los costos de fabricación, Producción podrá requerir de máquinas más modernas, las cuales conducirán a inversiones adicionales de capital que no podrán ser realizadas por Finanzas.

e) Para reducir los costos de preparación de las



máquinas, Producción podrá decidir fabricar siempre grandes lotes, lo que conducirá a un aumento del nivel de los inventarios y podrá también afectar los plazos de entrega de los pedidos.

4. Como se podrá observar, los modelos de Planeación agregada consideran solo algunas de estas interdependencias y, en particular, ayudan a contestar las siguientes preguntas:

a) ¿ Hasta que punto deberán los inventarios absorber las fluctuaciones del volumen de ventas ?

b) ¿ Hasta que punto deberán dichas fluctuaciones ser absorbidas a través de una variación del personal directo contratado ?

c) ¿ Cuando se deben utilizar tiempo extra y/o turnos extras para absorber las fluctuaciones de las ventas ?

d) ¿ Cuando se debe subcontratar la fabricación total o parcial de algunos productos para satisfacer a un aumento de la demanda ?

e) ¿ En que casos se debe mantener el nivel de producción más o menos contante, así como un bajo nivel de inventarios, y a propósito perder algunos clientes cuando la demanda sea elevada ?

f) ¿ En que casos se debe dejar que aumente el número de pedidos pendientes y se deben dilatar los plazos de entrega, para absorber las fluctuaciones de la demanda ?

g) ¿ En que casos se deben fabricar productos de variación estacional desfasada para compensar las fluctuaciones de la demanda de cada producto ?

5. De una forma general, ninguna de estas políticas es la mejor, la solución óptima es siempre una combinación de dos ó más de estas políticas. En otras palabras, cada una de estas alternativas reduce unos elementos de los costos y aumenta otros, y consecuentemente la suma de todos los elementos solamente podrá ser minimizada a través de la aplicación simultánea de algunas o todas estas políticas.

#### Aspecto Legal

Considerando que la industria automotriz mexicana está realizando inversiones significativas para alcanzar un crecimiento más dinámico y sostenido en la producción de este sector industrial, con el objeto de satisfacer adecuadamente tanto el mercado nacional como el de exportación.

Que se prevén importantes cambios tecnológicos

que deberán ser incorporados en los componentes y vehículos fabricados por la industria automotriz mexicana, durante los próximos años. Que la industria terminal y la industria nacional de autopartes establecieron un acuerdo sobre Planeación Concertada, el 27 de julio de 1980, en donde se hace referencia a los siguientes propósitos:

Que el motivo fundamental de esta concertación es que la industria automotriz terminal y la industria nacional de autopartes cuenten con un abastecimiento seguro y confiable de sus proveedores.

Que la industria de autopartes cuente con los pedidos de la industria terminal con la debida anticipación para que pueda programar adecuadamente su producción y planear sus propios abastecimientos.

Que la industria terminal evite en todo lo posible las reprogramaciones de su producción del año modelo para que no afecte a los demás sectores productivos del país.

Que la industria terminal de a conocer su programación a corto plazo y sus planes de producción y adquisiciones a la industria de autopartes a mediano y largo plazo, y que esta se prepare para abastecerla en forma adecuada y eficaz.

Resolución sobre Planeación Concertada de la  
Industria Automotriz

I. Compromisos Generales.

Tomando en cuenta el acuerdo sobre Planeación Concertada de la industria automotriz, estas empresas quedan comprometidas a lo siguiente:

I. Industria Terminal.

a) Programar su producción a corto plazo y planearla a mediano y largo plazo.

b) Dar a conocer esa planeación a la industria de autopartes con la debida anticipación.

c) Evitar en lo posible reprogramaciones a corto plazo y cuando existan, llegar a acuerdos especiales entre las partes interesadas.

d) Formular sus pedidos a la industria de autopartes con la oportunidad necesaria.

II. Planeación Concertada.

La Comisión Intersecretarial de la Industria Automotriz, para los efectos de esta resolución y en base

al acuerdo sobre Planeación Concertada, considera lo siguiente:

1. Programación a Corto Plazo (un año).

a) Las empresas terminales proporcionarán a las de autopartes la información sobre sus requerimientos anuales con una anticipación mínima de 12 meses al inicio del año modelo. Una vez conocidos estos requerimientos, las empresas de autopartes darán a conocer a las empresas terminales, cuando menos con nueve meses de anticipación al principio del referido año modelo, los volúmenes de producción que se comprometen a alcanzar durante este año.

b) La industria automotriz terminal deberá fincar sus pedidos de las partes y componentes de producción continuada en firme para sus necesidades de todo el año modelo automotriz con un mínimo de anticipación de ocho meses al inicio del mismo. Salvo causas de fuerza mayor, los requerimientos por parte de la industria terminal podrán variar en un porcentaje de más o menos 25% del volumen mensual, y 10% del volumen anual requerido.

c) Las empresas terminales y de autopartes informarán a la Comisión Intersecretarial de la Industria Automotriz de la oferta y demanda que hayan comprome-

tido de los componentes automotrices durante al año modelo correspondiente.

d) En aquellos casos en que la oferta programada resulte inferior a la demanda requerida las empresas terminales y de autopartes solicitarán con la debida anticipación a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, la calificación de la importación para efectos de obtener los correspondientes permisos de importación y los subsidios a que haya lugar.

2. Mediano Plazo (dos años).

a) La Industria Terminal se ha comprometido a seguir el avance tecnológico mundial en lo posible en cuanto a fabricación de vehículos lo que implica que no deberá existir desfase en el camino que se experimente. En tal virtud, para el caso de las autopartes de nueva fabricación no validadas adicionales o que sustituyen a las actuales, los pedidos o cancelaciones de la industria terminal se hará dentro de lo factible con una anticipación mínima de dos años a la fecha de la primera entrega.

b) Las empresas de la industria terminal proporcionarán en forma particular a las empresas de autopartes la información sobre su demanda, por mezcla de productos con una anticipación mínima de dos años a la fecha

de la primera entrega.

c) Con esta información, las empresas de la industria nacional de autopartes darán a conocer a la Comisión Intersecretarial de la Industria Automotriz y a las empresas terminales, sus compromisos para realizar ampliaciones o nuevas Plantas para poder satisfacer la demanda comprometida.

### 3. Largo Plazo (cinco años).

Al inicio de cada año modelo las empresas de la industria terminal darán a conocer sus volúmenes estimados de producción de automóviles, camiones, tracto-camiones y autobuses integrales hasta por los siguientes cinco años.

### Explosión de Partes de un Producto

La explosión de partes de un producto consiste en determinar el número exacto de partes y componentes que se necesitan en su fabricación, esto presenta serios problemas cuando existen varios niveles de montaje (sub-ensambles), partes y componentes de uso común en diferentes productos, así como diversidad de los mismos, que es el caso de esta industria. En la cual el sistema de producción intensa y en distintos niveles deberá de llevarse a cabo mediante un método lógico y sistemático, del que forma parte la explosión de un producto.

### Explosión detallada del Producto

Desde la etapa de diseño del producto se definirán cuáles y cuántas son las partes y componentes que lo integran, así como las especificaciones de cada una de éstas. Siendo el primer paso para tener un control efectivo de las mismas y proporcionando información sobre:

- . Partes y componentes que lo forman
- , la Cantidad
- . Niveles de montaje

De tal manera que se puedan acumular la cantidad to



tal de partes y componentes necesarios para el montaje final.

### Partes y Componentes de Uso Común

Otro aspecto importante para la planeación y control de la producción e inventarios será el de conocer cuántas y cuáles son las partes y componentes de "uso común" en diversos productos o modelos, y los requerimientos totales de cada parte o componente.

Para esto se recurre al P.G.O. de Producción del que se obtendrán los datos necesarios como son:

- . Cantidad total a producir
- . Cantidad a producir por modelo
- . Inventario inicial de materiales
- . Inventario final deseado

Esta información es otro aspecto del cual depende un sistema eficiente como es el que deseamos, ya que su descuido ocasionaría retrasos en la programación y establecimiento de pedidos, con el consecuente aumento de los costos. La información se podrá manejar de dos formas:

1) Manualmente, cuando exista un reducido número de productos o modelos, cuando no se cuente con los re-

cursos para poder manejar esta información con la ayuda de una computadora.

2) Mecanizada. El procesamiento electrónico de datos es una herramienta de gran ayuda cuando la información que se requiera manejar sea en gran cantidad o debido a las numerosas partes o productos, también cuando se necesite gran rapidez en el manejo de ésta. Se deberá tomar en cuenta que esta forma de manejo sólo se podrá hacer cuando "Sea Económicamente Factible".

NO. DE COMPONENTE	DESCRIPCION	NO. PARTE DE ENSAMBLE	DESCRIPCION DE PARTE
A-60-1165	Taza (IBI LM 11910)	A-10-3736 A-10-4006 A-30-2231 A-30-2481 A-30-2489 A-30-3609	Tamb. Term. Int. (Aries) Tamb. Term. Int. (Datsun) Disco Semiterm (Dart) Rot. Int. Semiterm (Valiant) Rot. Int. Semiterm. (Chevelle) Rot. Int. Semiterm. (Valiant X)
A-60-1166	Taza (IBI LM 48510)	A-30-2376	Rot. Int. Semiterm. (C - 10)
A-60-1241	Taza (IBI LM 67010)	A-30-2231 A-30-2489 A-30-3564 A-30-3573 A-30-3731	Disco Semiterm. (Dart) Rot. Int. Semiterm. (Chevelle) Rot. Int. Semiterm. (Caprice) Rot. Int. Semiterm. (Malibu) Rot. Int. Semiterm. (Montecarlo)
A-60-1356	Taza (IBI LM 11710)	A-30-3644 A-30-4087 A-30-4092	Rot. Int. Semiterm. (Datsun) Rot. Semiterm. (Chevette ' 79) Rot. Semiterm. (Chevette ' 81)
A-60-1357	Taza (IBI L44610)	A-10-3736 A-30-3644 A-30-4087 A-30-4092	Tamb. Term. Int. (Aries) Rot. Int. Semiterm (Datsun) Rot. Semiterm. (Chevette ' 79) Rot. Semiterm. (Chevette ' 81)
A-60-1630	Cono (IBI LM 48548)	A-10-2375	Rot. Int. Term. (C-10)

NO. DE COMPONENTE	DESCRIPCION	NO. PARTE DE ENSAMBLE	DESCRIPCION DE PARTE
A-60-1873 R	Cono (IBI 11949)	A-10-4006	Tamb. Term. Int. (Datsun)
A-60-1916	Cono (IBI LM 11749)	A-10-3644	Rot. Int. Term. (Datsun)
A-60-1917	Cono (IBI L44549)	A-10-3644	Rot. Int. Term. (Datsun)
A-60-1937	Cono (IBI LM 67048)	A-10-3731	Rot. Int. Term. (Montecarlo)
A-60-2241	Contrapeso	A-10-2375	Rot. Int. Term. (C-10)
		A-10-3525	Rot. Int. Term. (F-100 X)
		A-10-3560	Rot. Int. Term. (F-100 D)
		A-10-3632	Rot. Int. Term. (D-150)
		A-10-4212	Rot. Int. Term. (D-150 X)
		A-20-2499	Rot. Int. Term. (D-100 '73)
A-60-2242	Birlo 1/2-20 x 1.840	A-10-3537	Rot. Int. Term. (L.T.D.)
		A-10-3560	Rot. Int. Term. (F-100-D)
		A-10-3632	Rot. Int. Term. (D-150)
		A-20-2426	Rot. Int. Term. (Galaxie)
		A-20-2499	Rot. Int. Term. (D-100 '73)
		A-20-4036	Rot. Int. Term. (Torino)
A-60-2383	Contrapeso	A-20-3515	Rot. Int. Term (FMT/Must.)
		A-20-3708	Disco Term. (K'82 Aries)
		A-20-4082	Rot. Int. Term. (Mtg. '79)
		A-20-4126	Disco Term. (Cadillac '69)

NO. DE COMPONENTE	DESCRIPCION	NO. PARTE DE ENSAMBLE	DESCRIPCION DE PARTE
A-60-2383	Contrapeso	A-30-4160	Disco Semiterm. (K'84)
A-60-2492	Contrapeso	A-10-3431	Rot. Int. Term. (Rambler)
		A-10-3596	Rot. Int. Term. (Caprice)
		A-10-3611	Rot. Int. Term. (Val-X)
		A-20-2480	Rot. Int. Term. (Valiant)
		A-20-2488	Rot. Int. Term. (Chevette '73)
		A-20-2567	Rot. Int. Term. (Mav. '74)
A-60-2491	Birlo 7/16-20 x 1.5/16	A-10-3596	Rot. Int. Term. (Caprice)
		A-10-3731	Rot. Int. Term. (Montecarlo)
		A-20-2488	Rot. Int. Term. (Chev. '73)
		A-20-3594	Rot. Int. Term. (Malibu '80)
A-60-2635	Birlo 1/2-20x1.9	A-10-3515	Rot. Int. Term. (Fnt. Must.)
		A-20-2567	Rot. Int. Term. (Mav. '74)

A partir de esta información y con auxilio del método de estratificación llamado "Política ABC", se podrá tener una jerarquización de los artículos o materiales que maneja cada empresa, de lo cual se facilitará el establecimiento de controles y políticas de aprovisionamiento para cada uno de los niveles de jerarquización.

### Política ABC

La política ABC está basada en el principio de Pareto o regla del 80-20 la cual, adaptándola a inventarios establece que:

"El 20% de las partes y componentes de un inventario representará el 80% del valor total del mismo".

Es importante hacer notar que este procedimiento se deberá emplear, tanto en los materiales nacionales como en los de importación, debido a que los tiempos de entrega y convenios de los materiales importados son diferentes a los nacionales, por lo tanto, es recomendable que la estratificación se realice de acuerdo a la procedencia del material, de esta manera existirá:

Estrato A nacional  
Estrato A importado

Estrato B nacional  
Estrato B importado  
Estrato C nacional  
Estrato C importado

Una vez estratificados los requerimientos de materiales surge una pregunta: ¿ Como planear el aprovisionamiento ? Esto se logra aplicando la teoría del Lote Económico.

C A P I T U L O

VI

POLITICAS DE COMPRA, CONCLUSIONES

Y BIBLIOGRAFIA



### Políticas de Compra

El objetivo que se persigue al definir una política de compra, es el de establecer lineamientos generales que nos permitan, en base a la metodología propuesta en el capítulo anterior, planear y programar los pedidos de los diversos materiales de tal forma que se pueda ajustar a las fluctuaciones de la demanda del mercado y minimizar los efectos desfavorables de ésta en los sistemas productivos.

Como consecuencia del establecimiento de esta política, los proveedores podrán planear y programar en forma eficiente los requerimientos solicitados por los distintos clientes, en la cantidad, calidad y tiempo estipulado. Lo anterior causa que se abatan sus costos y el proveedor estará en posibilidad de ofrecer un mejor precio de venta al cliente.

### Desarrollo de una Política de Compras

Para el desarrollo de una política de compras efectiva, se requiere determinar y analizar los elementos, que de una manera u otra influyen en ella como son:

1. Cantidad de los diversos materiales del sistema operativo para el periodo programado:

- Materia Prima

- Partes
- Componentes
- Calidad
- Etc.

2. Desarrollo de proveedores:

- Análisis de precios de los posibles proveedores
- Descuento por volumen (\$)
- Nivel de servicio (certidumbre en la entrega de los pedidos)
- Especificaciones y tolerancias (calidad del producto de los posibles proveedores)
- Etc.

3. Convenio de Compra:

- Condiciones de entrega
- Condiciones de pago (corto, mediano y largo plazo)
- Cargos por retrasos en la entrega
- Cargos por daño de materiales
- Cargo por retrabajos de material
- Cargos por devoluciones (no cumplimiento de las especificaciones de calidad)
- Cantidad mínima a comprar
- Cargos por almacenaje
- Cargos por traslado: libre abordaje  
puesto en planta

- Etc.

4. Tiempo de reposición, cuando el material que se requiere ya se ha surtido en otras ocasiones.

5. Tiempos para fabricación de nuevos productos, cuando el material se requiera por primera vez.

#### Plan General de Abastecimiento (PGA)

Aunando a los datos mencionados anteriormente, los establecidos por la política "ABC" y por la teoría del lote económico, se podrá establecer un Plan General de Abastecimiento (P.G.A.) que tendrá como objetivo la Planeación y Programación de los pedidos, el cual estará integrado por:

1. Calendarización de los pedidos como son:

- Fecha de los pedidos
- Cantidad a pedir
- Tiempos de entrega
- Número de pedidos
- Nombre de proveedores

2. Reporte del nivel de inventarios de material:

- En tránsito

- En almacén
- En proceso
- Material crítico por: sobreproducción, deterioro, y obsolescencia.

Ya que el Plan General de abastecimiento es un arreglo eficiente de pedidos a efectuarse durante el periodo de producción, se sabe que pueden surgir cambios por los factores antes expuestos, y de hecho esto sucede en la práctica, por tanto, es conveniente establecer una política mediante la cual sea posible cumplir con el PGA.

Para esto y como consecuencia del análisis y características de la situación en la Industria Automotriz, se recomienda en forma general que:

1. Los tres primeros meses del establecimiento de los pedidos en firme.
2. El cuarto mes sea con una variación del  $\pm 5\%$
3. El quinto mes sea con una variación del  $\pm 10\%$
4. El sexto mes sea con una variación del  $\pm 15\%$

A continuación se presenta un ejemplo que nos permite observar la forma en que se implementa y desarrolla esta política.

Suponiendo que una empresa tiene requerimientos para los próximos 6 meses como se muestra en la tabla

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
300	280	290	300	310	260

El pedido para enero fue hecho en firme el 31 de octubre pasado, los meses en firme en esta fecha eran: noviembre, diciembre y enero, febrero tenía  $\pm 5\%$  de variación, marzo un  $\pm 10\%$  y abril un  $\pm 15\%$  de variación.

El pedido de febrero se hizo en firme el 30 de noviembre y el pedido de marzo se hizo en firme el 31 de diciembre.

A partir de esto tenemos:

Enero, febrero y marzo en firme.

Abril, mayo y junio con un  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$  de variación, respectivamente.

Ahora se analizará lo que sucede cuando ha transcurrido un mes (31 de enero).

El pedido de enero ha sido surtido, febrero y marzo son pedidos en firme. Abril que tenía en  $\pm 5\%$  de variación se tiene que colocar en firme, este pedido al

hacerlo en firme nos permite valores entre 285 y 315, suponiendo que el pedido se hace por 310 piezas.

Mayo que tenía un  $\pm 10\%$  de variación sufre un ajuste y se deja con solo un  $\pm 5\%$  de variación, podría variar este pedido entre 341 y 279, suponiendo que se ajusta a 320 piezas.

Junio se ajusta de igual manera que mayo y queda con sólo un  $\pm 10\%$  de variación y el pedido de julio se coloca con un  $\pm 15\%$  de variación.

La tabla que resulta al término del mes de enero, una vez hechos los ajustes necesarios, será la siguiente:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
S	280	290	310	320	280	400

De la tabla se conoce lo siguiente:

Febrero, marzo y abril son pedidos en firme.

Mayo, junio y julio son pedidos colocados con un  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$  de variación, respectivamente.

Al transcurrir un mes más:

El día último de febrero se coloca en firme el pedido del mes de mayo, se podría variar este pedido entre 304 y 336, suponiendo un pedido de 330 piezas.

Junio y julio se ajustan dentro de sus límites, que dando estos pedidos con un  $\pm 5\%$  y un  $\pm 10\%$  de variación, respectivamente. El pedido de agosto se coloca en esta fecha con un  $\pm 15\%$  de variación.

La tabla resultante al fin del mes de febrero será:

Enero.	Febrero	Marzo.	Abril.	Mayo.	Junio.	Julio.	Agosto
S	S	290.	310.	330.	270.	400.	350.

Como se puede observar, este procedimiento es dinámico, ya que al terminar el mes en curso es necesario ajustar o determinar los siguientes 6 meses, lo cual se logra siguiendo el mismo procedimiento empleado en el ejemplo.

En resumen, el objetivo que se persigue al proponer una metodología y políticas de compra es el de lograr conocer y determinar, en forma eficiente los factores que integran los aspectos fundamentales de todo sistema productivo, que son:

1. Planear.

Cuanto: qué cantidad es necesaria producir de cada artículo.

Cuando: en qué fecha se iniciará y se terminará el trabajo y cada una de sus fases.

Donde: que máquinas, grupo de máquinas y operarios se encargarán de realizar el trabajo.

A qué costo: estimar cuánto costará a la empresa producir el producto o lote deseado.

2. Ejecutar.

Aprovisionamiento: órdenes para que se entreguen a su debido tiempo a los diversos departamentos de la empresa, los materiales y herramientas necesarias para realizar su trabajo.

Trabajo: ordenar al supervisor u operario la iniciación del trabajo en la fecha prevista.

3. Controlar.

Registro de Avance: estar al tanto sobre el desarrollo de los trabajos en cuanto a tiempo y cantidad producida.

Activación: tomar las acciones necesarias para corregir el desarrollo del proceso de tal manera que se



apegue al plan trazado.

Programación: cuando sea necesario, modificar los planes y programas establecidos respondiendo a situaciones cambiantes no previstas.

Además para implementar esta metodología en las empresas, se deben tomar en cuenta las condiciones y características propias de cada una de ellas, como son:

- Políticas internas de la empresa
- Prestigio del producto
- Publicidad y promoción
- Nivel de servicio
- Serie total del modelo (ciclo de vida del producto)
- Condiciones de competencia
- Canales de distribución
- Etc.

Conclusiones.

1. La aplicación de esta metodología minimizará los siguientes efectos.

A. Falta de piezas en la línea de producción.

Puesto que el ensamble pasa de un lugar de trabajo a otro, siempre debe haber piezas disponibles a fin de que cada obrero ejecute la operación asignada. Si en cualquiera de las operaciones se acaban las partes tendrá que detenerse toda la línea hasta que surtan nuevamente las piezas faltantes, naturalmente, esto afectará la ejecución de los programas de producción.

B. Retraso crónico para terminar los pedidos a tiempo. En la mayor parte de los pedidos se ha prometido la entrega al cliente para una fecha determinada. Aún en casos en que el cliente no resulta seriamente afectado, lo menos que podemos decir es que si hay retrasos frecuentes en la terminación de los pedidos, la planeación no se ajusta a la realidad.

C. Demasiados pedidos urgentes. Se han observado casos en que un cliente importante se presente repentinamente con un pedido que necesita con urgencia. Aunque esto complica el problema de planeación, se está obligado a satisfacer al cliente. Este tipo de pedido urgente es justificable y fácil de comprender. Sin embargo se encontraron muchos casos en que los pedidos se recibieron con bastante anticipación a la

fecha de entrega, pero que por una razón o por otra se han retrasado tanto que llegan a ser un verdadero problema.

D. Excesivo tiempo extra. Un método bastante común para tratar de corregir una planeación inadecuada, es tratar de hacer durante tiempo extra lo que no se logró hacer dentro de las horas ordinarias de trabajo. Es importante que el gerente examine los antecedentes de la situación, a fin de comprender por qué en determinados casos fue necesario trabajar más del horario normal.

E. Frecuentes demoras en la operación, debidas a escasez de material o de herramientas.

F. Excesivos costos de preparación de máquinas por frecuentes reprogramaciones en la producción. Igual que en el inciso E, la falta de herramientas y materiales adecuados causa demoras en la operación de máquinas u operaciones. Generalmente, lo que resulta más costoso es el frecuente cambio en la preparación de las máquinas cuando se interrumpe una línea de producción debido a emergencias o pedidos urgentes. El volver a preparar las máquinas implica cargos por trabajos extras y también por pérdidas de tiempo productivo, mientras se cambian las máquinas, teniendo como resultado costos mas elevados.

G. Tiempo ocioso de los obreros en espera de las órdenes de trabajo. Por medio de un buen sistema de control de la producción, se podrá prevenir este desperdicio, si se informa con anticipación a los jefes de grupo o supervisores sobre los trabajos pendientes que entrarán a la línea de producción.

H. Pérdidas frecuentes de materiales en proceso. Tales pérdidas son un rompecabezas en cualquier fábrica, pero este problema crece en proporción al tamaño de la operación y el número de piezas necesarias. El jefe de control de producción coordina el trabajo que debe hacerse y los medios para llevarlo a cabo. Cuando ya se han fabricado algunas partes, éstas deben pasar a la siguiente operación o almacenarse temporalmente. En la misma forma en que el coordinador debe proporcionar información al personal de la fábrica ellos deben darle información a él, a fin de que siempre esté enterado de los acontecimientos. Es decir, que se debe establecer un sistema a fin de que la información necesaria corra en ambas direcciones (del jefe de control de la producción a los supervisores de producción, indicándoles lo que deben hacer y adónde deben enviar el producto terminado; y de los supervisores al jefe de control, indicándole lo que hicieron y adónde lo mandaron). Cualquier falla en el sistema de comunicación en cualquiera de los dos sentidos reduce la eficiencia del mismo.

I. La necesidad frecuente de "robarle a una orden para completar otra" (Canibalismo). Este es otro modo de descubrir una planeación deficiente. Se deben programar las órdenes a modo de disponer de la cantidad necesaria de piezas y materiales, contando además con un margen para trabajo echado a perder. Cuando existe la necesidad de tomar artículos terminados de un pedido porque se ha descubierto que otro pedido tenía prioridad, es evidente que este método de resolver un problema nos crea otro. Una mejor planeación y control podría eliminar ambos.

J. La incapacidad del departamento de control de producción para dar información respecto al progreso de cada lote de producción. Un buen sistema debe permitir que el jefe de control de producción sepa en cualquier momento la situación de la fábrica. Debe saber qué trabajos se están realizando y cuánto tiempo falta para terminarlos. Si al preguntársele al jefe de control sobre un trabajo determinado éste tarda mucho en responder, significa que su sistema no le proporciona la información adecuada con la rapidez necesaria. En este caso se tendrán más problemas en el futuro.

K. Un ritmo disparejo en la sección de embarques con respecto al sistema productivo. Una planeación adecuada debe procurar, hasta donde sea posible, la

utilización uniforme y eficiente del personal de la Planta, así como, de todo el equipo. Si los pedidos se demoran más tiempo del calculado y no se descubren estas demoras sino hasta casi terminar el mes, el resultado será una actividad febril en un esfuerzo por recuperar el tiempo perdido. Una buena información de control junto con medidas tomadas a tiempo, nos ayudarán a mantener un ritmo suave en el trabajo de toda fábrica.

L. El exceso de acumulación de inventarios obsoletos. Generalmente, indica una rotación lenta. La revisión constante de inventarios es una de las responsabilidades más importantes del departamento de control de la producción. Un mal control puede dejar márgenes excesivos para material echado a perder durante la fabricación, con el consiguiente resultado de producir mucho más de lo que el cliente solicita. Es decir, que algunos de los productos terminados pasarán a inventarios al terminar cada orden. Igualmente, si el jefe de control no hace una cuidadosa revisión o si sus registros de inventarios son inexactos o están atrasados, girará órdenes para producir artículos que probablemente están olvidados en algún rincón de la bodega. Esto implica una mayor inversión de capital, además de aumentar el problema de almacenamiento. Un buen jefe de control de producción también debe revisar constantemente si realmente se ne-

cesitan aquellas piezas que se piden automáticamente por el almacenista al llegar al punto de reposición, para hacer nuevo pedido. Debe asegurarse de que piezas aún se usan; de otro modo puede que autorice y programe la fabricación de artículos que al terminarse irán a dar a la gran pila de material desperdiciado.

M. Fluctuaciones en el costo de operación o entre tiempo real y tiempo fijo. El poder determinar los costos de operación indica que existe un sistema que nos permite reunir información sobre costos y distribuir dichos costos entre las diferentes operaciones del proceso. También implica que se han llevado a cabo estudios a fin de tener un cálculo exacto o aproximado del tiempo que debería ser necesario para completar una operación, y que se presentan al Departamento de Control de Producción informes sobre el tiempo real que fue necesario para hacer determinada operación.

N. El criterio de que el control de producción "es un lujo costoso". Es obvia la necesidad de un buen sistema de producción si se quiere reducir o eliminar la mayoría de las dificultades mencionadas anteriormente. Este sistema debe ser controlado por personas bien preparadas. Existe la posibilidad de que el Departamento de Control de Producción crezca demasiado y sea difícil manejar, lo cual elevará sus costos y causará demoras al operar con más lentitud. Sin em-

bargo, este problema sólo puede encontrarse en las grandes compañías. Por el contrario es más común que las empresas pequeñas adolezcan de falta absoluta de control o de un control inadecuado, ya que a menudo se cree que un buen sistema para controlar la producción es un lujo costoso y poco práctico.

0. La falta de visión de los problemas que puede causar el carecer de un sistema de control. Los gerentes modernos deben estar familiarizados con las dificultades que pueden traer como resultado el control inadecuado de la producción. Deben tratar de medir la eficacia del sistema que usa en sus fábricas. Al mismo tiempo se darán cuenta de que muchas pérdidas resultan de un mal control.

En conclusión un buen sistema de control de producción instalado y ejecutado por personal bien preparado, pagará con creces su costo.

2. Ventajas de la Planeación y Control de la Producción.

Para el consumidor: se beneficia por la mayor productividad industrial, por el mayor valor de los bienes y servicios que adquiere, y por la entrega oportuna de tales bienes y servicios.



Para el trabajador: se beneficia por los salarios adecuados, por la mayor estabilidad del empleo, por las mejores condiciones de trabajo, y por la creciente satisfacción personal en su trabajo.

Para el inversionista: se beneficia por la mayor seguridad de sus inversiones y por la seguridad de un rendimiento adecuado.

Para el proveedor: se beneficia por una cooperación más inteligente del cliente, por la eficacia de la intercomunicación, por la confianza mutua que se establece y fomenta.

Para la comunidad: se beneficia por la mayor estabilidad económica y social, y por el orgullo y la satisfacción de una ciudadanía que se siente mejor servida y con industrias cada vez más eficientes y sólidas.

Para la nación en general: se beneficia por la prosperidad y la seguridad que reporta al país el progreso de las industrias, los servicios que prestan y el papel que desempeñan como aplicación de las aspiraciones y habilidades constructivas de la población.

**BIBLIOGRAFIA**

Nueva Enciclopedia  
Temática

El Mundo del Estudiante  
Editorial Richards, S.A.  
Panamá R.P. 1963

I.N.A.

Industria Nacional de Au-  
topartes  
Memoria I, II, III  
Simposium de la Industria  
Automotriz Mexicana

A.M.I.A.

La Industria Automotriz de  
México en Cifras (1983)  
Publicado por: A.M.I.A.  
México 1984

Revista Auge de México

México País del Futuro  
(Edición especial)  
El Mirador, S.A.  
No. 191 México

Revista Auge de México

El México de Hoy  
(Edición especial)  
El Mirador, S.A.  
No. 189 México

Novaro  
Mc. Graw Hill

Industria Mexicana  
Novaro/Mc Graw Hill  
Vol. II No. 13  
Sept./Oct. 1971

Diario Oficial de la Fe-  
deración

Decreto para la Racionali-  
zación de la Industria  
Automotriz  
15 de Septiembre de 1983

Greene, James H.

Control de la Producción  
Sistemas y Decisiones  
Editorial Diana, S.A.  
4a. Edición, México  
Marzo 1975

Kottler Philip

Dirección de Mercadotecnia  
Análisis, Planeación y  
Control  
Editorial Diana, S.A.  
2a. Edición Noviembre 1974

Carreño J. y Zepeda E.

Análisis Cualitativo y  
Cuantitativo en la Selec-  
ción de Técnicas de Pronós-  
tico en Investigación de  
Mercado  
Editado por: I.M.I.Q.

- Buffa E. y Taubert W.                    **Sistemas de Producción e Inventarios**  
Editorial Limusa, S.A.  
1a. Edición, México 1975
- G. Velázquez Mastretta                   **Admón. de los Sistemas de Producción**  
Editorial Limusa, S.A.  
3a. Edición, México 1974  
(Libro de Ejercicios)
- Howard L. Timms                           **La Función de Producción en los Negocios**  
(Fundamentos y Análisis para la Admón.)  
Editorial Continental, SA  
4a. Edición, México 1975
- Bowman, Edward H. and Fetter, Robert B.                   **Analysis for Production Management and Operations Management**  
Edit. Richard D. Irwin Inc.  
3a. Edición 1967
- Control Nacional de Productividad                   **Planeación y Control de la Producción**

Churchman C. West

El Enfoque de Sistemas  
Editorial Diana, S.A.  
México, 1973

Grantt W. y Grantt L.

Handbook of Industrial  
Engineering and Management  
Prentice Hall  
Englewood Cliffs, N.J. 1971  
2nd. Edition

Moreno Bonett y Janffred

Elementos de Prolo. y Esta  
dística  
Representación y Serv. de  
Ingeniería  
México, 1973

Murray Spiegel

Teoría y Problemas de Esta  
dística  
Serie de Compendios Schaum  
Mc Graw-Hill, 1970

Diario Oficial de la Fede-  
ración

Resolución sobre Planea-  
ción Concertada de la In-  
dustria Automotriz  
3 de octubre de 1980