

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

ESTUDIO DE LOS FACTORES DE UN SISTEMA DE REDUCCION
DE COSTOS EN UNA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Q U I M I C O
P R E S E N T A
HERIBERTO ANTONIO SCHOLZ Y OJEDA

MEXICO, D. F.

1972

9

6

6



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.

Hago con todo mi cariño, una muy especial dedicatoria,
por el gran esfuerzo que hicieron para que yo llegara
a presentar esta tesis

a mis padres

a mi esposa



FORMA C

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

(AUTORIZACION PARA ESCRIBIR DEFINITIVAMENTE EL TEMA REVISADO)

C. Director Gral. de Servicios Escolares
Universidad Nacional Autónoma de México.
Presente.

Me permito comunicar a usted, que el tema de T E S I S

Titulado: "PROYECTO DE UN SISTEMA DE REDUCCION DE COSTOS EN UNA
INDUSTRIA QUIMICO-PARMACEUTICA"

que presenta: EL SR. HERIBERTO ANTONIO SCHOLZ Y OJEDA

Pasante de la Carrera de: QUIMICO

Fué aceptado por el Jurado nombrado para dicho examen, el cual quedó integrado en la -
la siguiente forma:

Presidente Prof.: GUILLERMO CARSOLO PACHECO
V o c a l " : SANTOS SOBERON SALGUEIRO
Secretario " : JOSE L. PADILLA DE ALBA
1er. Suplente " : BENITO COURTEL HABID
2do. Suplente " : JULIO G. CORDERO GARCIA

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria D.F., a 25 de abril de 197 2

EL JEFE DEL DEPTO. DE PASANTES
Y EXAMENES PROFESIONALES.

QUIM. JULIO TERAN Z.

Jurado Asignado:

Presidente:	Guillermo Carsolio Pacheco
Vocal:	Santos Soberón Salgueiro
Secretario:	José Luis Padilla de Alba
Primer Suplente:	Benito Couriel Habid
Segundo Suplente:	Julio G. Cordero García

Este Tema fue desarrollado en los laboratorios
ELI LILLY Y COMPAÑIA DE MEXICO, S. A. de C. V.

Sustentante:

Heriberto Antonio Scholz y Ojeda

Asesor del Tema:

.I. Q. José Luis Padilla de Alba

Considero un deber expresar mi profunda gratitud al Q.B. José de Jesús Alvarado Pérez y a la señorita Lucía Aguilar Saucedo, quienes a pesar de sus obligaciones, encontraron tiempo para ayudarme en todas las etapas del planeamiento y la redacción de este trabajo.

Agradezco también a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron moralmente.

H. Scholz

I N D I C E

	Pág.
Introducción.	1
Funciones de una Industria Químico-Farmacéutica.	1
A. Funciones Generales.	1
B. Funciones Específicas.	1
C. Organigramas	4
General	
Producción o Planta	
D. Enumeración de Actividades por Función.	5
E. Enumeración de Principales Decisiones por Función.	6
F. Problemas Específicos del Area Productiva en el Sistema de Reducción de Costos.	
F.1. Estudio sobre la Reducción de Costos Fijos y Variables.	6
Análisis de Costos Fijos y Variables.	7
El Gráfico del Sistema de Equilibrio.	8
Análisis Algebraico.	14
El Gráfico de Equilibrio no Lineal	18
F.1.a. Reemplazos.	22
F.1.b. Estandarización o Sustitución de Materiales.	32
F.1.c. Implantación de un Sistema de Costo Directo Estándar.	33
F.1.d. Reducción o Aprovechamiento de Desperdicios.	36
F.1.e. Sistema de Tiempos y Movimientos.	38
F.1.f. Calidad	46

INDICE (cont.)

	Pág.
Costos de la Calidad.	53
Artículos Constitutivos de la Calidad.	56
F.2. Nivelación de Trabajo.	61
Procedimiento de Nivelación.	66
F.3. Análisis de Inventarios.	70
F.3.a. Cálculo del Costo Anual de Almacenaje por Unidad.	85
F.3.b. Tamaños de Lotes Económicos de Compra.	93
F.3.c. Tamaño Económico de Lote.	106
Dimensión Económica de Lote.	111
F.4. Planeación y Control de la Producción.	114
Evaluación del Sistema de Control de Producción.	147
G. Conclusiones.	151
H. Bibliografía.	154

INTRODUCCION

Es notorio el progreso de los sistemas de administración dentro de las empresas modernas, lo cual básicamente se manifiesta en su estructuración y la complejidad que implica su manejo. Es la fuerza humana la que requiere de una especial atención, en virtud de que su desarrollo tiende a diversificarse en relación a la experiencia adquirida y al medio ambiente en que se desarrolla, principalmente motivado por una conducta de ansiedad e inquietud, que es reflejo de la época en que vivimos; las guerras, la disminución del poder adquisitivo, el desplazamiento del hombre por la máquina, la polución, las molestias del transporte, la incompatibilidad con sus compañeros de trabajo, la fatiga, el escaso interés que despierta un trabajo mal diseñado, etc.

Esta evolución de la conducta del hombre dentro de la empresa, exige nuevas técnicas dentro de la administración, que apoyadas por las ciencias (matemáticas, sociología, psicología, etc.) han hecho surgir un sinnúmero de actividades dentro de las funciones del administrador (planeación, organización, dirección y control).

Identificamos a la administración como una clase de trabajo que el administrador desarrolla para lograr que las personas trabajen eficientemente en grupo; un administrador no lleva a cabo actividades técnicas, comerciales, financieras, contables, productivas o administrativas, las dirige.

La administración no se dirige por instinto o intuición, de hecho, es a menudo opuesta a la forma espontánea y natural de actuar, no administramos por naturaleza; la administración comprende habilidades que deben ser aprendidas y desarrolladas en términos de principios y técnicas básicamente lógicas.

Podemos definir la función administrativa como un grupo de trabajo administrativo, formado de actividades, relacionadas unas con otras, que tienen características en común, derivadas de la naturaleza esencial del trabajo a realizar.

Una función está formada por un grupo de actividades relacionadas entre sí. La actividad es la característica básica del trabajo administrativo y cada actividad tiene una identidad esencial que la distingue de las demás.

El gran desarrollo de las actividades industriales en los últimos años, ha traído consigo una mayor demanda de profesionistas, que además de aportar sus conocimientos sobre el campo técnico, se necesitan constituir en administradores. Este es el caso del Químico o del profesional en cualquiera de las ramas de la técnica, que debe estar preparado para proponer soluciones a problemas administrativos con los que tiene que enfrentarse, ya que gran parte del progreso de la industria depende de las técnicas administrativas que se empleen, siendo una de éstas, la aplicación de un sistema de reducción de costos, con un consecuente aumento en las utilidades.

Es de suponer que los datos necesarios para el sistema de reducción de costos que deben salir de la Planta de la compañía, sean proporcionados por el Gerente de la misma, que en el caso de las Industrias Químicas, será por lo general un Químico Administrador, título que se le está dando al Químico en cualquiera de sus ramas, que ha aprendido a administrar, sea por estudios de post-graduado o en la práctica profesional.

La clave de un buen control de costos consiste en asignar claramente la responsabilidad al hombre que pueda ejercer el control donde se produce el gasto. Es él quien puede prever cómo evitar gastos innecesarios o inoportunos. Esta es la única manera de controlar los costos. En la práctica, es el Gerente del Departamento de Producción quien está en mejores condiciones de controlar completamente los costos, viendo que otros miembros del equipo ejecutivo de la empresa no tomen decisiones de las que resulten gastos innecesarios, injustificados o imprevistos.

El puede ver cuando alguien piensa en una acción que incrementará los gastos de cada cuenta. Cuando esta acción se lleve a cabo, sin su conocimiento, deberá establecer un control más, con el objeto de evitarlo. En el más amplio sentido, toda empresa comercial se dedica a la creación de bienes y/o servicios utilizando de una

u otra manera, hombres, máquinas y materiales, debiendo de controlarse cada uno de estos factores.

Debe notarse que este sistema supone la creación de un eficaz plan de presupuestos, operación, finanzas, mercado, investigación y procedimientos establecidos para la integración del proyecto y en el que el Departamento Productivo únicamente contribuirá con una serie de datos que implican el hacer una serie de análisis y estudios precisos para aportarlos.

En el presente trabajo únicamente se analizarán los factores necesarios para el planeamiento del sistema de reducción, que dependen del departamento productivo de una compañía.

FUNCIONES DE UNA INDUSTRIA QUIMICO -
FARMACEUTICA

A. Funciones Generales:

1. La empresa está dedicada a la investigación, desarrollo, compra y transformación de productos químicos para la elaboración y venta de productos farmacéuticos y de belleza.
2. Se investigan nuevos productos farmacéuticos y de belleza, para asegurar la vida de la empresa.
3. Se investiga la compra o uso de patentes de productos farmacéuticos y de belleza de otras empresas, para mantener una línea diversificada.
4. Unicamente se elaboran productos éticos, entendiéndose por este concepto, la elaboración de productos médicos que se prescriben y se consumen bajo vigilancia médica, y productos de belleza de la más alta calidad.
5. La totalidad de los productos ascienden, en las dos líneas, a más de 500 presentaciones, cada una.
6. La distribución es: a) en la línea farmacéutica a mayoristas, b) en la línea cosmética a tiendas grandes y pequeñas.
7. La empresa funciona como una sociedad anónima.

B. Funciones Específicas:

1. Mercadotecnia.

- a) Hace llegar los productos a los mayoristas en un caso, y a las tiendas en el otro.
- b) Para el propósito anterior está dividida la República en varios territorios o rutas de distribución.

- c) Los conductos de ventas son, en los dos casos, a través de Gerente de Territorio, Supervisor de Distrito y Representantes de Distrito.
- d) Selecciona, adiestra y conserva al personal de ventas.
- e) Mantiene un sistema de publicidad programada y dirigida en todos los aspectos.
- f) Investiga mercados para nuevos productos o nuevas presentaciones de los ya existentes.
- g) Analiza la penetración de sus productos dentro del mercado.

2. Finanzas.

- a) Desarrolla la planeación y análisis financieros que la actividad de la empresa requiere.
- b) Prepara reportes especiales por control de responsabilidad.
- c) Controla, a través del Departamento de Crédito y Cobranzas, a todos los clientes.
- d) Evalúa costos de nuevos proyectos atendiendo a su responsabilidad, pretendiendo siempre mantener ésta a un determinado porcentaje sobre el valor nominal de las acciones.
- e) Provee recursos para satisfacer adecuadamente las necesidades financieras.
- f) Prepara presupuestos anuales y planes financieros a largo plazo.
- g) Tiende a establecer un sistema de costo estándar de producción.
- h) Diseña, maneja y controla parte del sistema de información de la Empresa.

3. Producción.

- a) Planea su producción y existencias tomando en consideración las necesidades futuras de ventas a corto plazo, y en concordancia a su política de mantener un nivel de inventarios que represente un número de días-venta calculado de producto terminado.
- b) Planea técnicamente la adquisición de materiales.
- c) Vigila que los productos llenen satisfactoriamente los requisitos de calidad establecidos por la casa matriz y por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.
- d) Verifica que las materias primas y los materiales de empaque, reúnan los requisitos de Control de Calidad.
- e) Estudia la posibilidad de hacer reemplazos de materiales, maquinarias y procesos.
- f) Analiza sustituciones o estandarización de materiales.
- g) Hace estudios sobre reducción o aprovechamiento de desperdicios.
- h) Efectúa estudios de movimientos y tiempos.
- i) Analiza cargas de trabajo y presupuestos departamentales.

4. Investigación.

- a) Investiga y desarrolla nuevos productos y nuevas presentaciones de los ya existentes.

5. Relaciones Industriales.

- a) Recluta personal de ventas altamente especializado y obreros calificados.

- b) Vigila el cumplimiento de la política establecida en la administración de sueldos, actualizando periódicamente análisis y evaluación de puestos.
- c) Controla la asistencia del personal.
- d) Pugna por el mejoramiento económico y social de todos los trabajadores dentro de la capacidad de la Empresa.
- e) Mantiene un grado responsable de moral, higiene y seguridad entre su personal.
- f) Toma medidas preventivas para minimizar la rotación del personal.
- g) Promueve el mantenimiento de un Plan de Sugerencias.
- h) Fomenta las relaciones entre los trabajadores, entre éstos y la Planta y Empresa, a través de la edición de un órgano informativo (boletines, periódicos, revistas etc.).

Estas son algunas de las más importantes funciones de los departamentos que componen una empresa. Sin embargo, cada una de las áreas tiene una gran cantidad de funciones menos importantes, pero necesarias, que se han omitido por no ser objetivos en el presente estudio.

C. Organigramas 1 y 2.

Un paso importante cuando se asignan las responsabilidades para la implantación de un sistema, es el estudio de la estructura de la organización. En la compañía donde hay un organigrama completo, con descripciones actualizadas de la responsabilidad y autoridad de cada jefe, no existe ningún problema y simplemente se requiere de un análisis de éste, para determinar qué departamento es el indicado para hacer un trabajo. Para conseguir un control satisfactorio del sistema de reducción de costos o de

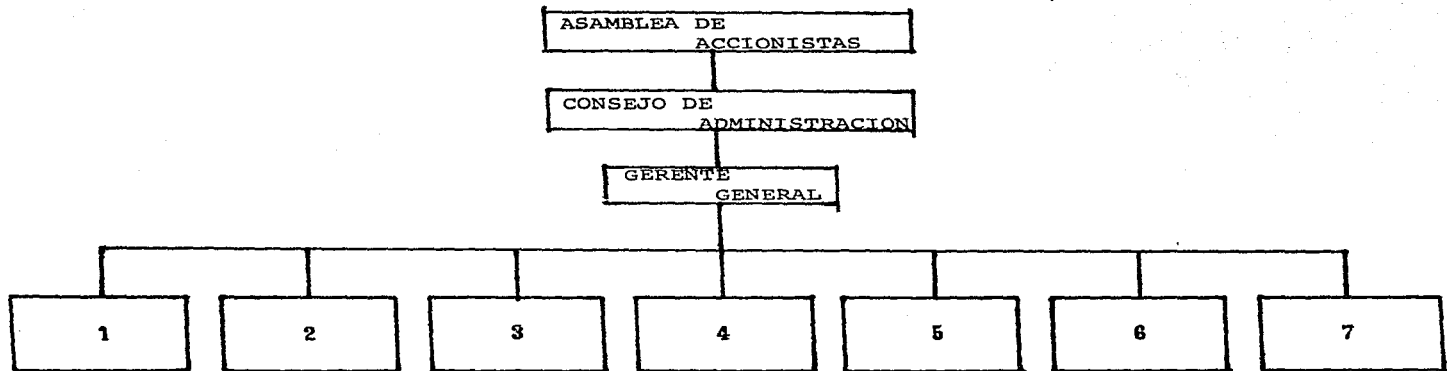
cualquier otro sistema, es un requisito indispensable fijar tareas definidas y responsabilidades concretas en la organización. Sólo eliminando todas las dudas y todos los choques de responsabilidad y de autoridad, se puede establecer un sistema que funcione con eficacia. Es por esto que en un sistema de reducción de costos, el departamento productivo es el encargado de hacer una serie de estudios encaminados a proporcionar datos que los departamentos administrativos desconocen.

En el Organigrama No. 1, se sitúa al Gerente de Producción al mismo nivel que los demás gerentes de departamento, reportándole directamente al Gerente General.

En el Organigrama No. 2, se muestran los departamentos que constituyen la Planta de la compañía y que dependen de la Gerencia de Producción.

- D. Las principales actividades por función de cada uno de los departamentos que integran la Planta de la compañía, se exponen en el organigrama No. 2.

ORGANIGRAMA N. 1



- 1.- Gerente de Mercadotecnia
- 2.- Gerente de Finanzas
- 3.- Gerente de Producción o Planta (Farmacéuticos)
- 4.- Gerente de Control de Calidad
- 5.- Gerente de Relaciones Industriales
- 6.- Gerente de Producción o Planta (Cápsulas)
- 7.- Gerente División Médica

E. Enumeración de Principales Decisiones por Función.

Sólo se van a enumerar las principales decisiones del Departamento Productivo, por ser parte importante del presente estudio, sin que ello signifique que las demás funciones sean menos importantes para el buen desarrollo del sistema.

3. Producción.

- a) Programar producción a corto plazo.
- b) Controlar inventarios.
- c) Decidir compra de materiales.
- d) Definir el equipo productivo de acuerdo con la necesidad productiva.
- e) Determinar normas de calidad de materias primas y materiales de empaque, así como normas de producción.
- f) Decidir ubicación de equipo auxiliar.
- g) Determinar el nivel de mano de obra necesario.
- h) Determinar rangos de capacidad de la Planta.
- i) Eliminar deficiencias en el desarrollo de la producción y obtener un grado óptimo de operación.
- j) Reducir costos a través de un adecuado manejo de los elementos que intervienen en los procesos.
- k) Estudiar y mejorar métodos.

F.1 Estudio sobre la Reducción de Costos fijos y Variables.

La primera parte del trabajo a desarrollar por el Gerente de Producción una vez que se ha situado su función en la organización de la Compañía, es el estudio del sistema de costos fijos y variables. Se inicia con un análisis del llamado punto de equilibrio, para lo cual, cada uno de los departamentos de la Planta reportará cuáles son sus costos fijos y variables; después de un análisis de éstos, se podrá concluir si pueden reducirse o no.

Análisis de Costos Fijos y Variables. La Dirección General ejerce un "control operativo" sobre el sistema de la producción de dos modos distintos.

1. Al controlar las entradas con respecto a las tasas de energía absorbida, el costo, calidad, etc... controlan los costos variables.
2. Al alterar el proceso (o el procedimiento), es decir, al reordenar los elementos del proceso, controlan los costos fijos del sistema.

Los administradores de producción se han acostumbrado a pensar según estos criterios durante muchos años, y les ha resultado cómodo y práctico dividir el campo de la dirección de producción en las siguientes tres partes:

1. Sistemas de costos variables.- Se considera que constituyen la principal responsabilidad y cometido de la Gerencia de Producción.
2. Sistemas de costos fijos.- Se considera que son parte del cometido de la Gerencia de Producción, pero fundamentalmente la responsabilidad central sobre ellos corresponde a la Gerencia Financiera.
3. Ingresos.- Considerados como una responsabilidad fundamental del sector de comercialización, que queda fuera del ámbito de la Gerencia de Producción.

En general, podemos afirmar que los sistemas de costos variables constituyen la preocupación de los Gerentes de Producción. A lo largo de los años, ha resultado, cada vez más evidente, que los sistemas de costos fijos y variables son fundamentales para la dirección de producción y requieren una auténtica colaboración entre los administradores financieros y los de producción.

Las consideraciones relacionadas con los ingresos no han tenido la misma fortuna. Aunque no es una novedad constatar que la calidad, el costo y, por consiguiente, el precio, la disponibilidad de

productos y la variedad estén totalmente relacionados a la vez con la comercialización y la producción, a pesar de ello, las distintas divisiones llegan, en muy raras ocasiones, al nivel de cooperación que parece exigir este tipo de situación.

El gráfico del sistema del equilibrio. Para exponer mejor el interés que deben sentir los administradores de producción por estos tres factores, nos bastará simplemente con recordar la rápida aceptación y aplicación que logró entre ellos el gráfico del sistema de equilibrio. En la figura (A) puede verse el esquema del mismo.

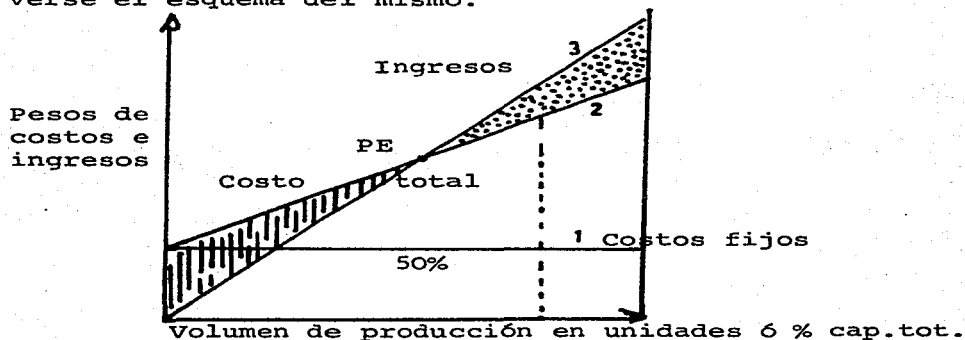


Figura (A). Gráfica de Equilibrio

El gráfico consiste en una ordenada (eje de las y) y una abscisa (eje de las x), por lo que se le puede dibujar mediante las coordenadas cartesianas habituales. La ordenada representa una escala de pesos en la que pueden medirse los costos fijos y los costos variables y los pesos de ingresos.

En la abscisa puede medirse el volumen de producción, es decir, el número de unidades que fabrica la compañía en un período determinado. No resulta difícil convertir esto en un porcentaje de la capacidad total de que dispone la compañía. En la figura (A) pueden verse las dimensiones que acabamos de exponer.

Además de esto, observaremos que en el gráfico hay tres líneas, que consideraremos seguidamente. La línea número 1 es la función lineal monotónica de los costos fijos. Recordando que el gráfico de equilibrio se aplica a un período específico, observaremos que los costos fijos se comportan de modo previsto, es decir, no cambian en función del incremento del volumen o del incremento de la utilización de la capacidad. Ya hemos definido antes los costos fijos en la base a esta característica especial.

La línea 2 del gráfico es una función creciente lineal monotónica que aumenta al aumentar el volumen. En el mundo real no cabe esperar ni conseguir este tipo de linealidad. No obstante, para nuestro primer examen del gráfico de equilibrio, la hipótesis de la linealidad constituye una concesión muy importante porque las relaciones lineales describen adecuadamente muchas situaciones. En todo caso, el sector de la producción ha aceptado esta hipótesis en épocas pasadas, con relación a un gran número de casos. La segunda línea refleja los componentes de costos variables que, por definición, aumentan al aumentar el volumen. En nuestro gráfico, los costos variables no empiezan en el punto cero. En vez de esto, se les suma a los costos fijos que se producirán en todo caso en un nivel de producción igual a cero. Por consiguiente, esta segunda línea de costos totales se deriva de la suma de los costos fijos y variables asignados al sistema de producción.

Por ejemplo, para cada unidad de un producto concreto que se fabrique, se necesitará una determinada cantidad fija de mano de obra y será preciso montar y utilizar los materiales necesarios para producir esta unidad. Si los materiales que se empleen para una unidad cuestan \$0.10, entonces los costos totales de materiales de cien unidades equivaldrán a \$10.00, y los costos totales de materiales correspondientes a 1,000 unidades ascenderán a \$100.00. Por esto es por lo que esta segunda función aumentará según nos desplazemos en el sentido de una mayor utilización de la capacidad. Volviendo a nuestros elementos iniciales de costos fijos, observaremos ahora que solamente la depreciación que es aplicable a la utilización de las máquinas deberá incluirse en la sección de costos variables. Los impuestos que

se recaudan sobre la base de actividades producidas o de ingresos percibidos podrían incluirse con fundamento en la categoría de costos variables. Ciertos gastos de energía y fuerza, calefacción, almacenamiento y seguros quedan perfectamente caracterizados por la definición de costos variables.

Con esto ya se han definido los costos totales que son aplicables al funcionamiento y explotación de una compañía. La clasificación de costos fijos y variables es absolutamente trascendental para el análisis de la función de producción. Encaja muy satisfactoriamente con la útil hipótesis de un sistema de entrada y salida. La forma esquemática que se explica puede traducirse en términos matemáticos.

Por consiguiente, es un puente extremadamente importante que salva el abismo entre el modo de actuar moderno y progresista y el antiguo método tradicional de enfocarlo la toma de decisiones en el campo de la dirección de producción.

La tercera línea de la figura (A) será la línea de ingresos. Es también una función monótonica que aumenta con el volumen de producción. También en este caso, se encuentra una situación en la que se recurre a la hipótesis de la linealidad. Ahora bien, ¿durante cuánto tiempo puede perdurar esto? Se sabe que en algún punto esos ingresos totales no aumentarán al mismo ritmo al fabricar la compañía cantidades mayores de un artículo determinado. El mercado de ese artículo llegará a saturarse. Es necesario que la compañía reduzca el precio a fin de poder conquistar una mayor proporción del mercado total existente. Ahora bien, no son estas situaciones las que interesan de momento. Tradicionalmente, se ha utilizado una relación lineal para descubrir los ingresos. Esto implica que la compañía tiene un nivel relativamente bajo en el mercado total, de tal modo que la ley de competencia describe adecuadamente su situación.

La zona rayada entre la línea de costo total y la línea de ingresos representa las pérdidas que sufre la compañía, es decir, la zona que está situada a la izquierda del punto de equilibrio. La zona punteada entre estas

mismas líneas representa los beneficios de la compañía y está situada a la derecha de este mismo punto. Precisamente en esto consiste la definición de punto de equilibrio: ni pérdidas ni ganancias.

Hay un punto de equilibrio para un volumen determinado de producción o para una utilización determinada de la capacidad de la planta. En la figura (B) puede verse la relación existente entre los beneficios y el volumen de producción. La ordenada representa ahora los beneficios. Observaremos en este caso todas las fallas del sistema lineal porque los beneficios empiezan como beneficios negativos o pérdidas y aumentan linealmente durante toda la gama de valores.

Como ya se dijo, esto sólo resultará aplicable a una compañía que satisfaga unas condiciones muy concretas, que se enumeran anteriormente. Pero nos basta ampliamente como primera aproximación.

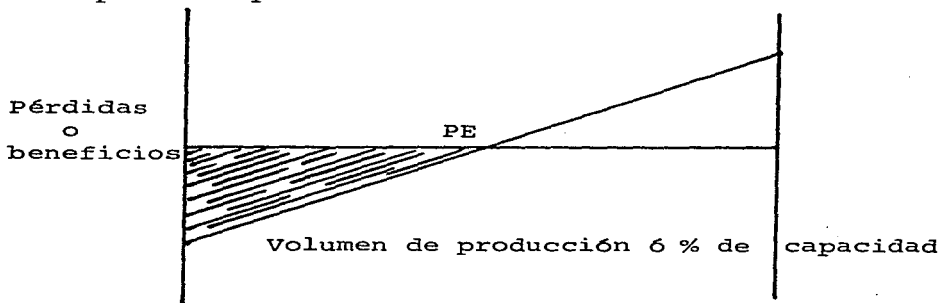


Figura (B). Volumen de producción, contrapuesto a beneficios.

Es preciso tomar en consideración todos los factores al intentar formular conclusiones sobre cualquier situación concreta de equilibrio. El primero es la posición del punto del equilibrio y el segundo la cuantía de los beneficios marginales que se obtienen por cada unidad adicional de capacidad que puede utilizarse. Esta es precisamente la inclinación o pendiente de la línea de la figura (B). En otras palabras, si se girara la lí-

nea de los beneficios de la figura (B) de modo tal que quedara ligeramente por encima de la abscisa, se podrían obtener muy pocos beneficios como resultado de una mayor utilización de la capacidad de la planta. Si se aumentara la pendiente de la línea (en términos de la figura, esto supone girarla mecánicamente sobre el punto de equilibrio) entonces podrían obtenerse mayores rendimientos en cuanto la demanda superara el punto de equilibrio. Al mismo tiempo, conviene observar que, por la hipótesis de la linealidad, las pérdidas o sanciones que implica operar por debajo del punto de equilibrio pasan a ser también proporcionalmente mayores según nos vamos alejando de dicho punto. Esto resulta más o menos cierto en casi todas las situaciones prácticas.

Nuestro centro de interés se refiere a la traslación del propio punto de equilibrio. Si nos desplazamos a la derecha, la compañía tendrá que actuar a un nivel superior de capacidad antes de que valga la pena dedicarse a realizar negocios. Recíprocamente, al reducir el valor del punto de equilibrio (desplazándolo hacia la izquierda) disminuirá la presión de esta demanda sobre la compañía. Ahora bien, con respecto a estos dos criterios, las decisiones pueden resultar muy complejas.

Observemos que en la figura (C) hemos trazado dos líneas de beneficios. Se presupone que cada una de ellas representa la descripción de un resultado obtenido a partir de distintas configuraciones de la producción.

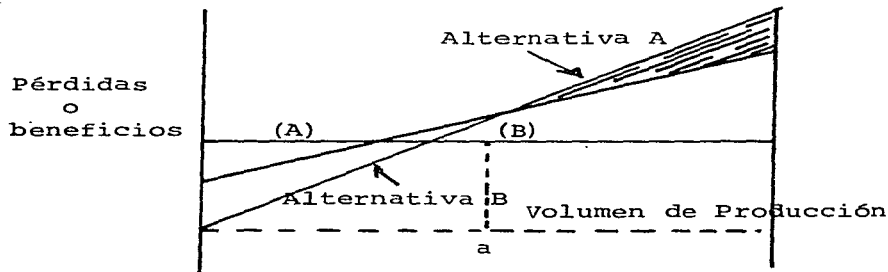


Figura (C). Volumen de producción contrapuesto a beneficios, en el caso de distintas configuraciones de la producción.

La alternativa A tiene un punto de equilibrio menor que la alternativa B. Esto hace que A sea más deseable que B con respecto a este criterio. Pero la función de beneficios B tiene rendimientos marginales mayores en cuanto se llega al punto de equilibrio. Por consiguiente, B resulta preferible con arreglo a este criterio. Si la compañía puede operar en el punto (a), entonces ambas alternativas producirán unos beneficios iguales. Si podemos operar con un volumen que esté por encima del punto (a), entonces habrá que preferir la alternativa B. Si no se puede actuar así, la opción será la alternativa A.

Por regla general, los distintos planes permitirán diferentes grados de control sobre los diversos factores. Es posible que un plan exija una inversión menor que otro, pero solamente a expensas de algún otro factor. Estos factores pueden ser:

1. Calidad más deficiente, que redunde en un volumen de ventas menor.
2. Menor precio de venta a fin de conseguir un volumen igual de ventas.
3. Costos variables superiores.
4. Diversas combinaciones de los factores anteriormente expuestos.

Estos efectos tienen que hacerse sentir porque en cualquier otro caso "no existirá un problema de decisión". Si un plan concreto mejora la calidad, reduce la inversión, disminuye los costos variables y permite unos precios mayores sin un incremento del volumen de ventas, esto solamente podría pasarse por alto en el "País de las Maravillas...", pero también solamente podría ocurrir en dicho país. Concretamente, lo que hacemos es invertir para mejorar los medios de producción a fin de conseguir rebajar los costos, mejorar la calidad y obtener los consiguientes beneficios de mercado.

Todo es un sistema integrado. Gran parte de la perspectiva necesaria (pero no toda ella) la obtendremos a través de un análisis inteligente del gráfico de equilibrio. Los factores que falten se pondrán claramente de mani-

fiesto cuando se estudie la teoría de la decisión y los modelos de decisión, que no se tratarán en el presente trabajo.

En el ínterin, conviene aclarar que esta planificación permite controlar los desenlaces en el caso de situaciones no reiterativas. Se trata de un tipo especial de control, y no del control al que normalmente se alude con esa palabra, pero constituye una variante muy importante del mismo.

Análisis Algebraico.- Es perfectamente lícito traducir el gráfico del equilibrio en su equivalente algebraico. Ciertas personas prefieren hacer la forma visual mientras que otras se sienten más atraídas por el planeamiento matemático. La elección depende en el último término de la utilización que vaya a darse a esos análisis. Cuando constituya un factor importante la comunicación con el personal de Costos resultará, por regla general, más eficaz el enfoque matemático.

Para empezar, asignemos equivalentes simbólicos a los factores relevantes.

- I = Ingresos brutos por períodos T.
- P = Precio por unidad en la hipótesis de que el mercado vaya a absorber todo lo que pueda fabricarse al mismo precio.
- V = Número de unidades fabricadas en el tiempo T, y por consiguiente, volumen de ventas en el período T.
- U = Capacidad de producción total, es decir, número máximo de unidades que pueden fabricarse en el tiempo T, funcionando las instalaciones a plena capacidad.
- K = Fracción de la capacidad total que se utiliza = V/U
- CF = Costos fijos por período T.
- CV = Costos variables por unidad de producción.
- CC = Costos totales por período T.
- BT = Beneficios totales por período T.

La línea de costos totales correspondiente al período T, quedará representada por:

$$I = PV = PKU$$

La línea de costos totales correspondiente al período T, será igual a:

$$CT = \frac{CF + (CV)V}{U} = \frac{CF + (CV)KU}{U}$$

Por consiguiente, los beneficios totales correspondientes al período T (en términos de volumen) serán:

$$PI = (I - CT) = \frac{I - CF - (CV)V}{U} = \frac{(I - CV)V - CF}{U}$$

y en términos de utilización del factor K:

$$PT = (I - CT) = \frac{I - CF - (CV)KU}{U} = \frac{(I - CV)KU - CF}{U}$$

Cada una de las variables, necesita para determinarse, de una serie de datos que deben proporcionar las Gerencias de varios departamentos. En especial, la Gerencia de Producción debe aportar los siguientes:

V = Número de unidades fabricadas en el tiempo T.

U = Capacidad de producción total, es decir, número máximo de unidades que pueden fabricarse en el período T, funcionando las instalaciones a plena capacidad.

K = Fracción de la capacidad total que se utiliza = V/U

CF = Costos fijos por período T.

CV = Costos variables por unidad de producción.

Para poder aportar estos datos, el Gerente de Producción necesita haber hecho los siguientes estudios:

a) Para saber el número de unidades fabricadas en el período T, necesita haber determinado los tiempos de manufactura, llenado y acondicionado por lote, o sea, puede saber el tiempo por pieza o unidades fabricadas en el período T. También puede determinar la capacidad de producción de la siguiente forma:

a. Conoce la capacidad del equipo.

b. Conoce la capacidad del personal

c. Conoce la capacidad de todos los departamentos de la planta.

Puede saber, relacionando los datos teóricos de estas ca

pacidades con los datos obtenidos, prácticamente, cuál es el rendimiento, el cual puede ser negativo o positivo.

Ejemplo 1: T = un año

Decisión <u>escogida</u>	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2 C/Inst.	
	<u>S/Transportador</u>		<u>de Transportador</u>	
U	20,000	Unid. x año	20,000	Unid. x año
CF	\$10,000	x año	\$12,000	x año
CV	\$ 0.50	x Unid.	\$ 0.45	x Unid.
P	\$ 2.00	x Unid.	\$ 2.00	x Unid.

100 K calculada en el 90% para ambas alternativas cuando $P = \$2.00$

En el caso de la alternativa 1:

$$BT = (2 - 0.50) (0.90) (20,000) - 10,000 = \$ 17,000 \text{ x año}$$

En el caso de la alternativa 2:

$$BT = (2 - 0.45) (0.90) (20,000) - 12,000 = \$ 15,900 \text{ x año}$$

El punto de equilibrio se calcula fácilmente haciendo $BT = 0$, con lo que:

$$(P - CV) KU = CF$$

y

$$K \text{ (Punto de equilibrio)} = CF / (P - CV) U$$

En el caso de la alternativa 1:

$$K \text{ (Punto de equilibrio)} = 10,000 / (1.5) (20,000) = 0.333$$

En el caso de la alternativa 2:

$$K \text{ (Punto de equilibrio)} = 12,000 / (1.55) (20,000) = 0.387$$

NOTA: Sobre la base de unos beneficios para un factor LOOK estimados en el 90%, se prefiere la alternativa 1. Ofrece la posibilidad de 1,100 más de beneficio que la alternativa 2.

En términos del punto de equilibrio, se prefiere la alternativa 1 porque tiene un valor inferior.

Teniendo en cuenta en este complejo que, en la plena utilización de la capacidad de la planta, la alternativa 1 es siempre preferida a la alternativa 2, es indudable que se debe elegir la alternativa 1... por lo menos en base a este análisis.

Ejemplo 2: T = 3 meses = un trimestre

Decisión escogida	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
	Máquina A	Máquina B
U	5,000 Unid. x trimestre	5,000 Unid. x trimestre
CF	\$2,500.00 x tri mestre	\$3,500.00 x tri mestre
CV	\$0.50 x unidad	\$0.10 x unidad
P	\$2.00 x unidad	\$2.00 x unidad
LOOK	60 por ciento	60 por ciento

De este modo se tiene en el caso de la alternativa 1 (K = 0.60):

$$BT = (2 - 0.50) (0.60) (5,000) - 2,500 = \$2,000 \text{ x trimestre}$$

y en el caso de la alternativa 2 (K = 0.60):

$$BT = (2 - 0.10) (0.60) (5,000) - 3,500 = \$2,200 \text{ x trimestre}$$

Para la alternativa 1 (K = 1.00):

$$BT = (2 - 0.50) (1.00) (5,000) - 2,500 = \$5,000 \text{ x trimestre}$$

y para la alternativa 2 (K = 1.00):

$$BT = (2 - 0.10) (1.00) (5,000) - 3,500 = \$6,000 \text{ x trimestre}$$

Así pues, la alternativa 2 resulta preferible, tanto en el punto de utilización estimada de la planta como en el de plena utilización, pero los puntos de equilibrio son:

$$1. K(\text{Punto de equilibrio}) = 2,500 / (1.5) (5,000) = 0.333$$

y en la alternativa 2,

$$K(\text{Punto de equilibrio}) = 3,500 / (1.9) (5,000) = 0.368$$

Tenemos aquí la situación anteriormente descrita. La alternativa 2 tiene un punto de equilibrio superior. Es evidente que precisa añadirse algo a nuestro análisis para que tenga sentido. Este algo suplementario será las estimaciones del riesgo inherente a los diversos niveles de utilización de la planta.

El gráfico de equilibrio no lineal. Resulta evidente que el volumen previsto de operaciones constituye un factor crítico para determinar el diseño de un sistema de producción.

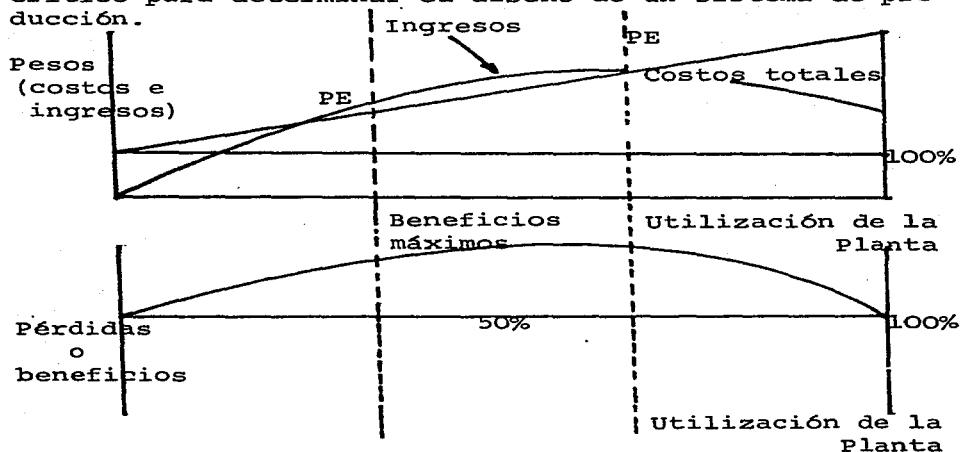


Figura (D). Gráfico de equilibrio en la hipótesis de unos ingresos decrecientes al reducirse el precio del producto, a fin de conseguir la plena utilización de la Planta.

Si el mercado es de tal índole que a un determinado precio existe una demanda limitada, entonces en el caso de estos sistemas lineales tendríamos que operar siempre lo más a la derecha que nos permitiera la capacidad de nuestra planta.

Por supuesto, en realidad la linealidad deja de ser, en un punto determinado, una descripción razonable de las respuestas y reacciones del mercado. Solamente puede obtenerse un aumento del volumen mediante una disminución del precio o un incremento en los costos de promoción y venta. Pueden verse estas dos situaciones en las figuras (D), (E) y (F); reproduce la combinación de estos efectos.

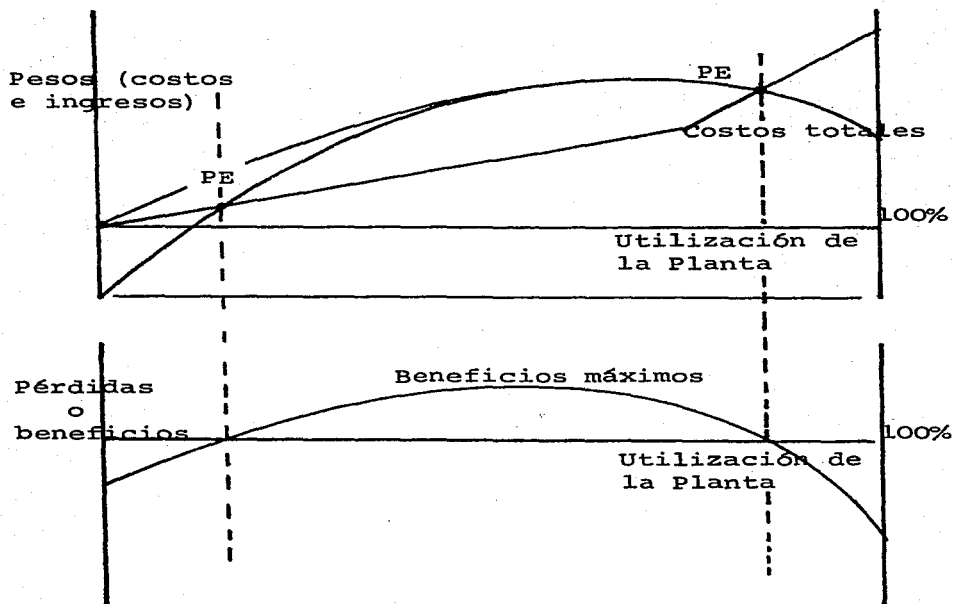


Figura (E). Gráfico del equilibrio en la hipótesis de unos costos crecientes de promoción de ventas, necesarios para lograr la plena utilización de la planta.

Cada uno de estos diagramas viene acompañado de un gráfico de los beneficios que se pueden obtener con distintos porcentajes de la capacidad productiva. Vale la pena observar que existe un punto "óptimo posible", es decir, un punto en el que se elevan al máximo los beneficios totales. Para poder conseguir este nivel de producción, hace falta un esfuerzo de cooperación por parte de todas las principales divisiones de la dirección de la empresa. La dirección financiera debe proporcionar los fondos suficientes a fin de que exista el capital adecuado para poder crear los medios de producción necesarios para el volumen de producción especificado. El departamento de comercialización debe estar en condiciones de proporcionar un número adecuado y calculado de clientes y sus ventas al precio que viene incorporado en la línea de ingresos. Y, por supuesto, el departamento de producción debe ser capaz de entregar los productos en el volumen previsto.

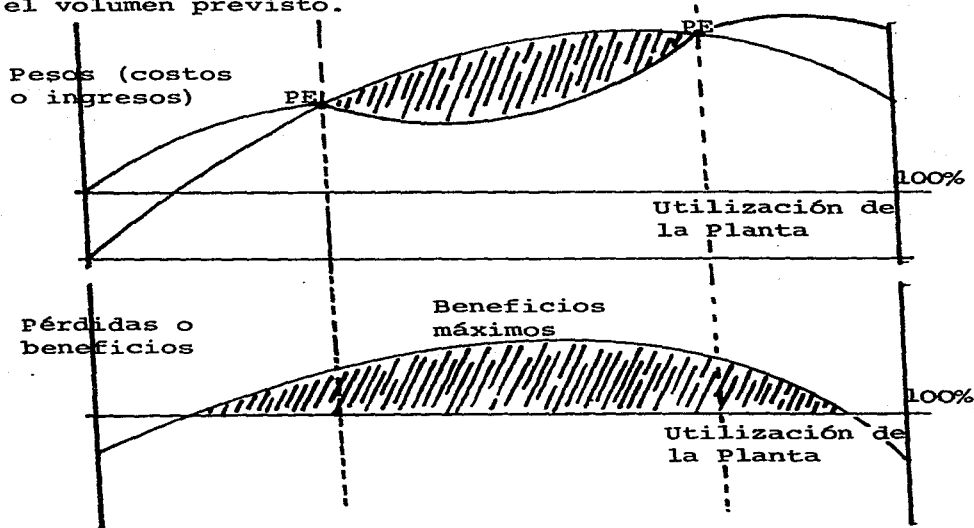


Figura (F). Gráfico de equilibrio en ambas hipótesis, es decir, ingresos decrecientes, y costos crecientes.

Como se ve, la dirección de producción tiene que contribuir a determinar una "configuración de los elementos de la producción" que produzca los máximos beneficios... si tal es el objetivo de la compañía. Sin embargo, el problema de cómo lograr esto se complica en proporciones muy superiores a las que pueden reflejar un gráfico de equilibrio. El peligro de las abstracciones es que todos los tipos de dificultades quedan representados en una forma muy simple que traiciona la realidad de la situación. Por consiguiente, debe tenerse mucho cuidado cuando se trata de aplicar instrumentos tales como el gráfico de equilibrio.

A continuación se examina lo que implica esta advertencia con respecto al gráfico de equilibrio. En primer lugar, el gráfico de equilibrio, aunque venga reproducido en forma no lineal, representa exclusivamente un solo producto. En el caso de la inmensa mayoría de las compañías, las decisiones deben tener en cuenta el hecho de que exista una mezcla adecuada de productos. La gama de producción consiste en un cierto número de artículos o servicios distintos. Estos productos o servicios tienen que repartirse unos recursos entre los que figuran el capital y el tiempo de dirección de empresa. Resulta difícil utilizar el gráfico de equilibrio cuando surgen estas complicaciones adicionales. Además de esto, cada gráfico de equilibrio refleja un período concreto. Si se supone que la compañía puede vender cinco millones de unidades en cinco años, pero solamente diez mil durante el primero, entonces resultará muy atractivo un análisis quincenal de equilibrio; en cambio basán dose en análisis anuales, este producto sería rechazado. Ahora bien, las estimaciones de costos aplicados a un período quincenal quizá no resulten suficientemente confiables para que la dirección actúe en base a ellas. Por otra parte, pueden surgir costos imprevistos. Por ejemplo, si la compañía produce con exceso, entonces las unidades excedentes existentes en los almacenes solamente podrán ser vendidas reduciendo el precio.

Si se conservan estos artículos en el inventario, se crearán costos adicionales tales como los de almacenamiento, seguros y costos de mantenimiento de inventario. Existen en cada situación unos beneficios máximos, (óptimos). El hecho de que se pueden obtener

o nó, constituye una cuestión totalmente distinta. Pero solamente mediante el gráfico no lineal del equilibrio se podrá poner de relieve este objetivo fundamental de la dirección de producción. El planeamiento tradicional del equilibrio pasa por alto este aspecto del problema. Incluso en abstracto, esto no puede tolerarse. Surge también un problema adicional con respecto a la probabilidad de que puedan conseguirse distintas dimensiones de los mercados, los volúmenes de ventas y la proporción que corresponde a la marca.

F.l.a. Reemplazos.

Los reemplazos o sustituciones para lograr una reducción de costos, pueden hacerse a través de varios factores:

1. Equipo
2. Materias Primas
3. Materiales de Empaque
4. Procesos
5. Personal
6. Varios

1. El equipo usado actualmente en la industria es susceptible de ser mejorado, ya sea haciéndole adaptaciones al existente, o bien adquiriendo uno nuevo. Esto con el objeto de incrementar la producción.
2. Las materias primas para la elaboración de los productos, a través de la investigación, pueden ser sustituidas por otras que sean de menor costo o de mayores cualidades para la calidad del producto.
3. Los materiales de empaque también podrán sustituir se unos por otros, procurando estandarizar la presentación de los productos y evitando tener un inventario muy diversificado.
4. Los procesos de manufactura deberán analizarse con cierta frecuencia, tratando de reducir el tiempo empleado actualmente.
5. Una instrucción al personal, así como una buena su-

pervisión, darán como resultado un mejor aprovechamiento de la mano de obra.

Estos factores son muy importantes en un sistema de reducción de costos, ya que contribuyen en forma importante en los costos y gastos de la compañía. Se considera que en la compañía debe existir un procedimiento que permita mantener el control de estos factores.

En el procedimiento se expondrán las técnicas que se necesitan para dicho control:

Cuando el Gerente de Producción propone un reemplazo o sustitución, puede comparar el nuevo proyecto con los ya existentes, y esto le dará información para tomar una decisión correcta. Este criterio se adapta a todos los factores expuestos anteriormente; sin embargo, no únicamente habrá de importar el aspecto económico de la decisión, ya que la calidad, la política de la empresa y otros aspectos también son importantes.

A continuación se exponen algunos ejemplos que dan una clara idea de que los reemplazos o sustituciones pueden lograr reducciones en los costos.

Ejemplo No. 1

ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO ENTRE EQUIPOS XEROX 3600, MINOLTA FAX 1714, XEROX 7000 CON EQUIPO XEROX 914 DE APOYO.

Como resultado del período de prueba del equipo Minolta 1714, de algunos cambios en la operación del equipo Xerox 3600-2, que reduce costos, la alternativa de utilizar equipo 914 en vez del 710 reduciendo costos, se exponen los resultados económicos de cada alternativa:

Bases del cálculo:

Número de copias	35,000
Porcentaje de desperdicio Minolta	7%
Reducción de costo utilizando equipo 914 en vez de 720 y mejor calidad de copiado	\$ 250.00/mes
Porcentaje previsto de reducciones	30%

Alternativa A

Xerox 3600-2

Número de copias 33,500
Precio de copia \$0.45 (1-15,000)
Excedentes \$0.34-Duplicación \$0.15
Costo promedio:
Real nuevo sistema \$0.288
Material de consumo \$0.077
Papel \$0.039
\$0.404

Costo \$ 13,520.00

Xerox 914

1,500
\$ 0.65 (1-1,500)
\$ 0.55
\$ 0.65
\$ 0.14
\$ 0.04
\$ 0.83

Costo \$ 1,288.00

Costo total \$14,808.00

Alternativa B

Minoltafax 1714

Número de copias 33,500
Precio material de
consumo y papel \$0.36
7% desperdicio \$0.025
\$0.385

Costo \$ 12,900.00
Renta fija 1,700.00
\$ 14,600.00

Xerox 914

1,500

Costo \$ 1,288.00

Costo total \$15,888.00

Alternativa C

Xerox 7000

Número de copias 33,500
Costo promedio \$0.288
Mat. de consumo \$0.077
Papel \$0.039
\$0.404

Costo \$ 13,520.00
Renta fija 2,000.00
\$ 15,520.00

Xerox 914

1,500

Costo \$ 1,288.00

Costo total \$16,808.00

Alternativas A, B y C.

Considerando un porcentaje esperado de reducciones del 30%

Alternativa A

Xerox 3600-2

Xerox 914

Costo total \$ 17,088.00

Alternativa B

Minoltafax 1714

Xerox 914

23,400 pzas. x 0.385 \$ 9,020.00

10,100 pzas. x 0.192 1,940.00

\$10,960.00

\$ 1,288.00

Renta fija 1,700.00

\$12,660.00

Costo total \$ 13,948.00

Alternativa C

Xerox 700

Xerox 914

23,400 x 0.404 \$ 9,450.00

10,100 x 0.20 2,020.00

\$11,470.00

Renta fija 2,000.00

\$13,470.00

\$ 1,288.00

Costo total \$ 14,858.00

El estudio es favorable al equipo Xerox 3600-2 sin considerar reducciones, pero se ha observado que la reducción tiene buena aceptación y se calcula alcanzar un mínimo de 30% de copias de este tipo. En este caso el estudio económico es favorable por escaso margen al equipo Minolta, pero sin embargo, la calidad de copiado de éste es bastante inferior al Xerox, además de que la compañía que lo vende no ofrece muchas garantías, ya que el contrato se hace a través de una tercera persona

y por un período de tres años.

Además se correrían riesgos con el papel, ya que es de importación y podría después de un año, en el que nos garantizan el precio, aumentar éste.

La diferencia económica en su favor no compensa los riesgos en se incurrirían. Por lo tanto, la alternativa recomendable es la "C", en la que se prevén ahorros del orden de \$2,230.00 mensuales x 12 meses = \$26,760.00 anuales.

Ejemplo No. 2

ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO ENTRE COSTOS DE FRASCOS DE POLIETILENO COMPRADOS
Y LOS FABRICADOS EN LA COMPAÑIA

Bases de Cálculo: Frascos 0040 y 0060

Frasco No.	No.de Pzas. 1971	Costo Millar Compra	Costo Millar Fabricación	Costo Total Compra	Costo Total Fabricación	Diferencia
0040	947,000	\$ 360.00	\$ 131.00	\$340,920.00	\$124,000.00	\$216,920.00
0060	516,000	\$ 380.00	\$ 136.00	\$196,000.00	\$ 79,200.00	\$125,800.00

Costos de Fabricación

	<u>0040</u>	<u>0060</u>
M.P.	0.040	0.045
Operación	0.0287	0.0287
M.O.	0.0414	0.0414
Depreciación	<u>0.0210</u>	<u>0.0210</u>
	\$ 0.1311	\$0.1361

NOTA: Este estudio fué preparado únicamente con frascos 0040 y 0060 por carecer de cotizaciones de los otros tamaños de frascos, pero permite visualizar una ventaja económica de la alternativa de fabricación contra compra de frasco de polietileno.

ESTUDIO ECONOMICO COMPARATIVO ENTRE COSTOS DE FRASCOS
DE VIDRIO vs FRASCOS DE POLIETILENO

Bases de Cálculo: Frascos 0040 y Frascos 0060

Frascos	Nos. Pzas. 1971	Costo por Millar de Vidrio	Costo por Millar de Polielileno	Costo Total Vidrio	Costo Total Polielileno	Diferencia
0040	947,000	\$ 401.00	\$ 360.00	\$379,740.00	\$340,920.00	\$38,847.00
0060	516,000	\$ 495.00	\$ 380.00	\$255,420.00	\$196,000.00	\$59,420.00

Ahorro: \$98,267.00

NOTA: Este ahorro fue estimado únicamente con frascos 0040 y 0060 por carecer a la fecha de cotizaciones de los otros tamaños de frascos, pero permite visualizar la ventaja económica de comprar frascos de polielileno contra los de vidrio.

Ejemplo No. 3

ESTUDIO SOBRE REEMPLAZO. EQUIPO DE TRANSPORTE PROPIO. REDUCCION DE COSTOS.

Se hizo el estudio en la siguiente forma:

1. Se revisaron los procedimientos y costos actuales del servicio de transporte de productos terminados a los distribuidores y centros de despacho de líneas foráneas en la ciudad de México para farma céuticos y cosméticos.
2. Se comparó con la alternativa de adquirir equipo pro pio, y los resultados obtenidos han sido favorables, ya que se prevén ventajas en el servicio y las tasas de rentabilidad son muy atractivas, y lo serán más porque los transportistas están incrementando considerablemente sus precios.

Se están desarrollando las alternativas de renta con opción final de compra, las que serán útiles en el momento de la adquisición.

Método Actual. Para distribución local, así como para las líneas de transporte foráneo, se contratan los servicios de una compañía de transporte, la que percibe anualmente la cantidad de \$ 108,000.00. Incluye la carga promedio de 3.5 toneladas de producto por día hábil, con un volumen aproximado de 30 m³.

Este sistema tiene el inconveniente de que personal ajeno a la compañía tiene relación directa con los distribuidores, con el riesgo de prestar un mal servicio, y sin que se tenga control de ninguna especie, además de no dispo ner del servicio en cualquier momento.

Método Propuesto. Se propone la compra de una camioneta marca Ford, modelo P-400, con una capacidad volumétrica de 22 m³ y una carga de 4 toneladas, la cual podría prestar adecuadamente el servicio requerido con me jores condiciones de control sobre el personal (un chofer y un ayudante) quien también tendría contacto con los distribuidores con mejores resultados económicos que los actuales.

Estudio económico:

Inversión	\$	69,321.00	
Costo actual		108,000.00	
Gastos		78,000.00	(costo de operación)
Ahorro		30,000.00	
Depreciación 20%		<u>13,864.00</u>	
Utilidad antes de Impuesto		16,136.00	
Impuesto 48%		<u>7,745.00</u>	
	\$	8,391.00	

Total ingreso:

Utilidad desp.de Impuesto	\$	8,391.00
Depreciación		<u>13,864.00</u>
	\$	22,255.00

Vida económica del equipo: 5 años

Valor de desecho: \$ 30,000.00

Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		22,255	22,255	22,255	22,255	22,255
Egresos	69,321					

$$69,321 = 22,255 \times USPWF_4 + 52,255 \text{ SPPWF}$$

$$69,321 = 22,255 \times 2.3616 + 52,255 \times 0.3277$$

$$69,321 \quad 69,800$$

Tasa de rendimiento: 25%

Opción de compra a dos años. Después de varios cálculos se muestra la siguiente tabla:

Años	0	1	2	3	4	5
Egresos		7,764		6,110.4		
Ingresos			561	17,695	17,695	17,695

$$7,764 \text{ SPPWF}_1 + 6,110.4 \text{ SPPWF}_3 = 561 \text{ SPPWF}_2 + 17,695 \text{ USPWF}_3$$

x SPPWF₂

Tasa de interés: 135%

$$7,764 \times 0.4186 + 6,110.4 \times 0.076 = 561 \times 0.176 + 17,695$$

$$\times 0.666 \times 0.176$$

$$3,670 \approx 3,650$$

Aunque no se incluyen en el presente trabajo, también se hicieron estudios sobre la probabilidad de adquirir equipo más pequeño y más grande, pero no tuvieron buen resultado económico.

Ejemplo No. 4

SECADORES ELECTRICOS PARA MANOS

Otro estudio para reducir la cantidad de desperdicio, y al mismo tiempo reducir los renglones de gastos, es el siguiente:

Se propone la compra de secadores eléctricos para manos, en lugar de usar toallas desechables, para el uso del personal, en los sanitarios. Estos secadores deberán pagarse en dos años.

Se propone inicialmente la compra de dos aparatos cuyo costo se podrá cargar a gastos, ya que deberá incidir directamente en la reducción de compra de toallas desechables.

Posteriormente, con la certeza de que hay una reducción, se hará el estudio económico específico, y se comprarán los aparatos necesarios.

A. Costo de cada aparato: \$ 1,750.00

B. Costo de cada aparato: \$ 2,650.00

Garantía promedio de A y B: dos años

Los reemplazos que se pueden hacer en lo referente a los demás factores, de los cuales no se citan ejemplos, son muchos y muy variados, tan sólo hace falta el iniciar los estudios necesarios con el objeto de proponerlos, y si son aceptados, ponerlos en práctica. La ayuda que cada uno de ellos pueda prestar al objetivo de reducir costos podrá ser cuantificada.

F.1.b. Estandarización o sustitución de materiales

La estandarización o sustitución de materiales, se refiere exclusivamente a los materiales de empaque que las compañías en donde estos son necesarios por el tipo de productos, como es el caso de las industrias químico-farmacéuticas y cosméticas, implican un costo bastante elevado.

Es por esto que, al analizar un sistema de reducción de costos el Gerente de Producción, deberá solicitar al Departamento de Ingeniería y Desarrollo de Procesos, que haga un estudio exhaustivo de todos los materiales de empaque, con el objeto de reducir el número de los mismos. Si las presentaciones no pueden reducirse en número porque el mercado las requiere, se puede estudiar la posibilidad de tener un gran número de factores iguales, por ejemplo, la misma corona, la cual permitirá comprar una mayor cantidad de tapas iguales, consiguiendo un menor precio. Así como el ejemplo anterior, en gran cantidad de materiales de empaque, se pueden conseguir después de analizarse, una reducción en el costo de los mismos.

Cuando se proponen sustituciones que mejoren el costo, uno de los factores más importantes para tomarse en cuenta, es la calidad. Si el material de empaque por sustituir es mejor, protege al producto y le da mayor presentación, difícilmente se tomaría la decisión de reducir costos en este aspecto. Posiblemente este tipo de decisiones dependan mucho del estudio y productos que se elaboren en una industria.

Al hacer estudios económicos en este aspecto, el Gerente de Producción tendrá un papel importante, ya que si bien es cierto que se produce para satisfacer las necesidades de mercado, también es importante saber con qué dificultades habrá de enfrentarse el Departamento Productivo. Entre éstas, se pueden mencionar: equipo, personal, proveedores, etc.

F.l.c. Implantación de un sistema de costo directo estándar

Resulta difícil explicar las dudas y vacilaciones que han demorado la aceptación general del sistema de costo directo. El desarrollo histórico de las técnicas de determinación de costos que han llevado a un lugar preponderante el sistema de costo directo estándar, proporciona una explicación parcial del tema. Como nadie posee la historia completa de su desarrollo, la que se relata a continuación parece ser la de mayor aceptación.

El origen del sistema de costo directo se basa en la necesidad de determinar en forma confiable los ingresos reales de un período determinado.

En 1875, John Walker inició el estudio de lo que en 1928 la Compañía Westinghouse llamó sistema de costo estándar y fue hasta 1947 cuando C. Robert Fay desarrolló el presupuesto flexible y todos los pasos de control de sistema convencional de costo estándar y costo directo. En el campo de las decisiones y control, el valor de los datos provenientes del cálculo del costo directo estándar han hecho que al pensar en un sistema de reducción de costos, éste sea un punto de vital importancia.

La relación Precio-Costo-Volumen es la base del planeamiento de utilidades y control de costo directo estándar.

En una industria con un sistema de costos reales, la parte que requiere más tiempo en la implantación de un sistema de costo directo estándar, es el desarrollo y la verificación de los estándares de actividad. Muchas industrias han pasado al costo directo para lograr informes previos mientras se fijan los estándares.

Esta conversión cumple dos objetivos. En primer término, proporciona a la Gerencia General un informe de las operaciones en los términos del gráfico U/V (unidad-volumen), de manera que las decisiones puedan mejorarse. En segundo lugar, proporciona información para establecer controles, si es necesario antes de que se establezcan los estándares.

Las cuentas después de asignar responsabilidades, deben ser clasificadas según su comportamiento y agrupadas por centros de costo para determinar los costos por producto, esta es la clave de un buen sistema de costo directo estándar.

Hay dos tipos de costos desde el punto de vista de su comportamiento básico a saber: directo y fijo, pero en realidad son cuatro:

- a) Directo
- b) Fijo
- c) Mixto
- d) Especial

Muchas cuentas pueden ser clasificadas a simple vista como costos variables, mano de obra directa, etc... con poco margen de duda.

Muchos costos fijos también pueden ser clasificados a simple vista: depreciación, renta, impuestos, mantenimiento de edificios, sueldos a ejecutivos y otros gastos generales de administración.

Costos mixtos son aquellos que en parte son variables y en parte fijos. Muchas pequeñas compañías han evitado complejidades clasificando todos los costos fijos o variables y asegurándose de que algunas cuentas mixtas se clasificaban en uno u otro sentido para compensar los errores de esa clasificación.

Otras han evitado las cuentas mixtas dividiendo ciertos aspectos en dos cuentas separadas, una variable y otra fija. Por ejemplo, el consumo mínimo obligatorio de una cuenta de electricidad puede ser cargado a una cuenta fija y el remanente clasificado como variable y cargado a una cuenta nueva variable.

Costos especiales son los que no tienen un patrón con respecto al volumen o tiempo, pero deben ser analizados para determinar su comportamiento. El combustible utilizado para el vapor en industrias como para la calefacción de una compañía es un buen ejemplo. El análisis de los meses de verano, en que no se usa la calefacción, mostrará los costos para producir vapor.

Esta porción del gasto de combustible es directa y puede determinarse el costo por unidad producida. Calculando este costo para vapor, se obtiene el cargo para la calefacción. Esta parte variará con un patrón estacional basado en un promedio de temperaturas exteriores, dado a que no se ve afectada por cambios normales en el nivel de producción o de ventas, se clasificará como se fijó.

La determinación de la relación Precio-Costo-Volumen para una industria compleja con el uso de la técnica llamada utilidad/volumen U/V, es simple y directa y sigue el siguiente procedimiento:

1. Tomar el cuadro de pérdidas y ganancias operativas de los últimos doce meses.
2. Representar gráficamente las cifras de ganancias netas mensuales en relación con las ventas netas.
3. Determinar el total de los gastos fijos de la empresa. Estos deben incluir no sólo los de fabricación, sino también los de venta y administración.

En general es fácil clasificar los gastos fijos y variables. Sin embargo, cuando una cuenta mixta es de magnitud suficiente, debe usarse cierta técnica para separar sus componentes en fijos y variables.

4. Representar el gran total de gastos fijos en el gráfico U/V, como pérdida al nivel de volumen cero.

Una fórmula para calcular la relación U/V es:

$$U/V = \frac{S-D}{S}$$

S = Promedio de ventas netas por unidad.

D = Costo variable total unitario.

Con gráficos completos U/V se da a la dirección una clara idea de las fuerzas y las debilidades que influyen en la estructura de utilidades.

A fin de efectuar el estudio de posibilidades y delinear el plan de conversión al sistema de costo directo estándar es necesario asignar a cada una de las gerencias una serie de responsabilidades; corresponde a la de producción aportar una serie de datos. Estos datos estándar son obtenidos mediante estudios de tiempo en todo el campo de operaciones, reduciéndolas a sus partes componentes. Estos componentes son entonces estudiados, a fin de determinar las variaciones entre las condiciones existentes y el tiempo estándar calculado para realizarlas. Una vez establecidos los valores de tiempo estándar y sus leyes de variación, se determinan los ajustes necesarios por medio de estudios de producción o técnicas de muestreo de trabajo. Se desarrollan fórmulas, gráficos y tablas en forma que puedan ser usados por el personal contable para establecer los estándares básicos de tiempo que han de usarse en los costos directos estándar.

Por último se citarán las razones que justifican la implantación del sistema:

1. Rapidez en la presentación de los informes, que se convierten, de datos simplemente históricos, en datos útiles para proyectar en el futuro.
2. Economía en la operación, que es la idea fundamental en la elaboración de este trabajo, debido a que una vez instalado el sistema de costo estándar, su manejo requiere menos personal.
3. Localización de las ineficiencias; los costos estándar ponen de relieve las ineficiencias, permitiendo analizarlas fácilmente.
4. Los costos estándar son aplicables dentro de cualquier sistema básico de determinación de costo.

F.l.d. Reducción o aprovechamiento de desperdicios

Este aspecto en el sistema de reducción de costos es bastante importante. Todas las industrias, o la gran mayoría, tienen desperdicios y la reducción o aprovechamiento de los mismos puede, después de un estudio, llegar a

ser una fuente más de ingresos para la compañía.

Son tantos y tan variados los desperdicios que hay en la industria en general, que tan sólo se expondrá un ejemplo que dé una idea de cómo estudiando un aspecto que primero fue una pérdida, posteriormente se convirtió en una fuente más de ingreso.

ESTUDIO ECONOMICO PARA DETERMINAR LA COMPRA DE LA MAQUINA INTIMUS (Equipo triturador de documentos):

Alternativa: Utilizar la viruta en nuestro almacén de Productos Terminados.

Kilos utilizados en el A.P.T. = 64 Kg./día
Precio por kilo: \$ 2.25

Kilos potables de papel y cartón aportados para la máquina: 25 kg.

Ahorro en pesos de los 25 Kg. = 25 Kg. x 2.25 = \$ 56.25 por día.

Precio de la máquina: \$8,990.00

\$ 56.25/día x 240 días/año = \$ 13,500.00

Ahorro	13,500.00
Amortización del equipo	<u>899.00</u>
	12,601.00
Impuesto 48%	<u>6,048.48</u>
Utilidad NETA	6,552.52
Ingresos Totales	6,552.52
	<u>899.00</u>
	7,451.52

AÑOS	0	1	2	3-4-5-6-7-8-9	10
Egresos	8,990				
Ingresos		7,452	7,452		7,452

$$i = \frac{8,990}{7,452} = 1.20$$

Tasa de retorno de inversión = 81%

NOTA: No se está considerando mano de obra ya que el tiempo necesario para operar esta máquina, se encuentra compensado por el que actualmente se necesita para quemar los desperdicios de papelería.

F.1.e. Sistema de Tiempos y Movimientos

Se han dado muchas interpretaciones a los términos "Estudio de Tiempos y Estudio de Movimientos" desde su origen. El Estudio de Tiempos, iniciado por Taylor, se utilizó primordialmente para determinar los tiempos tipo y el estudio de Movimientos. Debido a Gilbreth, se empleó en gran parte para el perfeccionamiento de los métodos. Durante los 30's, se emplearon conjuntamente y llevando así a primer plano la expresión "Estudio de Tiempos y Movimientos".

Definición: El Estudio de Movimientos y Tiempos, es el análisis sistemático de los métodos de trabajo con el fin de:

1. Desarrollar el método y el sistema mejores, generalmente los de costo mínimo.
2. Normalizar dichos sistemas y métodos.
3. Determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y convenientemente adiestrada, realice cierta operación o tarea, trabajando a marcha normal.
4. Ayudar al operario a adiestrarse siguiendo el mejor método.

Breve explicación de estos factores:

1. Desarrollo del método mejor. Estudio de métodos. Para desarrollar el método más eficiente podemos recurrir a un procedimiento:
 - a) Definición del objetivo.
 - b) Análisis del mismo.
 - c) Buscar las posibles soluciones.
 - d) Valorización de las mismas.
 - e) Recomendaciones para la puesta en práctica.

2. Normalización de la operación. Hoja de instrucciones normalizadas. Una vez determinado el mejor método de trabajo, se ha de proceder a la normalización. La forma más común de mantener las normas, es una hoja de instrucciones normalizadas en las que se registren detalladamente la operación y las especificaciones para ejecutar el trabajo.
3. Determinación del tiempo estándar. El de Movimientos y Tiempos puede utilizarse para determinar el tiempo que debe tardar una persona calificada, convenientemente adiestrada y experimentada en ejecutar una determinada operación o tarea, cuando trabaja a ritmo normal.
4. Adiestramiento del operario. El estudio cuidadoso de un método para realizar un trabajo es de poco valor a no ser que pueda llevarse a la práctica. Es necesario enseñar al operario a realizar el trabajo en la forma prescrita.

A fin de obtener una idea de conjunto y para exponer las relaciones, es deseable agrupar en forma de tabla, los medios y técnicas del estudio de movimientos y tiempos (ver Fig. 1), así como mostrar el campo del mismo en su totalidad (ver Fig. 2).

Existen muchas combinaciones de las técnicas diversas que pueden usarse. Los cuatro factores principales que determinan la combinación de las técnicas del estudio de Movimientos y Tiempos:

1. La magnitud de la tarea, esto es el número medio de hombres-hora por día o por año empleados en el trabajo.
2. La vida prevista de la tarea.
3. Las características de trabajo de la operación, tales como:
 - a) Salario, horario
 - b) Relación de tiempo manual a tiempo de máquina
 - c) Características especiales exigidas al empleado, condiciones de trabajo no usuales exigidas al

empleado, exigencias de las organizaciones obreras, etc.

4. La inversión necesaria para la tarea en máquinas, herramientas e instalaciones.

Una de las técnicas más usuales en el estudio de movimientos y tiempos es la de "Micromovimientos". Esta técnica sirve para registrar y cronometrar una actividad.

Consiste en realizar una película de una operación, de forma que en las vistas aparezca un reloj, o bien hacerla con una cámara de velocidad conocida y constante. La película constituye un registro permanente del método como del tiempo y se puede volver a examinar en cualquier momento que se desee.

Puede utilizarse para los siguientes fines:

- a) En la obtención de tiempos predeterminados para normas sintéticas de tiempo.
- b) Como registro permanente del método y del tiempo empleados por el operario y la máquina en la ejecución de un trabajo.
- c) En el estudio de la relación de las actividades del operario y de la máquina.
- d) En el estudio de las actividades de dos o más personas ocupadas en un trabajo.
- e) Para medir operaciones (en lugar de utilizar cronómetro).
- f) Para investigar en el campo de los estudios de Tiempo y Movimientos.

Analizando el método expuesto anteriormente y comparándolo con el del cronómetro, se puede concluir lo siguiente: el método del micromovimiento es costoso, aunque nos da una gran precisión en los resultados. Es útil en la resolución de problemas aunque por costo no es el más usual, ya que el método de cronómetro domina en la industria para este tipo de estudios por su bajo costo

y precisión aceptable.

Hay que observar que mientras el estudio de movimientos es en gran parte análisis, el estudio de tiempos extraña mediciones. El estudio de tiempos se utiliza para medir el trabajo y su resultado, es el tiempo en minutos que necesita una persona adecuada a la tarea e instruida en el método específico para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal. A esto se le llama tiempo tipo o estudio de la operación.

Aunque el estudio de tiempos con cronómetro ha tenido su mayor uso en la determinación de tiempos estándar por su bajo costo, no deja de ser por ello interesante hacer un cálculo del costo del método de "Micromovimientos", considerando una serie de mayores ventajas.

Para obtener una idea de conjunto y exponer las relaciones, es deseable agrupar en forma de tabla los medios y técnicas del estudio de movimientos y técnicas (Fig.1) así como mostrar el campo del mismo en su totalidad (Fig. 2).

En el pasado se daba gran importancia a la mejora de métodos existentes y se estableció la costumbre de comenzar por un estudio detallado del método que ya se aplicaba. De acuerdo con éste, ya se obtenía un método mejor; se llevaba a la práctica, se enseñaba al obrero, se preparaba una hoja de instrucciones normalizadas y se fijaba un tiempo tipo o estándar para la tarea.

Ahora bien, cuando se trata de una nueva fabricación o de un nuevo servicio, hay que partir de cero, pues no existe ningún método anterior a mejorar. En tal caso hay amplia libertad para concebir el sistema y el método ideales. Es evidente que este mismo camino debe seguirse aun cuando se examine una actividad ya existente, con el propósito de encontrar un mejor método. Desde luego, debe tenerse en cuenta que el método actual no es el ideal.

Hasta hace poco tiempo las aplicaciones del estudio de movimientos y tiempos se limitaban a la mano de obra directa, sin embargo, al aumentar el número de personas

informadas acerca de los objetivos, métodos y técnicas del estudio de movimientos y tiempos, se han encontrado nuevas aplicaciones para él; la gente empieza a comprender que sus principios son universales e igualmente eficaces dondequiera que se empleen materiales, máquinas, hombres, etc.

Es tanto lo que es posible hacer para elevar la productividad general con métodos bien probados, fáciles de comprender y aplicar, que no se intentará exponer técnicas más complejas y sutiles, ya que de lo contrario se extendería demasiado este capítulo.

La tarea de alcanzar la productividad máxima con los recursos existentes, deberá ser siempre el resultado de la actuación de la dirección de producción con la cooperación de los trabajadores, utilizando en algunos casos conocimientos científicos o técnicas especiales.

Si se adoptan las medidas pertinentes para eliminar las características que motivan trabajo innecesario antes de que comience la producción, será posible concentrar los esfuerzos para reducir el contenido de trabajo del proceso.

Si se aplican las siguientes técnicas de dirección y reducción de tiempo improductivo, la productividad debe aumentar. El proponer estas técnicas al igual que el llevarlas a la práctica, depende de la Gerencia de Producción, con la ayuda de los departamentos de Superintendencia de Producción y el de Ingeniería y Desarrollo de Procesos. Dichas técnicas que serán expuestas a continuación, deberán contribuir en forma importante al sistema de reducción de costos.

- a) Técnicas de Dirección para reducir el exceso de contenido de trabajo:
1. Desarrollo del producto, reduce el exceso de contenido de trabajo, debido a deficiencias de diseño.
 2. Especialización y normalización que permite un mejor control de la producción.
 3. Estudio del mercado y de las necesidades de la clientela y productos, garantizando normas co-

- rectas de calidad.
4. Desarrollo del producto reduciendo el contenido de trabajo, debido al exceso de material.
 5. Planificación del producto asegurando la elección de la maquinaria adecuada.
 6. Planificación e investigación del proceso, garantizando la buena marcha de los procedimientos.
 7. Planificación del proceso y estudio de métodos, asegurando la elección acertada de las herramientas.
 8. El estudio de métodos reduce el contenido de trabajo imputable a la mala disposición de los locales, líneas de trabajo y funcionalidad de equipo y materiales.
 9. Estudio de métodos y adiestramiento de los operarios para reducir el contenido de trabajo imputable a los malos métodos de trabajo.

En la actualidad la atención se centra sobre el aumento de la productividad por hombre-hora y sobre la reducción de costos por dos razones principales: 1) El rápido aumento de los salarios por hora tiende a aumentar los costos atribuibles a la mano de obra. 2) El rápido aumento de las inversiones de capital y el crecimiento de los costos de funcionamiento de las máquinas, herramientas e instalaciones, tiende a aumentar la proporción del "costo horario de máquina" o el costo total.

Además, la necesidad de aumentar la producción de bienes y servicios, constituye otro incentivo para acrecentar la productividad de hombres y máquinas y, por tanto, es natural que los métodos y técnicas que han demostrado ser eficaces en el aumento de rendimiento de la mano de obra directa, se apliquen en otros campos.

Por otro lado, al aumentar el empleo de la mecanización y de la automatización, disminuye la importancia relativa de la mano de obra directa, en tanto debe concederse mayor atención a la mano de obra indirecta. Las operaciones habituales de la industria se realizan mediante máquinas cada vez más complejas, por lo que requieren personal mejor preparado para su manejo, servicio y mantenimiento. La introducción de la cámara cinematográfica, la elaboración de trabajo, la teoría de las colas y otras técnicas y procedimientos para registrar, analizar

y medir actividades no repetitivas ha hecho rentable el estudio de muchas clases de actividades de grupo no reiterativas.

Con tales estudios se ha conseguido aumentar la eficacia de la mano de obra y la utilización de las máquinas y también en muchos casos, incrementar la velocidad de éstas, mejorar la calidad y el rendimiento y reducir en notable proporción los desperdicios de material.

Los factores a estudiar en la determinación de movimientos y tiempos son:

1. Análisis de proceso. Diagramas.
2. Diagramas de actividad. Diagramas hombre-máquina.
3. Análisis de la operación. Diagramas.
4. Estudio de micromovimientos. Análisis ciclográfico y cronociclográfico.
5. Movimientos fundamentales de las manos de una operación (Tablero de clavijas).
6. Ingeniería humana. Estudio de métodos.
7. Normalización.
8. Determinación de tiempos estándar a partir de datos de tiempos elementales y de aplicación de fórmulas.
9. Análisis de tiempos predeterminados. Sistema de factores de trabajo. Sus cuatro variables principales.
10. Muestreo de trabajo.
11. Fatiga, fenómenos asociados a la fatiga.
12. Programa de enseñanza del estudio de movimientos y tiempos.
13. Instrucción a los operarios.
14. Evaluación y control de factores distintos de la mano de obra.
15. Práctica y ajustes del sistema.

La implantación de cada uno de estos sistemas se puede lograr en un tiempo reducido; los resultados se pueden obtener rápidamente, el mejoramiento de la productividad es limitado, pero, frecuentemente, de gran trascendencia se reduce el costo. Si existen sistemas, éstos pueden reducir, si no existen sistemas, éstos son aplicables por lo reducido de su costo.

En conclusión, el sistema de estudio de métodos para reducir el desperdicio de tiempo y esfuerzo del proceso,

suprimiendo movimientos innecesarios, es muy importante dentro de los diferentes aspectos que se proponen en este trabajo para la reducción de costos en la empresa.

F.1.f. Calidad

El costo y la calidad son las dimensiones críticas de la Gerencia de Producción. La integración entre ambas dimensiones es extremadamente compleja. Por regla general, podemos decir que:

Calidad = f (costos de producción)
Precio = f (costos de producción, costos de promoción de ventas)
Volumen de Ventas = f (precio, calidad)
Volumen en pesos = f (precio, volumen de ventas)
Beneficio = f (volumen en pesos, costos totales)

En esta formulación se hace caso omiso del competidor, a no ser que consideremos que la calidad se mide en relación con las calidades competitivas. En todo caso, lo más prudente suele consistir en presuponer que tanto el volumen en pesos como los costos totales van a aumentar al mejorar la calidad. Por consiguiente, existe un nivel de calidad que eleva al máximo los beneficios. En la Figura No. 1, puede verse la relación en cuestión. La curva del volumen en pesos es una función decelerada debido a saturación del mercado. Por muy elevada que sea la calidad, existirá siempre un límite superior al nivel de calidad que pueda conseguirse dentro de un determinado marco tecnológico.

Hemos hablado de la calidad en términos que coinciden con la evaluación de la calidad por parte de los consumidores. Para el consumidor, calidad y "alta calidad", son una misma cosa. El gerente de producción se encuentra en esta cuestión con un dilema. Como individuo quiere producir algo que sea de alta calidad. Pero tiene que dar salida a un producto de calidad especificada, que guarde proporción con la inversión en el proceso y su presupuesto de costos de operación. En este último sentido, la calidad es un conjunto aceptado de normas y de límites de tolerancia. Estas especificaciones son términos operativos, y no juicios de valor. Pero para poder considerar la calidad en términos operativos, resulta absolutamente necesario que las dimensiones de la calidad queden expresadas en términos medibles.

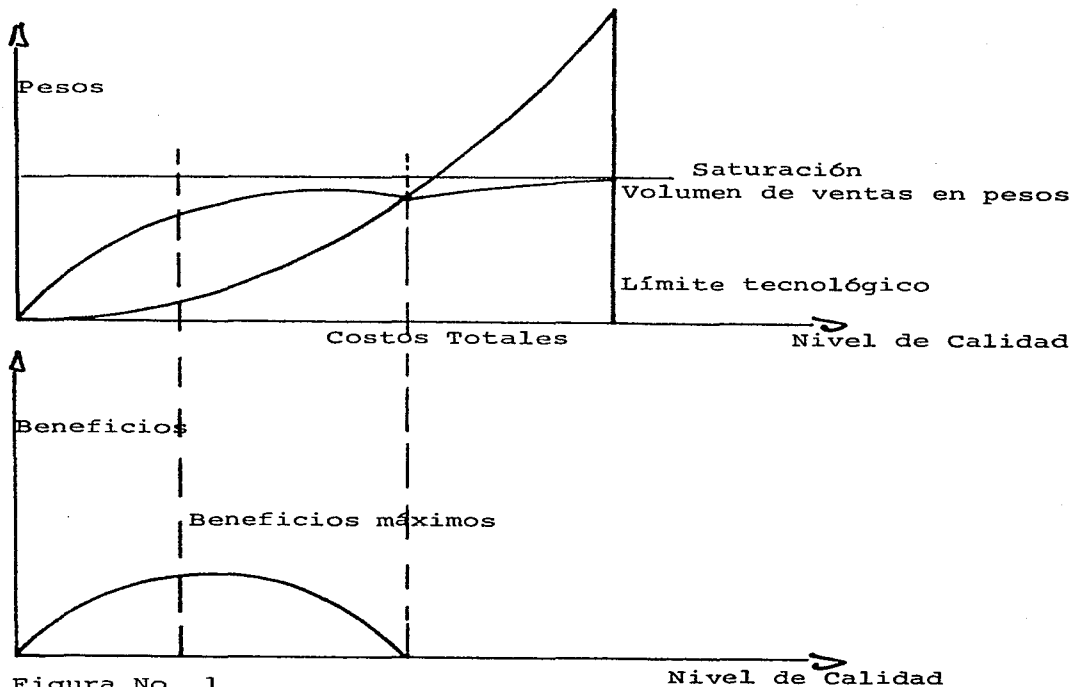


Figura No. 1

Nivel de Calidad

Existe un nivel de calidad que elevará al máximo los be neficios.

Al gerente de producción le interesará reducir al mínimo los costos y elevar al máximo la "alta calidad". Estos objetivos no pueden conseguirse simultáneamente. Son objetivos múltiples y contrapuestos. Por consiguiente, resultará forzoso especificar cuáles son las limitaciones que pesan sobre la calidad. Después de ello, y a reserva de las mismas, se podrá reducir al mínimo el cos to. Examinaremos, por consiguiente, los atributos fundamentales de la producción que requiere esta especificación. Esbozaremos una subdivisión posible de las especificaciones de la calidad y, a continuación, analizaremos brevemente dichas categorías.

A. Calidad funcional.

1. Utilidad de objetivo.
2. Confiabilidad de función.
 - a) Exactitud en el empleo a lo largo del tiempo y deterioro de la función a lo largo del tiempo.
 - b) Características en punto a averías o fallas y vida prevista.
 - c) Costos de mantenimiento y reparación,
 - d) Garantías.
3. Factores humanos.
 - a) Seguridad.
 - b) Confort.
 - c) Comodidad.

B. Calidad no funcional.

1. Estilo y aspecto exterior.
2. Autoimagen del usuario.
 - a) Precio.
 - b) Prestigio.
3. Oportunidad en el tiempo del diseño.

En casi todos los casos, pero no en todos, la utilidad del objetivo es la calidad más fundamental del producto. Está asociada con una clase específica y funcional de productos. Esta clase se define según el objetivo del producto. Este objetivo es relativamente claro a veces, pero en otras ocasiones resultará intrínsecamente difícil formularlo. En uno y otro caso, no resulta fácil medir el modo en que un producto o un servicio lleva a cabo su función prevista. Existen evaluaciones físicas y evaluaciones del consumidor. ¿Podemos medir el sabor que tiene un producto alimenticio, la comodidad que ofrece una silla o la utilidad de un martillo? Podemos medir la dulzura de un alimento, el número de muelles utilizados en la silla y la dureza de la cabeza del martillo. Existe una hipótesis sobre el modo en que se relacionan los factores físicos y medibles con la evaluación de los consumidores y la utilidad de la función.

La confiabilidad constituye un importante atributo del producto. Se refiere a la capacidad que tiene éste de producir un rendimiento según sus especificaciones durante un determinado período. Esta categoría suscita problemas bastante interesantes. A la gerencia de producción le incumbe la responsabilidad de comprobar la calidad del producto durante su fabricación. A partir de entonces, cada unidad de producción tendrá vida propia. Las observaciones, mediciones y especificaciones de la calidad deben comprender esa diversidad de "vidas" posibles en el caso de todas y cada una de las unidades que se vendan.

Existen muchos modos distintos de describir la confiabilidad. Así, por ejemplo, cuando hablamos de confiabilidad de un producto nos referimos al hecho de que los atributos funcionales seguirán dando el rendimiento dentro de un conjunto de límites durante un período dado. La amplitud de esos límites representa un aspecto importante de la definición de la calidad para el diseño. Esperamos que parte del producto se desgaste con el uso, mientras que otras características envejecerán independientemente del uso que se les dé. Por otra parte, puede haber acontecimientos fortuitos que afecten a las características en cuanto a rendimiento y realización. Por regla general, el rendimiento previsto pondrá de relieve una desviación creciente con respecto a la norma inicial de diseño durante un determinado período, como puede verse en la figura No. 2. A este período podríamos llamarle "drift" (deriva). Es típico de muchos atributos funcionales de productos farmacéuticos y cosméticos.

Probabilidad de que la vida útil prevista sea inferior a +1.

Probabilidad de que la vida útil prevista sea superior a +2.

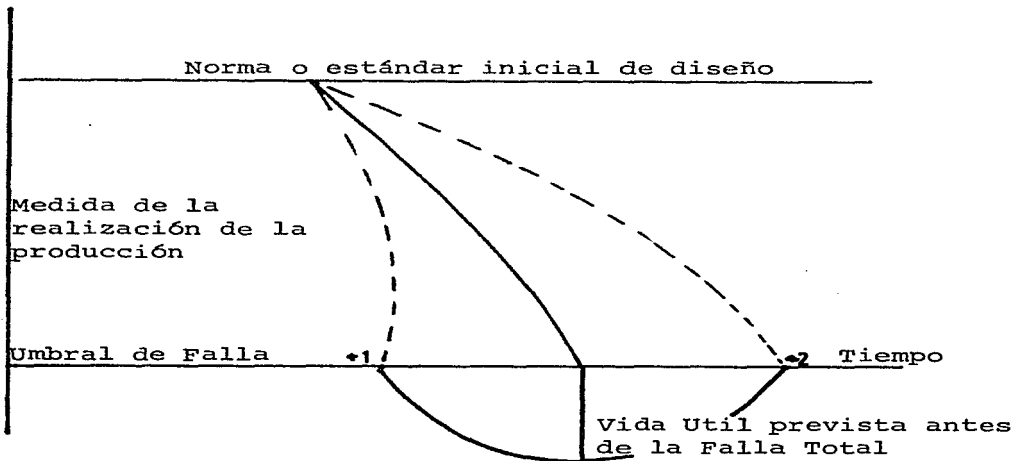


Figura No. 2.

La realización prevista pone de relieve una desviación creciente con respecto a la forma inicial de diseño en función del tiempo.

La especificación del período de garantía se origina en estudios hechos conjuntamente por Ingeniería de Diseño y Control de Calidad. ¿Cuánto debe durar dicho período? ¿Cuáles son las condiciones más razonables? En la gerencia de producción inciden profundamente estos aspectos de la calidad.

La esencia del control de calidad de la producción y la garantía de la calidad están incluidas en la valoración realista y compleja del modo en que funciona la producción a lo largo de su vida útil.

Medir la longitud de una gragea, observar el volumen de

llenado de una suspensión, etc. resulta algo muy superficial si no se asocian esas medidas a la valoración completa de la calidad y rendimiento del producto.

Vemos que las calidades funcionales representan una categoría importante de la especificación de la calidad. Es fundamental que la gerencia de producción defina esas calidades en unos términos que sean lo menos ambiguo que resulte posible.

Ocupémonos ahora de la categoría de las calidades no funcionales. Se sabe que estas características de la calidad desempeñan una función muy importante en el juicio que hacen sobre la calidad los consumidores. Resultan extremadamente difíciles de medir. No obstante, la función de estos atributos reviste tanta importancia para el gerente de producción de la compañía como cualquier otra de las pertenecientes a la categoría funcional. Ahora nos ocupamos de cuestiones relacionadas con el aspecto exterior del producto y el modo en que el consumidor interpreta las calidades intangibles del mismo. Esto nos lleva a tomar en consideración las implicaciones sociológicas, psicológicas y psiquiátricas de la calidad. Para poder pensar en estos términos, se necesita un temperamento y una actitud mental que no resultan fáciles de asociar con el departamento de producción normal y corriente. Indudablemente, esta es la razón de que los diseñadores industriales hayan acabado desempeñando un papel tan importante en el desarrollo de los atributos de presentación y estilo de un producto.

La imagen que se hace el consumidor de sí mismo como persona que utiliza una clase específica de productos, suscita también muchas cuestiones sobre el aspecto intangible de la especificación de la calidad. Siempre se ha opinado en el mundo de la comercialización que el consumidor se siente motivado, en cierta medida, por las relaciones simbólicas del producto con su propia vida personal.

En los libros que se ocupan de la investigación motivacional de mercado, se pueden encontrar referencias a Freud, Adler, Jung y otras escuelas de análisis de símbolos. En todo caso, el diseñador industrial puede, en teoría, comunicarse con su cliente en los distintos ni-

veles de sus necesidades y, por consiguiente, producir un producto que sea aceptado tanto en su concepto como en su forma.

Hay otros atributos que desempeñan una importante función para la completa especificación de la calidad. Entre ellos figuran el envase o embalaje (que está en función del diseño de la unidad), la etiqueta e incluso las instrucciones que se dan al cliente para el empleo más conveniente del producto. Otro elemento es la diversidad de elección.

Todos estos factores en conjunto crean un marco de referencias que resulta lo suficientemente sicoanalítico como para que el gerente de producción se pregunte si va a poder realmente especificar la calidad. Las preguntas que resultan típicas en relación con estas dificultades son las que se refieren al aspecto visual y al estilo de un diseño. Los cambios de estilo están en función del tiempo. El estilo de hoy puede ser anticuado mañana. El modo en que un estilo sustituye a otro anterior debe seguir una pauta lógica... aunque no sean necesariamente predecibles con respecto al tiempo. De hecho, diversos estudios realizados al respecto, contribuyen a confirmar el hecho de que existe ciertamente alguna estabilidad en lo que se refiere a los cambios de estilo. Resulta que la aceptación de los consumidores no es tan caprichosa como podría suponerse a primera vista. En ciertos casos, se han descubierto ciclos de estilo, por ejemplo, en la industria del vestido, en el peinado y los sombreros, no presentándose este problema en la industria farmacéutica, pero sí en la de cosméticos.

Los arquitectos juegan un papel fundamental porque influyen en los estilos aceptados de una cultura concreta en cualquier momento del tiempo. Esta relación ha fascinado a muchos diseñadores y arquitectos. En la medida en que el diseño de productos imita a la arquitectura, resulta posible hacer proyecciones razonables sobre la valoración de las características de diseño de los productos. Por otra parte, convendrá no perder de vista los principios básicos que, como son subyacentes a todas las cuestiones de fondo y forma, relacionan entre sí la arquitectura, la ingeniería y el diseño industrial.

No es fácil dilucidar en que medida interesa al consumidor industrial la categoría no funcional de la especificación de la calidad. Cada caso requiere su propio análisis, pero parece indudable que ciertos elementos fundamentales desempeñan un papel importante, independientemente de que se trate de un consumidor último o de un consumidor industrial.

1. Existe una base histórica para la evolución de las formas de diseño. Así por ejemplo, la oportunidad en el tiempo de un diseño puede ser un factor decisivo. Se conocen casos bien demostrados de diseños que han sido rechazados porque aparecieron demasiado pronto.
2. Existe una base tecnológica que está en función de los materiales disponibles y de la experiencia técnica del proceso.
3. Es necesario llegar a una especificación completa de la calidad. Esto solamente podrá realizarse mediante un esfuerzo coordinado de la gerencia de producción y de la comercialización.

Se ha expuesto el concepto de que la calidad es un grado de excelencia; una o varias características, a través de las cuales se juzga la habilidad de las personas o la capacidad de las cosas para satisfacer las necesidades o deseos.

En una industria, el grado de excelencia y las características concurren en un objeto a través de los pasos de que consta el proceso de fabricación, y que determina que el objeto resulte útil o atractivo.

La calidad de los productos tiene ciertos límites que dependen entre otras cosas, de los precios a que se tiene que enfrentar en la competencia, y de los costos de un mantenimiento uniforme de la misma.

Costos de la Calidad. Los programas de control total de la calidad han podido resolver los dos problemas de mejor calidad y menor costo. La razón de que sea posible lograr mejor calidad, resulta bien clara si se atiende a que la prevención de errores se ejercita, paso a paso,

por medio de programas técnicamente establecidos. Sin embargo, el logro en la reducción de los costos de la calidad no es tan obvio, lo cual exige se trate en detalle especialmente porque se basa en una reducción de gastos, a la larga, en las actividades del control de la calidad, en comparación con los gastos tradicionales de la inspección y de pruebas.

La razón de estos resultados favorables, por medio del control total de la calidad, es que reduce los costos en los dos segmentos mayores de los costos de la calidad de la compañía (estos dos segmentos son fallas y evaluación), como resultado de cortos incrementos en los costos correspondientes al tercer segmento (el que puede denominarse, costos de prevención. El porqué de estas posibilidades, se hará palpable cuando se considere el carácter de las tres categorías.

"Los costos de prevención" tienen como finalidad el evitar que ocurran defectos. Los elementos responsables de éstos son los ingenieros de control de calidad y los empleados adiestrados en el cuidado de la calidad.

"Los costos de evaluación" incluyen los gastos necesarios para conservar en la compañía los niveles de calidad, por medio de una evaluación formal de la calidad de los productos; estos gastos comprenden los de los elementos de inspección, pruebas, sanciones y auditorías de calidad.

"Costos por fallas", causados por materiales y productos defectuosos, que no satisfacen las especificaciones de calidad de la compañía. Incluyen elementos inútiles, elementos por procesar, desperdicios y quejas que provienen del mercado.

No contándose con estudios formales aplicables a toda la industria nacional, es imposible hacer una generalización respecto a la magnitud de cada uno de los tres elementos. Sin embargo, no se estará muy lejos de la realidad si se asume que los costos por fallas absorben 70% de cada peso, aplicado al costo de la calidad y los costos por evaluación, muy aproximadamente, 25%. En muchos negocios, los costos de la prevención no van más allá del 5%.

De una manera general, este análisis manifiesta que se ha estado gastando dinero en una forma errónea; una fortuna se ha ido por el drenaje, debido a fallas; otra suma grande, solamente para sostener un tamiz de valoración y separación de elementos malos y buenos, a fin de que los consumidores no reciban demasiados productos malos.

Un hecho histórico muestra que con el sistema de inspección, considerado como función de control de calidad, las fallas y la evaluación tienen la tendencia de marchar hermanadas, y que es extremadamente difícil hacerlas bajar una vez que han tomado ímpetu hacia arriba. La razón es clara, un ciclo deficiente se desarrolla generalmente como sigue: mientras más defectos se producen suben los costos por fallas, y tradicionalmente, a mayor número de fallas más inspección. Esto último, significa costos de evaluación más altos.

Ahora bien, una malla cerrada de inspección no tiene mucho efecto en la eliminación de defectos. Algunos productos defectuosos van a salir de la planta y llegar a manos de los consumidores, quienes enviarán quejas.

Los costos de la evaluación van a permanecer altos mientras los costos por fallas permanezcan altos también, y mientras más altos se encuentren, menos resultará el efecto de la acción preventiva. En consecuencia, el ataque por medio del control total de la calidad, consiste en invertir el ciclo y proporcionar la cantidad necesaria de prevención, respaldando, aun cuando sea de una manera modesta la ingeniería de control de calidad, la ingeniería del control en proceso y la parte ingenieril del equipo de información.

Esto significa, ni más ni menos, un incremento en gastos para prevención a fin de abatir los costos por fallas y por evaluación, con lo que economizado pasará a ser aumento en las utilidades. El 5% de lo gastado en prevención tendrá que ser duplicado, tal vez triplicado, aplicándose lo que se incrementa, en la adquisición de equipo automático para pruebas y en actividades ingenieriles del control de calidad. Este incremento en la prevención no constituye un aumento en los gastos totales de la compañía, sale de las economías logradas en los gas-

tos por fallas y por evaluación.

Veamos lo que actualmente acontece con relación a gastos en el control total:

Primero: Cuando los costos de prevención aumentan para pagar la calidad apropiada de servicios ingenieriles, ocurre que un gran número de defectos dejan de producirse, esta reducción de defectos significa una reducción sustancial de costos por fallas.

Segundo: Cosa semejante pasa con los costos de evaluación. Un aumento en los costos de prevención causa una reducción de deficiencias, lo que origina un efecto positivo en los costos de evaluación por reducirse, necesariamente, las rutinas de inspección y pruebas.

Finalmente, cuando se obtiene un mejor equipo de control de calidad, de personal y de prácticas, resulta una reducción adicional en los gastos de evaluación. A mejor calidad en el equipo de pruebas y de inspección, modernización de las prácticas de control de la calidad, y el reemplazo de varios operadores de rutina por número menor, pero más eficiente de inspectores y operadores en el control de proceso, provoca una baja positiva en los costos de la función de evaluación. El resultado final es una reducción considerable de los costos y un aumento en el nivel de la calidad. Una economía de un tercio o más, en los costos de calidad, es enteramente factible. La mayor parte de esta economía pasa a incrementar las utilidades de la compañía.

Artículos constitutivos del costo de la calidad. Un elemento esencial de un programa de control total de la calidad consiste en la identificación, el análisis y el control de los costos de la calidad para todo el negocio. Consideremos específicamente estos elementos que hacen operantes los costos de la calidad.

Definiciones de capítulos relativos al costo de la calidad:

1. Costo de prevención.

a) Planeación de la calidad. La planeación de la calidad comprende los gastos correspondientes al tiempo que, el personal de la función del control de calidad, invierte en la planificación del sistema de calidad, y en transformar los diseños de productos y los requisitos exigidos por los consumidores, en controles específicos de fabricación, sobre la calidad de materiales, procesos y productos, por medio de métodos, de procedimientos y de instrucciones.

b) Control de procesos. El control de procesos comprende los costos originados por el tiempo que el personal de control de calidad emplea en estudiar y analizar los procesos de fabricación, con el fin de establecer medios de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes, así como proporcionar ayuda técnica al personal de fabricación en la aplicación efectiva de los planes de la calidad, y en la iniciación y desarrollo del control en las operaciones de la producción.

Nota: En algunos negocios, la planeación de los procesos y control son llevados a cabo por los mismos ingenieros del control de la calidad. La primera parte de su actividad se puede considerar como la planeación de preproducción, y la segunda como una ayuda técnica durante el trabajo de producción. El control de procesos se contrae a la solución de los problemas relativos a los procesos. Esta segunda parte no se debe confundir con las pruebas de inspección, definidas bajo 11, Costos de Evaluación.

c) Planeación de la calidad, por funciones distintas al control de la calidad. La planeación de la calidad por funciones que no pertenecen al control de calidad, tal como los estudios de confiabilidad, análisis de calidad en la preproducción, compra de instrumentos para pruebas, inspección y control de procesos, originan gastos aplicables a prevención. En algunas operaciones, este tipo de trabajo es desempeñado por el personal de ingeniería de producción.

d) Diseño y desarrollo del equipo de información de calidad. Son costos ocasionados por el tiempo empleado en el diseño y en el desarrollo del equipo de informa-

ción de la calidad, medidas de seguridad y artificios de control. Este capítulo incluye al personal de la compañía en cualquier dependencia que desarrolle esta actividad. No incluye el costo del equipo ni la depreciación del mismo.

e) Instrucción sobre la calidad. Los costos relativos al adiestramiento en los programas del control de la calidad en todas las operaciones de la compañía, y que tiene como finalidad que el personal se percate del uso del control de calidad y de sus técnicas. No incluye los costos debidos al adiestramiento de operadores de la producción, con relación al volumen de producción.

f) Otros gastos de la prevención. Gastos bajo la responsabilidad del jefe de control de calidad, no especificados en estos capítulos, tales como: secretaria, teléfono, renta y gastos de viajes.

II. Costos de Evaluación.

a) Inspección y pruebas de materiales comprados. Estas operaciones representan costos aplicables al tiempo dedicado a las pruebas y a la inspección para valorar la calidad de los materiales adquiridos por el personal de la oficina supervisora. Incluye también el costo de los viajes de inspectores a las planta de los vendedores a fin de valorar los materiales comprados.

b) Laboratorio de pruebas de aceptación. Costos de las pruebas de aceptación de materiales comprados, a cargo de un laboratorio o de una unidad de pruebas.

c) Laboratorio de mediciones o de otros servicios. Costos de un laboratorio de mediciones tales como de calibración de instrumentos, de reparación y de comprobación de procesos.

d) Inspección. Costos de inspección relativos al tiempo empleado en la inspección por el personal respectivo, evaluando la calidad del producto en el departamento de producción, por supervisores y personal de oficina. No incluye los costos causados por pruebas que se hallan comprendidos en II-a, equipo de pruebas, instrumentos,

herramientas y materiales.

e) Pruebas. Representa los costos del personal de pruebas, en la evaluación de la actuación del producto en pruebas técnicas; incluyendo gastos de personal de oficina. No incluye el costo de pruebas de material adquirido, según II-a.

f) Trabajo de cotejo. Son los costos debidos al tiempo de confronta que el obrero de producción consume en comprobar su propio trabajo, de acuerdo con el plan de trabajo o el plan de proceso para asegurarse de que el producto responde a la calidad pedida en los planes de la producción, así como a la selección en lotes que hayan sido rechazados por no cumplir con los requisitos de calidad exigidos, y en otras actividades con referencia a evaluación de la calidad del producto durante la fabricación.

g) Preparación para pruebas e inspección. La preparación representa los costos conexos a tiempo empleado en la preparación del personal, relacionado con el equipo de pruebas que permita un funcionamiento efectivo de pruebas.

h) Material para pruebas e inspección. En este inciso entran los costos de energía para mover aparatos grandes, tales como: el vapor o combustible consumidos, en pruebas destructivas, pruebas de resistencia al tiempo o inspección de desgarramiento o ruptura.

i) Auditoría de la calidad. La auditoría de la calidad representa los costos relativos al tiempo que emplea el personal en hacer revisiones de calidad durante el proceso de fabricación, y en los productos terminados.

j) Contratos con el exterior. Estos se refieren a los costos de laboratorios comerciales, inspecciones de compañías de seguros, etc.

k) Conservación y calibración del equipo de pruebas e inspección. La conservación y calibración del equipo, en cuanto a costos, comprende lo que devenga el personal de mantenimiento, por el tiempo empleado en calibrar y cuidar el equipo de pruebas y de inspección.

l) Revisión del producto y embarque del mismo. Representa los costos aplicables al tiempo que el personal de control de calidad tarda en hacer una revisión de los datos correspondientes a las pruebas de inspección del producto antes de autorizar su entrega para que salga de la compañía.

m) Pruebas de campo. Estos son los costos en que se incurre por pruebas en el terreno de uso, del consumidor, antes de la entrega definitiva del producto, y comprenden gastos de viaje, gastos de estancia, etc.

III. Costos debidos a fallas internas.

a) Desperdicios. Con el fin de obtener los costos de la calidad en la operación, se tienen que considerar los costos por desperdicios en los que se incurre mientras se logran alcanzar los niveles de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debidos a otras causas como las de envejecimiento o modificaciones en diseño, etc. Los desperdicios también pueden ser el resultado de fallas en el propio trabajo de la compañía o por faltas atribuibles al vendedor.

b) Reproceso. Los trabajos suplementarios representan los pagos extra a los operadores mientras se alcanza la calidad requerida. No incluye pagos que se efectúen por reprocesos a cambio de diseño para satisfacer al consumidor. El reproceso puede subdividirse entre fallas en la fabricación propiamente o en fallas debidas al vendedor.

c) Costos por suministro de materiales. Costos adicionales en que incurre el personal dedicado al suministro de materiales al dedicarse al manejo de quejas y repudio de materiales comprados. En estos casos, se procurará que los proveedores se den perfectamente cuenta de los motivos de quejas y de los rechazos.

d) Consultas entre ingenieros de la compañía. Estos costos se refieren al tiempo que los ingenieros de producción emplean en la solución de algunos problemas relacionados con la calidad de los productos; por ejemplo, cuando un producto, un componente o algún material de

empaque no están de acuerdo con las especificaciones de la calidad, o bien, cuando a algún ingeniero de producción se le asigna la tarea de revisar la posibilidad de un cambio en las especificaciones.

IV. Costos por fallas externas.

a) Quejas. Este capítulo comprende todos los gastos originados por el arreglo de diferencias con el consumidor.

b) Servicio sobre el producto. Este capítulo comprende los gastos ocasionados por todo servicio directo destinado a la corrección de imperfecciones o a pruebas especiales, no incluidos en las quejas. Tampoco incluye los servicios o contratos de instalación o mantenimiento.

Todos los incisos anteriores son factores que, en mayor o menor proporción, contribuyen a que los costos de la calidad aumenten si no son cuidados eficientemente. El gerente de producción será responsable de que se evite el hacer gastos innecesarios que repercutirán, como ya se dijo, en las utilidades de la compañía.

Al proponer el sistema de reducción de costos, si alguno de los factores expuestos anteriormente, se ha dejado un poco olvidado, será indispensable establecer un sistema que permita su control.

F.2 Nivelación de Trabajo

Uno de los efectos directos en el cálculo de los requerimientos de producción es la uniformidad en el desarrollo mensual de la producción o "nivelación" como se le llama algunas veces.

En lugar de permitir que fluctúe la producción debido a las ventas, se pueden usar los inventarios para absorber, por lo menos, parte de las variaciones de la carga de trabajo mensual.

Como resultado, se logra que los problemas de capacidad sean menos críticos y se hagan mucho más sencillas las

funciones de control de producción. La nivelación se obtiene moviendo las unidades trabajadas de los meses de producción alta a los de baja producción. Con este movimiento la producción se efectuará antes de lo planeado. Nunca deberá efectuarse después de lo planeado. El resultado de esta nivelación será un pequeño aumento en los niveles de inventario de los productos fabricados anticipadamente.

Los requerimientos a controlar en la nivelación son los siguientes:

Requerimientos de Producción por producto. Es obvio que el factor más importante es el estimado necesario de producción por unidades. Esto se hace por producto y el método sugerido se especifica en el inciso de Requerimientos de Producción. Es muy importante revisar el estimado frecuentemente para que no se pierda la nivelación.

Requerimientos de Personal. Uno de los principales propósitos de la nivelación es el obtener un nivel promedio de carga de trabajo en toda la Planta, para que el personal esté siempre ocupado, y no esté ocioso. Si los requerimientos de producción fluctuaran de mes a mes, es evidente que se necesitaría emplear suficiente personal para manejar los meses altos. Como resultado, se tendría una cantidad considerable de horas de trabajo sobrantes durante los meses bajos.

Aún el más sofisticado método de nivelación no nivelaría el sobrante de horas de trabajo por completo, pero se aproximaría a reducirlos.

Una carga de trabajo uniforme permite definir mejor los requerimientos de personal. También se pueden determinar mejor cuántos tiempos completos se necesitan para un trabajo de especialización, y cuántos tiempos parciales se necesitan para operaciones combinadas y versatilidad.

Exactitud en la Nivelación. La exactitud en la nivelación es un factor muy difícil de evaluar, ya que los programas se pueden modificar por nuevos productos, ventas no previstas, dificultades en la producción, tamaños de lote, productos variables, etc. Nunca se puede estar seguro de la nivelación ni aún con el método más preciso.

La longitud del período nivelado tiene una relación directa a la exactitud con que se haya efectuado. Se podrá predecir más exactamente lo que se necesitará en los 60 ó 90 días siguientes, que lo predicho para más tiempo.

Entre más recientes sean los datos, más precisos serán los cálculos. Si los requerimientos para abril se tienen que calcular en febrero 28, es obvio que se tengan que estimar las ventas para marzo. Si es necesario hacer el cálculo en enero 30, las ventas para febrero y marzo tendrán que estimarse, y así sucesivamente. Será mejor mientras menos se tenga que estimar.

Frecuencia de la Nivelación. Entre más frecuentemente se hagan los cálculos de nivelación, mejores resultados se obtendrán. Para obtener mejores resultados, la nivelación se deberá hacer cada mes. Esta frecuencia puede disminuir solamente si ocurren cambios nominales de mes a mes. Los cálculos de nivelación se ajustan a la base cada vez que se calculan, creando gradualmente cambios en al carga de trabajo en lugar de cambios bruscos.

La gerencia de producción debe evaluar los beneficios obtenidos de la nivelación frecuente, comparados con los esfuerzos que se hacen para llevarlos a cabo.

Algunas Ventajas de la Nivelación. Elimina la necesidad de reducciones y adiciones repentinas de personal temporal, respetando así la política de la Compañía de trabajo seguro sin necesidad de despidos. Permite que se manejen más eficientemente adiciones o suspensiones de emergencia.

Bases para la Nivelación. La base para la nivelación es generalmente el promedio de producción de unidades o por horas hombre estándar. La base de horas hombre estándar es más complicada.

La base recomendada es el promedio de producción por unidades. Esto producirá efectos satisfactorios de nivelación, si los productos se agrupan correctamente. Es muy importante agrupar los productos en niveles de categorías por similitud y complejidad. Si las categorías no se escogen cuidadosamente, los resultados de la nivelación disminuirán.

Para ilustrar esto, supongamos que se desea nivelar la carga de trabajo de un departamento que fabrica toda clase de tabletas recubiertas; recubierta de azúcar, recubrimiento entérico, recubrimiento complejo, etc. Tomemos dos tabletas, la tableta A y la tableta B. La A es una tableta recubierta totalmente de chocolate, la B es de cubierta entérica. Siendo el tamaño del lote de ambas de 300,000, obviamente hay una diferencia en el número de horas-hombre que se necesitan para producir un lote de cada una.

Esta ilustración demuestra la necesidad de seleccionar cuidadosamente las categorías, si se van a usar las unidades de producción promedio como procedimiento de nivelación. Obviamente, sería mejor colocar en una línea o categoría a las tabletas recubiertas con azúcar, y en otra a las tabletas con cobertura compleja o entérica.

En otro ejemplo, se desea nivelar un departamento que fabrica todo tipo de ampolletas: ampolletas de vidrio selladas, con tapón de hule, de polvo seco, de las llenadas en zona estéril y de las esterilizadas después de ser llenadas.

Supongamos que se tienen dos ampolletas: la ampolleta A y la B. La A es una ampolleta de 10 cc. con tapón de hule que debe llenarse en zona estéril. El tamaño de lote de esta ampolleta A es de 10,000 unidades. Ahora tomemos la B, que es una ampolleta de vidrio de 1 cc. sellada y que se esteriliza después de llenado. El tamaño del lote de esta ampolleta también es de 10,000 unidades.

Siendo el tamaño del lote de ambas ampolletas de 10,000 unidades, obviamente hay una gran diferencia en la cantidad de horas-hombre, y de equipo necesario, para fabricar y llenar cada una. Aquí se ve la necesidad de una cuidadosa selección de categorías para propósitos de nivelación. Obviamente, en el ejemplo anterior, las ampolletas con tapón de hule y las de vidrio selladas deben estar en diferente categoría y en niveles separados.

Período de Nivelación. El período de nivelación (algu-

nas veces llamado el círculo de planeación) es, generalmente, de 12 meses, a pesar de que se puede usar un período relativamente largo por adelantado. Se puede incluir en el período de nivelación, un ciclo completo de ventas.

Método de Nivelación. Se tratará de describir en detalle el método recomendado de nivelación. Primero se examinarán requerimientos mensuales totales por línea, y se seleccionará el período más conveniente para una nivelación ideal. Los meses más lejanos en el ciclo de nivelación deben ser los meses de producción alta, de tal manera que las unidades requeridas puedan moverse hacia los meses de producción baja.

Se tomará en cuenta un ejemplo donde los requerimientos originales de producción por mes se calculan como sigue:

Enero	90	Julio	75
Febrero	85	Agosto	80
Marzo	95	Septiembre	92
Abril	80	Octubre	70
Mayo	84	Noviembre	83
Junio	75	Diciembre	<u>75</u>
		T O T A L	984

Promedio mensual 82

En este ejemplo no se deben seleccionar al principio 12 meses como ciclo de nivelación, ya que los últimos tres meses del ciclo son muy bajos en comparación al promedio por mes. Realmente en este ejemplo, únicamente necesitamos nivelar los primeros tres meses a 90 unidades cada uno. Este resultado es alto, comparado con el promedio de 82 unidades por mes, pero es el mejor nivel que podemos obtener en este ejemplo.

Consideremos el mismo ejemplo después de tres meses, suponiendo que los requerimientos de producción mensuales siguen siendo los mismos:

Abril	80	Octubre	70
Mayo	84	Noviembre	83
Junio	75	Diciembre	75
Julio	75	Enero	90

Agosto	80	Febrero	85
Septiembre	92	Marzo	<u>95</u>
		T O T A L	984

Promedio mensual E2

Ahora se presenta un panorama nuevo de nivelación. Esta vez los meses altos se encuentran al final del ciclo de 12 meses, haciendo posible, de este modo, nivelar sobre un período de 12 meses. El año completo puede nivelarse con 82 unidades por mes.

Procedimiento de Nivelación:

1. Calcular los requerimientos básicos de producción. Por cada producto para tantos meses futuros como el período de nivelación lo requiera. Los lotes que necesiten cubrir el límite para reordenar, se colocan en el mes siguiente al mes en el cual la existencia, más la existencia en proceso, se encuentre abajo del límite para reordenar.
2. Selección de las categorías de nivelación. Las categorías de nivelación deben seleccionarse tomando como base productos similares. Una división de los productos se podría hacer como sigue: 1) cápsulas, 2) tabletas recubiertas y selladas, 3) tabletas, 4) ampollitas de vidrio selladas, 5) ampollitas con tapón de hule, 6) ampollitas de polvo seco, 7) ampollitas de polvo seco y pediátrico, 8) cápsulas de gelatina blanda, 9) líquidos, 10) ungüentos, y otras categorías deseadas.
3. Anotar todos los requerimientos de producción en una hoja de trabajo de nivelación. Se podrá tener una hoja de trabajo por cada categoría. Cada producto incluido en cada una de las categorías debe anotarse en la hoja de trabajo apropiada en la columna titulada "Producto". La siguiente columna es "Clasificación del Costo".

El tamaño del lote deberá anotarse en la columna apropiada. Las siguientes 12 columnas deberán titularse con un mes del año, empezando con el primer período firme, para el cual se han calculado los re

querimientos de producción. Ahora se anotarán en la gráfica el número de unidades de producción que se requieren para cada mes, como se calculó en el párrafo 1 anterior.

Se completa la gráfica con todas las categorías de nivelación, de todos los productos colocados en la categoría correcta. Se suman las unidades de producción y las horas-hombre necesarias para cada mes, en cada categoría de nivelación, y se anotan estos totales debajo de cada mes.

4. Determinar el promedio teórico necesario por unidades. Cada mes por categoría se totaliza el número de unidades necesarias para el año completo o los períodos de nivelación. Se calcula el promedio de unidades por mes:

$$\frac{\text{Producción total por unidades para el período completo}}{\text{Duración del período en meses}} =$$

Promedio de unidades por mes

5. Determinar el objetivo mensual o el número de unidades que se desea cada mes. Como ya se sabe, cada mes no contiene el mismo número de días laborables. La carga de trabajo también se ve afectada por las vacaciones. Por lo tanto, el promedio de unidades por mes, como se determina en el párrafo 4, se debe ajustar en función de estos factores.

En el caso de que las vacaciones no se consideren:

Primero se determina un mes al 100%, esto se puede hacer como sigue:

$$\frac{\text{Total de días laborables en período de nivelación}}{\text{Duración de meses del período de nivelación}} = \frac{\text{Número de días laborables en un mes al 100\%}}{\text{en un mes al 100\%}}$$

$$\begin{aligned} \text{Total de días laborables en el año} &= 252 \\ \text{Duración del ciclo de nivelación} &= 12 \text{ meses} \\ 252 \div 12 &= 21 \text{ días en un mes del 100\%} \end{aligned}$$

Otro ejemplo:

Total de días laborables en un período de 7 meses =
148

$148 \div 7 = 21.14$ días en un mes del 100%

Una vez que se determina la duración de un mes del 100% ó estándar, el porcentaje por mes se puede determinar por cualquier número de días laborables por mes:

Si son 21 días	=	un mes del 100%, entonces:
20 "	=	95.2% ó aproximado a 95%
19 "	=	90.47% ó aproximado a 90%
18 "	=	85.7% ó aproximado a 86%
22 "	=	104.76% ó aproximado a 105%
23 "	=	109.5% ó aproximado a 110%

Para facilitar el cálculo, los números anteriores se deben aproximar al porcentaje entero más cercano.

Ahora se anotan en la hoja de trabajo de nivelación los números de los días laborables por mes y el porcentaje mensual basado en el número de días laborables en el mes. Esto se debe comprobar, para asegurarse de que el total de porcentajes de todos los meses en el período sea igual a 100 por el número de meses en el período. Por ejemplo, si el período de nivelación es de 12 meses, los porcentajes individuales de cada mes, deben igualar a 1,200 cuando saquen los totales. En este momento estamos en posición de calcular la marca de nivelación para cada mes.

En el párrafo 4 se determina el promedio de unidades necesarias por mes. Se tomaron como base todos los meses iguales, por lo cual este es el promedio del cual será programado en un mes del 100%. Cuando un mes de 21 es un mes del 100%, entonces la marca de nivelación para los 21 días de mes será el promedio de unidades por mes.

Total de unidades producidas anuales = 12,630,000
Promedio de producción por mes = $\frac{12,630,000}{12} = 1,052,000$ unidades.

La marca de nivelación para todos los meses de 20 días será $0.95 \times 1,052,500$ unidades = 999,875 unidades.

19 días = $0.90 \times 1,052,500$ unidades = 947,250 unidades.

22 días = $1.05 \times 1,052,500$ unidades = 1,105,125 unidades.

23 días = $1.10 \times 1,052,500$ unidades = 1,157,750 unidades.

Por lo tanto, para programar la fabricación de 12,630,000 unidades en una base de nivelación de trabajo, se hará como sigue:

Programa para los meses de 19 días	947,250 unidades
Programa para los meses de 20 días	999,875 unidades
Programa para los meses de 21 días	1,052,500 unidades
Programa para los meses de 22 días	1,105,125 unidades
Programa para los meses de 23 días	1,157,750 unidades

En el caso de que se consideren las vacaciones:

6. Consecuencia de las vacaciones en el porcentaje del mes. Cuando las vacaciones son considerables, se aconseja calcular el porcentaje mensual de la siguiente manera:

(Esto se considera como un refinamiento de la técnica de nivelación, en la cual se podría llevar más adelante del punto para disminuir devoluciones, especialmente cuando se emplea un pequeño número de empleados)

Cantidad de personas asignadas a un departamento = 26
Cantidad total de días de vacaciones para ser disfrutados = 260

Se deberán saber exactamente los meses en los cuales los días de vacaciones serán disfrutados. Por ejemplo:

60 días de vacaciones en junio
 100 " " " " julio
 80 " " " " agosto
 20 " " " " septiembre
260 días de vacaciones en total

Con esta información se procede a calcular el porcentaje mensual como sigue:

Mes	No. personas	Días laborales en el mes	Total de días-hombre	Días de vacaciones	Días-hombre netos
Ene	26	20	520	0	520
Feb	26	20	520	0	520
Mar	26	23	598	0	598
Abr	26	20	520	0	520
May	26	21	546	0	546
Jun	26	22	572	60	512
Jul	26	20	520	100	420
Ago	26	23	598	80	518
Sep	26	21	546	20	526
Oct	26	21	546	0	546
Nov	26	20	520	0	520
Dic	26	<u>21</u>	<u>546</u>	<u>0</u>	<u>546</u>
TOTALES		252	6,552	260	6,292

Después de calcular un promedio o una base de un mes del 100% sobre días netos:

Total de días-hombre netos $\frac{6,292}{12} = 524.2$ días-hombre por mes

524.3 días-hombre = mes del 100%

Determinar ahora los porcentajes mensuales por mes, basándose en los días-hombre netos de cada mes:

<u>Mes</u>	<u>Días-hombre netos</u>	<u>Promedio días-hombre</u>	<u>= % Mensual</u>
Ene	520	524.33	.992
Feb	520	524.33	.992
Mar	598	524.33	1.140
Abr	520	524.33	.992
May	546	524.33	1.041
Jun	512	524.33	.977
Jul	420	524.33	.801
Ago	518	524.33	.988
Sep	526	524.33	1.003
Oct	546	524.33	1.041
Nov	520	524.33	.992
Dic	546	524.33	1.041
			<u>12.000</u>

Después de determinar el porcentaje por mes, se procederá a calcular la marca de nivelación de la misma manera, como se describe en el párrafo 5. Se puede llamar también la marca de nivelación, cuota mensual. El porcentaje por mes y la marca de nivelación por mes se deben anotar en la gráfica de nivelación como referencia de los movimientos de lotes que se obtengan como consecuencia de la nivelación.

7. Movimientos de unidades para obtener la nivelación. El siguiente paso en el procedimiento de nivelación es redistribuir los requerimientos de producción para adaptarlos tanto como sea posible, a las marcas mensuales de nivelación que se determinaron en los párrafos 5 y 6. Esto se lleva a cabo moviendo los lotes de los meses de producción alta a los de baja producción. El procedimiento se facilita usando la hoja de trabajo de nivelación, descrita en el párrafo 3. Teniendo la hoja de trabajo de nivelación se puede proseguir como se indica a continuación:

- a) Se comienza con los últimos 12 meses del cálculo del ciclo de nivelación y se comparan con la producción real necesaria para ese mes con la marca de nivelación para ese mes.
- b) Se mueven los lotes de producción hacia atrás, como sea necesario, de los meses altos a los

de baja producción. Por ejemplo, si se refiere al trabajo de nivelación antes mencionado: En noviembre, el último mes del ciclo de nivelación, los requerimientos básicos fueron calculados como 2,500,000 unidades. La marca de nivelación es de 2,009,000 unidades. Por lo tanto, tenemos $2,500,000 - 2,009,000 = 491,000$ unidades que pueden ser movidas a uno de los meses de producción baja.

Se selecciona un lote o una combinación de lotes que en total sumen 491,000 unidades. Por ejemplo, se puede mover un lote de ampolletas No. 7 aproximadamente de 500,000 unidades; o un lote de ampolletas No. 6 aproximadamente de 200,000 unidades, más un lote de ampolletas No. 9 aproximadamente de 300,000 unidades, haciendo un total de 500,000 unidades. Esta cantidad se aproxima a la cantidad exacta de 491,000 unidades que se necesitan para el movimiento como se expresa en este ejemplo.

Al transferir las 500,000 unidades, los requerimientos para ese mes se reducen de 2,500,000 unidades a 2,000,000 unidades, lo cual está muy aproximado a 2,009,000 unidades que se requieren según la marca de nivelación.

Selección de Productos para Transferir. Al seleccionar productos para transferir, el inventario de producto terminado se aumenta deliberadamente en los productos seleccionados para transferirse, y se deben tomar precauciones para evitar riesgos de sobre-existencia en períodos largos.

Precauciones:

1. Se seleccionan lotes que tengan el número apropiado de unidades, lo más aproximado posible, para obtener la nivelación.
2. Se seleccionan los lotes que tengan la mejor rotación, se vendan bien y tengan demanda.

3. Se seleccionan productos con el costo más bajo, para disminuir así la inversión por el aumento del inventario.
4. Se debe evitar el uso de productos fechados para nivelación.
5. Se procura no excederse en la capacidad de maquinaria o de departamentos, cuando se añadan lotes a los programas de manufactura.
6. Usar con precaución el movimiento de productos de temporada; tanto para aquellos que son de temporada en la fabricación, como en las ventas.
7. Podrán seleccionarse para transferir los productos con existencias más cercanas al punto de reordenación.

El costo es un factor muy importante en el proceso de nivelación. Se debe evitar el movimiento de productos caros, cuando haya productos de costo bajo disponibles para transferirse, y se puede llevar a cabo una nivelación más adecuada a través del movimiento de los de bajo costo.

Como una ayuda al proceso de selección, se deben anotar en la gráfica de nivelación algunos datos del costo de cada producto. Tal vez se pueda establecer una clasificación de los costos, como la clasificación I, II, III, y IV. Los productos de costo menor pueden clasificarse en la clase I, y todos los demás se pueden clasificar hasta la clase IV, en la cual se incluirán los productos más caros. Se puede usar un índice de costo o simplemente el promedio de costo por lote.

Desde luego, el uso de esta regla limita el movimiento de lotes al punto en el cual no se puede obtener la nivelación ideal.

Cuando se presente este caso, se nivelará lo más aproximado posible a la marca, y se procederá con el programa de producción.

Esta técnica no es precisa y, desde luego, tiende a en-

torpecer el panorama de nivelación, las dificultades inevitables de fabricación, las ventas fuera de lo normal y la variedad de productos fabricados. A pesar de estos puntos negativos, creemos que el uso de las técnicas de nivelación reducirá grandemente las altas y bajas de producción que tan frecuentemente ocurren en las operaciones, y que repercuten en un aumento en los costos de producción. El empleo de la técnica de nivelación originará una reducción en los costos contribuyendo al desarrollo del sistema de reducción de los mismos.

Al efectuar una nivelación en la carga de trabajo del departamento de producción, los demás departamentos de servicio del mismo también tendrán una nivelación en sus cargas de trabajo.

La segunda parte de este capítulo es el estudio de los presupuestos por departamento. El sistema que se propone es el de presupuestos estándares flexibles, que convierten a cada funcionario en un miembro experimentado del equipo administrativo. Su actividad se evalúa por estándares que él mismo ha ayudado a establecer. Todos sus esfuerzos están encaminados a encontrar medios y formas para mejorar sus costos y reducir los gastos generales.

Por consiguiente, es de primordial importancia que el gerente de producción sea cauto al aprobar los estándares flexibles, establecidos por el departamento de Ingeniería y Desarrollo, para la medición de gastos.

Tres son los niveles de actividad sobre los cuales pueden basarse los estándares flexibles de mano de obra y gasto:

1. Promedio real
2. Objetivo alcanzable
3. Ideal

El promedio real da una base para la medición de los progresos en las actuaciones, como resultado de la contabilidad que asigna responsabilidades y de los presupuestos flexibles. Las ventajas adicionales consisten en que es más fácil establecer los estándares y menos difícil conseguir su aceptación.

El objetivo alcanzable es el nivel elegido por la mayoría de las compañías que han tenido experiencia con presupuestos flexibles. Los estándares ideales o de ingeniería se crean con el objeto de estimular y hacer que se superen los jefes de departamento que no han realizado un trabajo eficiente.

El nivel objetivo de actividad para lograr mejores resultados, a largo término, es aquel que, de acuerdo con lo comprobado, no es tan alto como para desanimar, pero tampoco es tan reducido como para fallar en su intento de estimular al máximo esfuerzo.

En resumen, el uso de presupuestos flexibles evita pérdidas, reduce costos y aumenta los beneficios de la compañía.

El objeto del presupuesto es, principalmente, fijar metas y controlar que se lleven a cabo éstas, con el fin de analizar las desviaciones entre la realidad de la operación y la estimación de ésta.

Para elaborar el presupuesto, es necesario ejercer el control en la realización del mismo, o sea sincronizar y controlar todos los elementos que intervienen en la elaboración y preparación, con el objeto de que dicha elaboración se lleve a cabo en tiempo y, para esto, puede convenir el usar el sistema de redes o Pert.

El presupuesto debe elaborarse anualmente, con revisiones mensuales, trimestrales o semestrales, con el objeto de tenerlo actualizado y poder tomar las decisiones correctivas necesarias, en caso de variaciones, en el momento oportuno.

Existen dos tipos de presupuestos:

1. Presupuestos Financieros
2. Presupuestos de Operación

Dentro de los primeros, tenemos el estado de resultados y el balance proforma, presupuesto de caja, inversiones, control de rotación de inventarios, etc.

Dentro de los segundos, tenemos los de ventas, costos, producción, administración, ventas, etc.

Las variaciones al presupuesto se pueden presentar en tres partes que integran el costo: variación por materiales directos, variación en la mano de obra, y variación en los gastos de fabricación.

La variación por materiales directos, se origina principalmente por las diferencias en precios, y por la diferencia de cantidades que se utilizan para elaborar los productos.

La variación en la mano de obra se origina en la diferencia en precio y en la cantidad de mano de obra ocupada, a estas variaciones también se les denomina variaciones en el costo de mano de obra directa.

La cantidad de gastos de fabricación puede basarse en los cálculos presupuestados, o sea, se fija la cuota calculando los gastos totales que habrán de realizarse o se calcula el número de horas de mano de obra o de horas máquina que habrán de emplearse.

Cada uno de los elementos anteriores que intervienen en el presupuesto, y que se originan en la Planta de la compañía, deben ser controlados, a través de los departamentos de la misma, por el gerente de producción.

De otra manera, es de imperiosa necesidad un inventario físico de trabajos en proceso que abarque la última operación para completar y controlar su valor en los libros.

Los productos terminados deberán mantenerse en registros de inventario permanente, similares a los utilizados para las materias primas y los materiales de empaque. Normalmente, la responsabilidad de mantener actualizados estos registros cae en el departamento de Control de Producción o en el de Comercialización.

Las órdenes o pedidos de materiales que se usan a fin de sacar materia prima y material de empaque para ser procesado, deberán indicar la cantidad estándar. Estas cantidades estándar deberán de tener en cuenta el rendimiento

to y la merma estándar.

Siempre que el exceso de mermas o la diferencia operativa obligue a una solicitud adicional de material, ésta deberá cargarse o debitarse a la cuenta de Variación por exceso de uso.

Por cada operación de producción de la que resulten rechazos, se deberá arbitrar la manera de medir el monto producido y compararlo con el estándar de tolerancia, previamente establecido. La diferencia será destinada a ajustar el valor de inventario y da un débito (variación desfavorable) o un crédito (favorable) a la cuenta de Variación por exceso de uso. En la figura No. 3, se reproduce un informe típico de esta variación.

INFORME MENSUAL DE VARIACION - USO DE MATERIAL DE EMPAQUE

Descripción	Estándar	Real	Variación
	\$	\$	\$
Producto X (Octubre)			
Línea de Prod. A	12,200	9,500	2,700
B	10,300	10,400	(100)
C	<u>43,700</u>	<u>48,800</u>	<u>(5,100)</u>
T o t a l	66,200	68,700	(2,500)
Producto X (Noviembre)			
Línea de Prod. A	11,900	8,700	3,200
B	40,400	31,200	9,200
C	<u>51,600</u>	<u>53,900</u>	<u>(2,300)</u>
T o t a l	103,900	93,800	10,100
Producto X (Diciembre)			
Línea de Prod. A	6,200	6,700	(500)
B	9,400	8,400	1,000
C	<u>7,200</u>	<u>10,100</u>	<u>(2,900)</u>
T o t a l	22,800	25,200	(2,400)
Total línea de productos A . .	30,300	24,900	5,400
B . .	60,100	50,000	10,000
C . .	<u>102,500</u>	<u>112,800</u>	<u>(10,300)</u>
Total General.	192,900	187,700	5,200

* Los paréntesis indican variaciones desfavorables.

F.3 Análisis de Inventarios

Para un buen control de los materiales, es de primerísima necesidad contar con un almacén adecuado o depósito de materias primas y repuestos. Se obtienen mejores resultados cuando ese sector está bajo la exclusiva dirección de un encargado competente, y sólo su personal tiene acceso a él.

Otro de los requisitos es la existencia de registros de inventarios perpetuos. En aquellos lugares donde los materiales se registran a precio estándar, no es necesario llevar estos requisitos por valores, sino solamente por cantidad. Cuando es preciso contar con valores totales para ciertos artículos o desgloses por clase o tipo, pueden obtenerse rápidamente multiplicando las existencias o diferencias físicas por el precio estándar.

La ubicación de los registros de inventario, como también la responsabilidad de su conservación, deberá recaer en el departamento de Control de Producción. De ser ello posible, los registros se ubicarán cerca del departamento de contabilidad. Además, deberán conservarse de modo tal, que dicho departamento pueda obtener en cualquier momento una valoración del inventario.

Se considera necesario el uso de "palomas" y también frecuentes verificaciones físicas de los balances, según la opinión de peritos en materia. Es realmente efectiva la aplicación del sistema de inventario físico y la verificación de las existencias cuando éstas llegan a un punto bajo.

El control de los trabajos en proceso recae comunmente en el departamento de Control de Producción, y es sumamente benéfico mantener estos registros al día para que contabilidad pueda calcular, por los libros, la existencia de trabajo en proceso en cualquier momento.

Indudablemente, la función más importante de control de materiales está relacionada con la dirección de los niveles de inventario. Se han realizado muchos análisis sobre esta materia del inventario, y con razones muy fundadas por cierto. Se puede aplicar con éxito la lógica y la racionalidad a la resolución de los problemas

del inventario. El campo de control de inventario es más susceptible de análisis formal y racional que cualquier otra actividad del sistema de producción. Con esto no se quiere decir que no se indican en el problema del inventario las incertidumbres que se derivan normalmente de la naturaleza humana y de los fenómenos naturales. Pero estas incertidumbres están contenidas dentro de ciertos límites que se pueden incluir normalmente en un sistema analítico. Por otra parte, las ventajas que pueden deducirse de este planeamiento racional, suelen revestir normalmente unas proporciones muy significativas.

De hecho, la compañía ha empleado exclusivamente unos métodos de decisión tradicionales e intuitivos, por lo cual conviene introducir procedimientos analíticos, empezando precisamente por el sector del inventario. Esta afirmación resulta sobre todo aplicable a las compañías que necesitan grandes inventarios para satisfacer sus requisitos de producción y de mantenimiento.

El núcleo central del análisis de inventario estriba en la identificación de los costos relevantes. Existen muchos tipos de costos que se aplican a la situación de inventario. Detallaremos ahora algunos de los que se producen más frecuentemente.

1. Costo de Realización de Pedidos. Siempre que se hace una solicitud de compra, se incurre en costos fijos y en costos variables. Los costos fijos que implica esta formulación de un pedido vienen asociados con los sueldos del personal permanente del departamento de pedidos. También comprende las inversiones en equipo y los costos generales, debidamente asignados y prorrateados. En los costos fijos no influye la política de inventario que se siga. El componente de costos variables estará constituido por el formulario de solicitud de pedidos, el costo de enviar esa solicitud al vendedor y, de hecho, por todos los costos que aumenten al aumentar el número de solicitudes de compra. Tampoco hay que pasar por alto los costos de oportunidades, que van unidos a los distintos empleos posibles del equipo y del tiempo.

Así pues, por definición, al aumentar el número de

pedidos, los costos fijos permanecen constantes y los costos variables aumentan. Supóngase, por ejemplo, que la compañía puede despachar 100 pedidos por semana; si una nueva política de inventarios exige que ese número pase a ser de 150 por término medio, habrá que ampliar el departamento de pedidos. Se considera que el aumento de costo de mano de obra, de equipo y de los gastos generales constituyen un costo variable adicional. De este modo, el costo que implica la realización de un pedido figura en primer lugar de todo sistema base de pedidos.

2. El costo de mantenimiento de Inventario. Como es bien sabido, los fabricantes prefieren tener inventarios mínimos. Con frecuencia se oye que, en los momentos de incertidumbre, las compañías empiezan a reducir sus existencias ¿por qué ocurre esto? La respuesta es que toda compañía mantiene una inversión en forma de inventario. Su capital queda inmovilizado en materiales y mercancías. Si ese capital estuviera libre, podrían encontrar se para él otros usos. Por ejemplo, la compañía podría colocar ese capital liberado en una caja de ahorros, produciendo el interés. Por otra parte, podrían hacerse especulaciones con inversiones y acciones. La compañía podría también comprar equipo adicional y ampliar su capacidad o incluso, utilizar ese dinero para diversificar su producción. Por consiguiente, se visualiza que existe un costo de oportunidad. Al llevar un inventario, la compañía excluye la posibilidad de invertir su capital de otro modo.

Los costos de mantenimiento de inventario comprenden también los gastos que implica el almacenamiento de las existencias. Al igual que ocurriría en el departamento de pedidos, hay que medir los costos a partir de una base fija. Se tiene que tomar solamente en consideración el componente de costos variables asociados con el almacenamiento, es decir, los costos sobre los que puede ejercer un control el gerente de producción en términos de la política de inventario. Por ej. si la compañía tiene espacio para 1000 unidades de un producto y puede lograr un

descuento si almacena un máximo de 2000, tendrá que aumentar su capacidad de almacenamiento o bien encontrar un espacio adicional para beneficiarse con ese descuento. Es preciso realizar un análisis adecuado de los costos de inventario para poder determinar si conviene o no ese descuento.

Los costos extraordinarios en los que se incurra, constituyen un componente de los costos variables asociados con el mantenimiento de inventario. Conviene observar que los intereses de que hablamos anteriormente, constituyen un costo variable que depende del número de unidades almacenadas, del precio por unidad y del tipo de interés que resulte aplicable.

Las existencias que forman el inventario, están sujetas a pérdidas por hurto, obsolescencia o anticuación y deterioros. Estos costos suponen una pérdida real en el valor del inventario. El hurto es sobre todo típico en ciertos artículos. Por ejemplo, los de pequeñas dimensiones desaparecen con mayor facilidad que los grandes. La obsolescencia o anticuación puede producirse de un modo puramente repentino debido a un cambio tecnológico, o en el caso especial de la industria cosmética, por un cambio en la moda. Otro componente adicional de los costos de mantenimiento de inventario es el que representan los impuestos y seguros. Si se determinan las primas de seguro y los impuestos sobre una base unitaria, entonces la cantidad de existencias almacenadas determinará directamente los componentes de seguros y de impuestos en los costos de mantenimiento de inventario.

Se reproduce a título de orientación la siguiente tabla. Se han incluido cifras hipotéticas que son parecidas a los cálculos de costo de mantenimiento de inventarios de muchas compañías.

Determinación de los costos de mantenimiento de inventario en porcentaje anual:

Pérdidas debidas a la incapacidad de invertir fondos en actividades que puedan producir beneficios incluyendo pérdida de interés 12.00

Obsolescencia o anticuación	3.00
Deterioro	3.00
Transporte, manipulación, distribución	2.00
Impuestos	0.25
Costos de almacenamiento	0.25
Seguros	0.25
Suministros generales	0.25
Hurtos	----
Cm = costo de mantenimiento de inventario como porcentaje anual.	21.00

3. Costo que implica el hecho de quedarse sin existencias. Si la compañía no puede satisfacer un pedido, esto representará normalmente una pérdida para ello. A veces, el cliente recurrirá a otras empresas y la pérdida equivaldrá al valor del pedido. Pero si el cliente se irrita porque tiene que prescindir de lo que necesitaba o buscar un nuevo proveedor, habrá de traducirse en un costo mayor, la pérdida de la venta más la pérdida de ese ambiente de buena voluntad existente. Si el comprador está dispuesto a esperar a que se satisfaga su pedido, la compañía tratará esa situación como un pedido de entrega diferida. Los pedidos retrasados cuestan dinero. Pueden irritar al cliente aunque éste parezca estar dispuesto a esperar.

En algunas ocasiones, la compañía intentará satisfacer el pedido del cliente con un sucedáneo (artículo de propiedades similares) más caro. No resulta difícil determinar en este caso el factor del costo.

Cualquiera que sea el sistema, Kill or Fill, pedidos de entrega diferidos, sustitución de materiales, etc.. se incurrirá en ciertos costos por el simple hecho

de estar sin existencias. El costo del clima de buena voluntad perdida, es uno de los más significativos y de los más difíciles de valorar.

4. Otros costos. Los costos que acabamos de citar son los que suelen considerarse más relevantes en lo que se refiere a la fijación de la política de inventario. Hay otros muchos costos que desempeñan también cierto papel en casos concretos. Así por ejemplo, los costos sistemáticos asociados con la dirección del sistema de inventarios, los costos de las demoras en la realización de pedidos, los costos de los descuentos, los costos de instalación o montaje, los costos de interrupción de la producción, los costos de la recuperación, los costos de aceleración, etc. En ciertos casos, uno o varios de estos costos dominarán toda la valoración de la política de inventarios.

Concluyendo, el gerente de producción, por medio del departamento de control de inventarios, mantendrá todos los inventarios a sus mínimos alcances. Sin embargo, existen factores que afectan el nivel mínimo de los inventarios:

1. La incertidumbre de la demanda.- Cuanto mayor sea la incertidumbre de la demanda, tanto mayor será el inventario mínimo que se necesite.
2. La incertidumbre en el tiempo de ejecución.- Crea un inventario mínimo alto. Esto se refiere en especial a pedidos de artículos que no se venden con frecuencia y de los cuales es difícil encontrar información.
3. Tamaño del lote.- Cuanto más grande sea el lote que se compre, tanto menor será la frecuencia con la que el inventario se "mueva".
4. La "seguridad" requerida.- Los componentes clave habrán de requerirse y mantenerse siempre en inventario.
5. La prima de seguro.- Cuanto más grandes sean los inventarios mínimos, mayores serán también las primas de los seguros.

F.3.a. Cálculo del Costo Anual de Almacenaje por Unidad

El costo anual de almacenaje por unidad se usa para calcular el tamaño económico del lote. El siguiente es un método que puede usarse para calcular ese costo, sin embargo, pueden usarse otros métodos dependiendo de las ventajas que presenten para los diferentes tipos de industrias. En especial para la industria farmacéutica este método parece tener grandes ventajas.

1. Se desglosa el inventario de fin de año en la cantidad de artículos de cada producto. Este desglose establece la cantidad de varios tamaños de presentaciones de cada producto.
2. Por medio de un estudio, se determina el tamaño y la capacidad de los recipientes de embarque de las existencias terminadas representativas de cada línea de producción. A través de esto, se determina el volumen cúbico real del inventario.
3. Se considera el espacio de piso real ocupado por estantes de almacenamiento y cajas de productos.
4. Por medio de una investigación, se determina la colocación de las diferentes líneas de productos en los estantes.
5. Se resta el volumen cúbico de los estantes de cada línea del cubicaje total de cada línea para obtener el volumen de la existencia en cajas de mercancía.
6. Se divide el cubicaje total de las cajas de mercancía entre el área de almacenamiento de las cajas de mercancía para obtener el promedio de altura de las estibas.
7. Al determinarse el volumen cúbico del área de estantería y el total del área de cajas necesarias, pueden permitirse para las fluctuaciones de las existencias factores del 30% para la existencia de estantes y el 20% para la existencia de cajas.
8. Se convierte cada línea al tamaño de unidad deseado

y se divide el espacio cúbico total entre el total de unidades para obtener el cubicaje promedio de la unidad deseada.

9. Se compara el área total cargada al departamento de embarque, con las áreas reales de almacenaje del departamento de embarques, de existencias, de estantes y cajas de mercancía; para encontrar la proporción se debe aumentar el espacio de oficinas, escaleras, elevadores, pasillos, áreas de empaque, etc.
10. Se multiplica el cubo de la unidad deseada por el factor que se obtiene en el párrafo anterior y se divide el resultado entre la altura de la estantería.

Todos los datos anteriores serán proporcionados por la gerencia de producción, ya que de ella dependen las áreas de almacenamiento. Esta gerencia delegará dicha responsabilidad en el departamento de control de inventarios.

Cuota por Mantenimiento del Inventario

Se debe dar énfasis a la importancia de la cuota por mantenimiento del inventario, debido al efecto determinante que tiene en las fórmulas para el cálculo del tamaño de lote económico y del tamaño del pedido de reposición de inventario. De acuerdo con todos los expertos en la materia, los costos mayores y pérdidas más serias son ocasionados por sobre-existencia y por el bajo movimiento de inventario. Por supuesto existen diferentes opiniones con respecto a los componentes del costo que deben incluirse en la cuota por mantenimiento de inventario. En lo único que parecen estar de acuerdo varios autores, es que la cuota debe ser de, por lo menos, el 12% anual.

Muchas compañías grandes, que mantienen un registro cuidadoso de los costos, han encontrado que mantienen costos del 18 al 25%, en lo que a mantenimiento de inventario se refiere.

El siguiente ejemplo explica el efecto directo de la cuota por mantenimiento de inventario en los costos:

En una venta anual de mercancías que cuestan \$100,000, si solamente se asegura una vuelta de movimiento del inventario deben invertirse \$100,000 de capital que, a un interés del 12% del costo de mantenimiento del inventario, asciende a \$12,000 por año. Cuando la proporción del movimiento de inventario se aumenta de 1 a 2 se liberan \$ 50,000 para otros usos, y se efectúa un ahorro anual de \$6,000 en el mantenimiento de inventario. Si el mantenimiento de inventario se aumenta a 6, la inversión de capital se reduce de \$100,000 a \$16,667, y el mantenimiento anual del inventario baja de \$12,000 a \$2,000.

Se ha exagerado un poco para explicar el punto de vista en el ejemplo antes citado; en la práctica no es tan fácil efectuar ahorros y liberar capital. Mientras el movimiento del inventario sea lento, aumenta el costo de mantenimiento, y si éste es muy alto, aumenta el costo de los inventarios.

Componentes del costo. En los siguientes párrafos se discutirá sobre cada componente del costo que se incluye en la cuota de mantenimiento del inventario.

Interés. Probablemente éste es el más importante. Si se toma la decisión de invertir dinero en el inventario, y si se tiene que pedir prestado ese dinero, simplemente se determina la proporción del interés que se va a cargar, por ese préstamo. Esto es un costo claro y se determina con facilidad.

Si la compañía invierte su propio dinero, el costeo del interés ya no es fácil de determinar. La mayoría de los autores están de acuerdo que el dinero que así se invierte podría estar ganando interés de otra manera, así que el interés perdido se convierte en un costo.

Ellos también están de acuerdo en que este costo debe estimarse tomando en cuenta la proporción del dinero que ganaría en una inversión relativamente libre de riesgo, tal como cédulas, etc...

Obsolescencia - Impuestos - Seguros: Para todos los proósitos prácticos estos factores pueden acumularse. Se suma el impuesto anual del inventario, el costo anual

del seguro de inventario y la pérdida anual del mismo, por razones no cubiertas por el seguro. Se divide este total entre el valor del promedio a fin de mes del inventario.

Riesgo: Este es el componente que causa mayores desacuerdos. Algunos autores dicen que no es propiamente un costo de mantenimiento de inventario, que si un negocio no tiene éxito, no es por el control de inventarios. Además dicen que es un factor que no se puede medir, y que si se usa en el análisis final, sirve solamente como una influencia arbitraria para la reposición de inventario.

Ellos dicen que también debe ser igual al producto promedio de la inversión en industrias parecidas o al producto deseado por el inversionista. Esto es la misma cosa, ya que es aquél que en primer lugar atrajo al inversionista. Este componente usualmente varía del 10 al 15% en casi todas las industrias.

Espacio de Almacenamiento: Este componente puede o no incluirse en la cuota de mantenimiento de inventario. Puede incluirse si el espacio no es muy solicitado o si el espacio libre no se usara para otras cosas. Se calcula en la siguiente forma:

$$\frac{\text{Costo Anual de Almacenaje}}{\text{Promedio del valor del inventario a fin de mes}}$$

Los costos de almacenamiento pueden incluir renta, luz, calefacción o refrigeración, etc. Algunos materiales almacenados necesitan condiciones especiales que pueden ser de mantenimiento caro, por ejemplo: control de humedad, refrigeración, etc.

Cuando se incluye en la cuota debe tenerse en cuenta que los costos de almacenamiento se distribuyen igualmente sobre todos los artículos, de acuerdo con su valor monetario. Los productos caros, como la vitamina B₁₂, que necesitan poco espacio de almacenamiento, se les cargará más que su parte proporcional, mientras que los productos baratos como el almidón, que requieren un espacio grande para almacenamiento, se le cargará menos que su parte proporcional.

Los cálculos finales pueden hacerse como se indica en el siguiente ejemplo:

Interés	0.0500%
Impuestos	0.0150
Seguros	0.0060
Obsolescencia	0.0050
Riesgo	0.1000
Almacenamiento	0.0040

Cuota para el mantenimiento de inventario	0.1800
---	--------

Cálculo del Costo del Inventario Anual. A veces, es conveniente saber los costos para mantener un inventario con base anual. Por supuesto, estos costos variarán, dependiendo del punto para reordenar y de la cantidad que se reordena.

Propósito de la Hoja de Trabajo. La hoja de trabajo se ha diseñado para proporcionar un método rutinario de cálculo del costo del inventario anual para cualquier cantidad de tamaños de lote. Cada cálculo mostrará el costo del inventario anual de cada tamaño de lote. El tamaño económico de lote, siempre debe mostrar la mínima cantidad de costos de inventario. La cantidad ahorrada al ordenar una cantidad en vez de otra se hace evidente, leyendo los costos totales incurridos según la cantidad ordenada.

Uso de la Forma. La información que se necesita para usar esta forma, es la misma que para calcular el tamaño económico de lote. Esta información debe anotarse en las líneas numeradas en dicha forma.

	<u>No. de Línea</u>
Requerimientos anuales en Unidades "U"	1
Costo logrado por orden "A"	2
Costo de almacenamiento por unidad por año "S"	3
Cuota de mantenimiento de inventario "I"	4
Cantidad de la orden "Q"	5
Precio por unidad "C"	7

El siguiente paso es hacer todos los cálculos, como se indica en las líneas 6, 8, 9, 10, 11, 12 y 13. El costo total de los inventarios, en cada cantidad de orden, se registra como un total de las líneas 10, 11, 12 y 13. El costo de inventario puede calcularse en una hoja de trabajo.

TAMAÑO ECONOMICO DEL LOTE

ARTICULO _____

CLAVE NO. _____

CALCULO DEL COSTO DEL INV. ANUAL

CLASE DE COSTO _____

1. Requerimientos anuales _____
2. Obtención de costo por orden _____
3. Costo unitario de almacenaje anual _____
4. Costo del inventario, porcen-
taje en decimales _____
5. Cantidad de órdenes _____
6. Promedio de inventario, divi-
dir No. 5/2 _____
7. Precio unitario _____
8. (Valor) del promedio de inv.
= No. 6 x No. 7 _____
9. Obtención del costo por uni-
dad = No. 2/No. 3 _____
10. Cargo del inventario por año
sobre el promedio del inven-
tario = No. 8 x No. 4 _____
11. Obtención del costo por re-
querimientos anuales =
No. 1 x No. 9 _____
12. Precio total de compras para
requerimientos anuales =
No. 1 x No. 7 _____
13. Costo anual de almacenamien-
to por promedio de inventa-
rio = No. 3 x No. 6 _____

Obtención del promedio total de tiempo
en meses decimales _____
Máximo de utilización de tiempo modifi-
cado por la última tendencia _____
Punto de reordenación _____
Observaciones _____

TOTALES 10, 11, 12 y 13 _____

El concepto de tamaño económico de lote es uno de los factores más importantes dentro del sistema de reducción de costos, ya que el no hacer compras en forma sistematizada, al igual que el no producir en la misma forma, crea una serie de gastos innecesarios, que pueden evitarse haciendo uso de la técnica, y es responsabilidad de la gerencia de producción el crear conciencia técnica en el personal ejecutivo de la planta.

F.3.b. Tamaños de Lotes Económicos de Compra

Uno de los elementos de mayor importancia y muy a menudo tratado con negligencia, al implantar costos estándar, es el costo de los materiales directos. He aquí uno de los instrumentos de mayor potencialidad para el control de los costos y el procesamiento de productos por medio de estándares exactos de precio y uso de materiales.

Se fijan precios estándar para todo el material que se adquiere. Cuando se recibe el material se compara el precio real con el estándar. La diferencia se debita o acredita según el caso a pérdidas o ganancias de un período determinado con variación de precio de compra. El material ingresa en inventario al precio estándar en vigencia en el momento de su adquisición. Se determinan los rendimientos y mermas de cada operación, comparándolos con el estándar de uso y rendimiento. Se utilizan las variaciones para efectuar ajustes en el inventario de forma tal, que éste contará en todo momento con materiales a precio y uso estándar sin tener en cuenta la etapa de proceso en que se encuentren los diferentes productos. Una vez despachado el producto elaborado, se acredita en la cuenta adecuada del inventario el total del material indicado en la hoja de costo del producto, y se le carga el costo de venta.

Precios estándar de materiales. En la mayoría de las empresas es responsabilidad del agente de compras, la fijación de precios estándar. El momento para requerir el establecimiento de esos precios debe ubicarse tan cerca de la finalización del programa. En otras palabras, los precios estándar se fijan con inmediata anterioridad a su utilización en la realización de los cálculos de costo directo estándar de los productos y en la valoración del inventario.

El agente de compras deberá analizar las tendencias predominantes y estudiar el comportamiento de los precios a largo plazo, antes de pronosticar el precio que él espera abonar por cada material que se adquiriera durante el año. Asimismo, deberá basar sus estimaciones de compras de cantidades normales adquiridas considerando también los descuentos usuales

en plaza. Todos los precios contratados serán tomados como precio estándar, y posteriormente contra éste se compararán.

Existen diferencias de opinión con respecto a la forma de tratar los descuentos de caja. Algunas compañías los consideran como una transacción financiera y lo incluyen como otros ingresos o deducciones en la planilla de ingresos. Otras entienden que el descuento de caja debe tomarse siempre en cuenta, y por ello lo tratan como una reducción del precio del material. La tendencia general parece orientarse hacia la última posición y cualquier descuento de caja que se pierde es debitado a variación del precio de compra.

El flete abonado por el comprador deberá incluirse en el costo del material y se fijará sobre la base de cantidades normales entregadas, origen y métodos de despacho. En consecuencia, el precio estándar directo de un determinado artículo es el precio facturado y estimado por unidad, menos los descuentos, más los costos de transporte al ingresar.

Es sumamente importante identificar claramente cada clase de material. Se recomienda el uso de números de especificaciones para repuestos de materiales, como asimismo una nomenclatura descriptiva estándar. Para contar con un nuevo control del precio estándar es, verdaderamente, efectivo el uso de una tarjeta índice para cada clase de material, indicando en ella: número, nombre y descripción completa del artículo con su precio estándar. A continuación se exhibe una de ellas:

TARJETA INDICE CON EL PRECIO ESTANDAR DEL MATERIAL.-

Descripción:

Especificaciones No.:

FECHA EFECTIVA	CANTIDAD NORMAL	COSTO FACTURADO	DESCUENTOS	FLETES CLASE	ING. MONTO	COSTO NETO	COSTO UNITARIO

Figura No. 1

Cuando se agregan nuevos tipos de materiales, el agente de compras es responsable de fijar inmediatamente su precio estándar y de enviar dicho dato a contabilidad. Más aún, cuando se produzcan cambios importantes en las tendencias de precios, el agente de compras deberá notificar al contador, a fin de determinar si es necesario iniciar una revisión en los precios estándar de los productos, para que reflejen las condiciones cambiantes del mercado.

Variaciones del Precio de Compra. El método más simple para tratar las variaciones del precio de compra es el descrito anteriormente, en el que solamente se usa una cuenta de inventario. La variación del precio de compra se debe tomar en cuenta cuando se recibe el material y se debita (variaciones desfavorables), o acredita (favorables), a pérdidas y ganancias del período. Posteriormente en este mismo capítulo, se indican métodos especiales para trabajar con las variaciones que se producen.

En el método convencional, todo el material que se encuentra en inventario, bien sea materia prima o producción en proceso, producto terminado, se incluyen en la única cuenta de control y se valoran a precio estándar.

A medida que se van agregando nuevos artículos, se reúnen las facturas con las órdenes de compra e informes de recibo. Los precios estándar se aplican a las facturas. Luego se multiplican éstos por las cantidades recibidas, y la diferencia se debita o acredita según proceda en la cuenta de variación correspondiente a cada uno de los materiales adquiridos.

Las cuentas de variación de precio de compra pueden fijarse, bien sea, por tipo de material, por la utilización final de éste, o por ambos. Cuando los materiales correspondan a más de un producto, se prorratea proporcionalmente entre aquéllos las variaciones de precio que produzcan.

Cuando se recibe la factura del flete, se desglosa por número de cuenta de variación del precio de compra, y se debita enteramente a cada una de ellas. En otras palabras, para mayor simplicidad contable, muchas com-

pañías no comparan el gasto real por flete con estándar y obtienen una variación separada por fletes. En cambio, se interesan por la variación total de precio de material, y siempre que un determinado material se excede de la línea fijada, retroceden en busca del motivo de tal comportamiento en las facturas y comprobantes de flete existente.

La figura No. 2 contiene un típico resumen de variación de precio de compra, preparado por el tipo de material.

RESUMEN DE PRECIO DE COMPRA

Período _____

PERIODO EN CURSO				ACUMULADO A LA FECHA		
VALOR	VARIA- CION	INDICE ACTUAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	VALOR REAL	VARIA- CION	INDICE ACTUAL

Figura No. 2

Cantidad económica de Pedido o de Compra. Ahora se verá como actúan estos costos en un sistema de inventario, y el modo en que les puede equilibrar a fin de conseguir un procedimiento óptimo de inventario. Imagínese un sistema dinámico, en el que no se permite que se produzcan situaciones de "existencias agotadas". Al hablar de dinámica se quiere decir, que el inventario no pierde valor después de una fecha determinada, tal como, por ejemplo, Navidades, y que, a largo plazo, existirá una demanda continuada. En la figura No. 1 puede verse la relación de la cantidad de pedido x , con el total de costos de realización del pedido y de costos de mantenimiento de inventario. Supóngase que " x " = número de unidades compradas por pedido. Se ve que al aumentar el número de unidades que se compran de una sola vez, se incrementan también los costos de inventario.

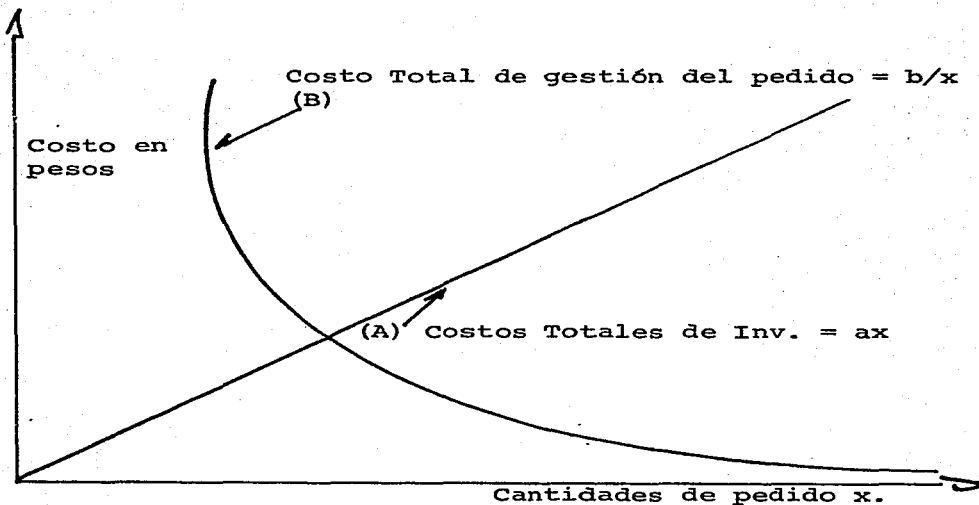


Figura No. 1. Costos de gestión de pedido y costos totales de mantenimiento de inventario como función de la cantidad de pedido " x ".

Esto viene representado por la línea "A". Por otra parte, al aumentar el número de unidades de pedido, disminuye el número de pedidos que se pueden realizar en un año. Estos costos decrecientes del pedido vienen representados por la línea "B". Así pues, si la demanda de un artículo concreto asciende a quinientas unidades por año, se podrían encargar estas unidades de una sola vez. Solamente habrá que hacer un pedido al año, por lo que se podrá tener durante ese año un "stock" medio de 250 unidades aproximadamente. En la figura No. 2, puede verse la pauta de retirada de existencias. Las tasas de costos de inventarios deberá aplicarse al valor medio en pesos de las 250 unidades. Solamente hay que hacer un solo pedido, por lo que únicamente se incurre en los costos de gestión del pedido una vez.

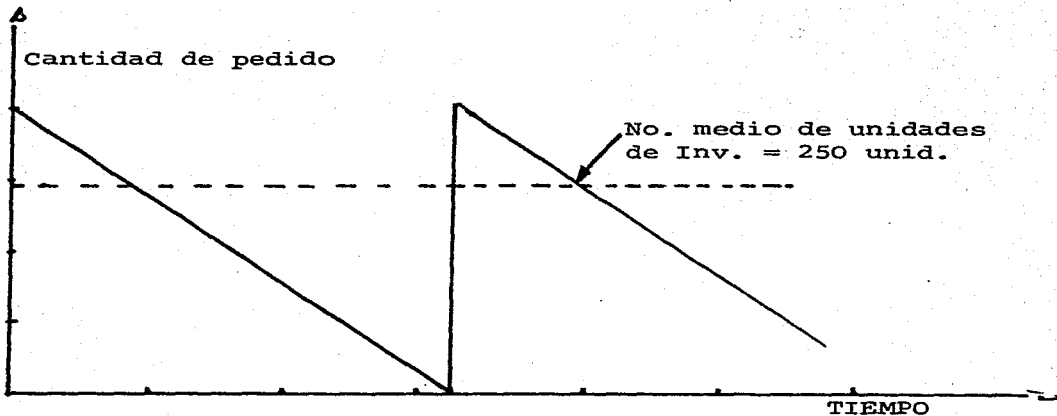


Figura No. 2. Pauta continua de retiradas de existencias cuando $x = 500$ y solamente se hace un pedido al año.

Ahora se considera la política consistente en hacer los pedidos dos veces al año. En cada una de las dos solicitudes de compra, se cargarán, por consiguiente, 250 unidades. Y esas 250 unidades se irán agotando gradualmente hasta que no quede ninguna.

En ese momento llegará el siguiente pedido por las 250 unidades. El nivel de las existencias puede aumentar hasta un total de 250 unidades. Después de ello, empieza otra vez el descenso hasta que, al terminarse el año, no queda nada y se recibe inmediatamente otro nuevo envío. Disponemos ahora de la mitad de las 250 unidades como medida del número medio de unidades de inventario, a saber, 125 unidades. Se incurre dos veces en el costo de gestión de pedido, pero los costos de mantenimiento de inventario se aplican a un inventario medio menor, equivalente únicamente a 125 unidades. Podemos ver en la figura No. 3, lo que ocurre en este caso y también lo que sucedería si se hicieran cinco pedidos al año. Cada solicitud de compra consiste en una petición de cien unidades. El número medio de unidades disponible equivaldrá, en este caso, a cincuenta y se incurrirá cinco veces en el costo variable por pedido.

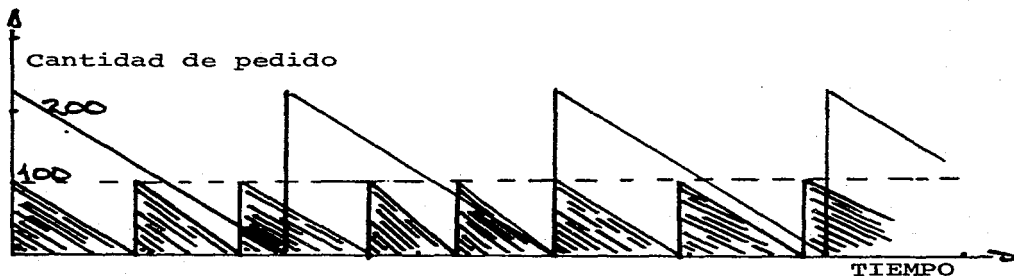


Figura No. 3. Pauta continua de retirada cuando $x = 250$ y se hacen dos pedidos al año; y también cuando $x = 100$ y se hacen cinco pedidos al año.

COSTOS TOTALES = COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO + COSTOS TOTALES DE GESTION DEL PEDIDO.

La base de la teoría del inventario consiste en formular una ecuación de costos adecuada, en la que figuren todos los costos posibles, tales como, los de obsolescencia, hurtos, etc. en el caso de que apliquen. A continuación pasaremos a reducir al mínimo esta ecuación total de costos. Es evidente que de las distintas políticas de realización o gestión de pedidos se derivarán también distintos costos. Se producirán los costos mínimos posibles de gestión cuando se hagan mil pedidos de una unidad cada uno. Por otra parte, se podrá conseguir un costo muy reducido de pedidos con muy poca frecuencia, por ejemplo, cada cinco años. En la figura No. 4, puede verse la representación gráfica de la ecuación de costos totales. Se trata de la suma de los dos factores de costo; el costo de gestión de pedido B y el costo de mantenimiento de inventario A. Esta ecuación tiene un mínimo, es decir, el costo total se reduce al mínimo cuando $x = x_0$.

A continuación se formula una ecuación explícita para el costo total.

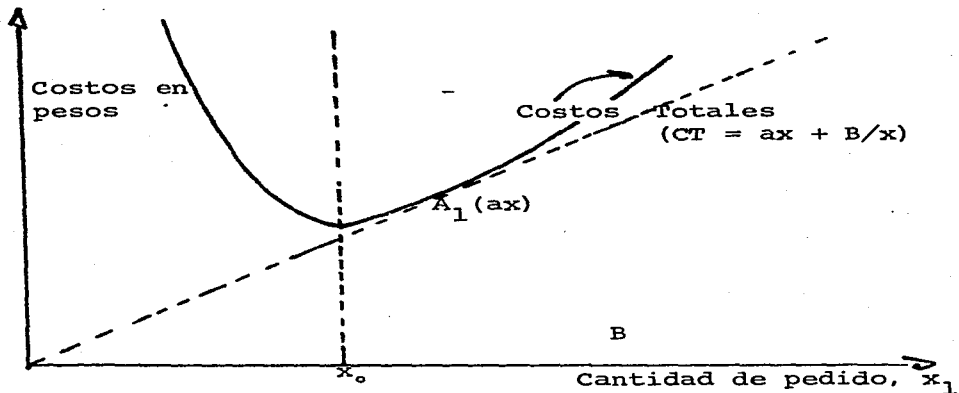


Figura No. 4. El costo total derivado de distintos criterios sobre pedidos es la suma de los costos de mantenimiento de inventario—línea A, y los costos de gestión de pedido, línea B.

1. El número medio de unidades en existencia es de $x/2$, en donde \underline{c} es el número de unidades compradas por pedido.
2. El inventario medio en pesos equivale a $cx/2$, en donde \underline{c} es el costo unitario del artículo.
3. Los costos totales de mantenimiento de inventario se rán al año: $(cx/2) \text{ cm}$, en donde cm es la tasa de costos de inventarios por año (tal como la describimos anteriormente). Este será el primer término de la ecuación del costo total.
4. El número de pedidos hechos al año será z/x , en donde \underline{z} , es la demanda total por año. Ya hemos definido antes \underline{x} .
5. El costo total de gestión de pedido por año será, por consiguiente, $(z/x) \text{ Cr}$, en donde Cr es el costo variable por pedido. Y este será precisamente el segundo término de la ecuación del costo total.

Por consiguiente, se representa el costo total (CT) de la forma siguiente:

$$CT = \left(\frac{cx}{2}\right) CM + \left(\frac{z}{x}\right) Cr$$

Ya estudiados los factores que intervienen en los costos de los inventarios, el personal de la planta, o sea el Departamento de Control de Inventarios y la Gerencia de Planta proponen lo siguiente, para el sistema de reducción de costos.

Esta cantidad se puede reducir al mínimo de muy diversos modos:

1. Se puede tomar la derivada de los costos totales con respecto a \underline{x} y hacer que esa cantidad sea igual a 0 (es decir, $dCT/dx = 0$) a fin de determinar el punto en el que se produce una pendiente cero y un CT mínimo. El empleo de la derivada para determinar los máximos o mínimos es un planeamiento de carácter general. Se le puede utilizar en las ecuaciones complejas de costos totales que tienen muchos términos.

2. Se puede utilizar un término gráfico. Para esto, hace falta dibujar cada componente de costo y sumarlos, como se ha hecho en la figura No. 4.
3. Se pueden utilizar métodos de "prueba y error" dando distintos valores a \underline{x} en la ecuación de costos totales hasta que se llegue a un costo total mínimo.
4. También se puede emplear otro enfoque. En el caso de esta ecuación, se producirá el costo total mínimo cuando el costo total de mantenimiento de inventario sea igual al costo total de gestión de pedido. Para aclarar este punto, supóngase que se tienen los siguientes valores:

$$\begin{aligned}
 C_m &= 0.10 \text{ por año} \\
 M &= \$200 \text{ por unidad} \\
 z &= 10 \text{ unidades por año} \\
 C_r &= \$4 \text{ por pedido}
 \end{aligned}$$

de donde

$$CT = 10x + 40/x$$

La lista de los valores da la tabla siguiente:

x	CT	10x	40/x
1	50	10	40
2	40	20	20
3	43 1/3	30	13 1/3
4	50	40	10

Se puede ver que se produce un costo total mínimo si $x = 2$. Asimismo, para este valor de \underline{x} , el costo total de mantenimiento de inventario será igual al costo total de gestión de pedido, a saber, 20. Sin embargo, lo importante es que el tipo de cambio de estos costos es igual en este punto. Con un incremento adicional de \underline{x} , el costo de mantenimiento de inventario aumentará a un ritmo más rápido que aquél en el que disminuya el costo de gestión de pedido. Cuando se resta un incremento de \underline{x} , el costo del pedido aumentará a un ritmo más rápido que la disminución del costo de inventario. Así pues, si $\underline{x} = 2$,

los tipos respectivos de cambio de ambas categorías de costo quedarán exactamente nivelados. Esto es lo que se quiere decir al afirmar que los costos marginales del sistema están nivelados. Es la condición subyacente a nuestra reducción al mínimo de los costos. Se podrá utilizar ahora este hecho con el objeto de deducir la ecuación para el valor óptimo de x , llamado x_0 , que es el valor de x que produce (CT) min. Lo cual hace que el costo total de inventario sea igual al costo de gestión de pedido, obteniéndose:

$$\frac{(Cx)}{2} \quad C_m = \frac{(z)}{x} \quad C_r$$

Y, por consiguiente:

$$x^2 = \frac{2zC_r}{cC_m}$$

Y:

$$x_0 = \frac{2zC_r}{cC_m}$$

Se explicará mejor el empleo de esta fórmula utilizando los mismos números que en el ejemplo anterior. Por supuesto, se obtendrá el mismo resultado:

$$x_0 = \frac{2(10)4}{200(0.10)} = 2$$

El modelo de inventario al que hemos llegado recibe el nombre de "cantidad económica de pedido", CEP. Tiene una gran utilidad. Aunque existen riesgos en el sistema, se podrá emplear el modelo CEP añadiendo un nivel de existencias de reserva. Otras modificaciones del modelo prevén el agotamiento de las existencias en ciertos niveles fijos. También pueden examinarse los documentos a fin de ver si van a resultar o no beneficios para la compañía. Cuando el inventario esté autobastecido por el sistema de producción, en vez de ser comprado a un vendedor externo, se podrá convertir el modelo con objeto de que sirva para indicar las dimensiones de la serie óptima de producción. Esa varian

te recibe el nombre de modelo de dimensión económica del lote. En todos estos casos, y en otros muchos también, resultará fácilmente determinable el valor adecuado de x_0 que vaya a producir el costo mínimo.

F.c.3. Tamaño Económico de Lote.

Costos de producción y control de materiales. Si el departamento de contabilidad está de acuerdo, algunos de los costos pueden calcularse como sigue:

Costos Fijos:

1. Ordenes de Manufactura. Se estima el porcentaje del total anual de horas trabajadas que se tomaron en la órdenes de manufactura y en los departamentos de control de producción y control de materiales. Se multiplica el resultado de horas por la tarifa del departamento-hora; después se divide el número de órdenes procesadas anualmente y el resultado representa el factor de costo de "Orden de Manufactura".
2. Ordenes de Empaque. Se utiliza el mismo procedimiento que en el párrafo anterior. Se multiplica el resultado por el número de órdenes de empaque necesarias para empacar el granel de los lotes.
3. Costo de Equipo. Se examinan las órdenes de manufactura en relación a los tiempos de limpieza y armado de todas las piezas de equipo necesarias para la manufactura del lote. Se utilizan cantidades de tiempo promedio, de experiencias anteriores, que se pueden obtener del departamento de administración de producción, se calcula este costo de tiempos de limpieza y armado por orden, usando el costo de hora de trabajo del departamento.

Ejemplo: Lote de tabletas.

Limpieza del molino de bolas	0.42 de hora
Limpieza del molino de martillos	0.42
Limpieza del granulador	0.83
Limpieza de la tableteadora	0.67
Armado de la tableteadora	1.00

La suma de estos tiempos es: 3.34 horas que por \$ 30 da como resultado \$ 100.20.

4. Costo de la Inspección de Granel. Se estima el total anual de horas trabajadas para desarrollar esa función y se multiplican por la tarifa del departamento. Se divide el resultado entre el número de órdenes de manufactura procesadas anualmente para obtener el factor de "Inspección a Granel" por orden de manufactura.
5. Costo de la Inspección Final. Se estima el total anual de horas trabajadas para desarrollar esa función, y se multiplica por la tarifa horaria del departamento. Se divide el resultado entre el número de órdenes de empaque procesadas anualmente, para obtener el factor de costo por número de órdenes de empaque emitidas para agotar el granel producido por la orden de manufactura, que se analiza para obtener el factor de costo de "Inspección Final".
6. Costo de Contabilidad. Se estima el valor de horas trabajadas para costear las órdenes de manufactura (incluyendo el número promedio de órdenes de empaque por órdenes de manufactura), después se multiplica por la tarifa horaria del departamento. Se divide el resultado entre el número total de órdenes de manufactura procesadas anualmente, para obtener, el factor de costo de "Contabilidad" por orden de manufactura.

Resumen:

1. Se suman los costos de los factores antes mencionados y la suma que se obtiene es "A".
2. Se obtienen las ventas pronosticadas para los próximos doce meses, y se obtiene "U". Esta cantidad puede obtenerse del programa de producción, modificándose según sea necesario por el departamento de control de producción, en función de la información recibida del departamento de ventas o del departamento de investigación de mercados. (En este punto se determinará el tamaño de la unidad en los períodos que se va a usar, a la cual se referirán los

estimados de ventas y a la que se transformarán todos los tamaños de empaque).

3. Se multiplica "A" por "U". El resultado se multiplica por dos.

Costos Variables:

4. Se anota en una hoja de control el costo del granel por unidad (la unidad debe ser la misma que la que se usa en el estimado de ventas). Se obtiene este costo del departamento de contabilidad.
5. Se anota el costo promedio de empaque por unidad. Se debe recordar, al calcular este costo, que se trata de encontrar un costo promedio de empaque de unidad usando una fórmula. Las unidades de producción, comúnmente, se expresan como 1000's, 1's (cada uno), litros, kilos, etc.

Se debe determinar el costo promedio del empaque de la unidad.

6. Se suma el costo del granel por unidad al costo promedio de empaque por unidad. La suma es el costo del inventario por unidad y se expresa como "C".
7. Se multiplica la "C" por la cuota del mantenimiento de inventario. El resultado es el costo del mantenimiento de inventario de esa unidad durante un año, excluyéndose el costo de almacenamiento.
8. Se anota el cargo anual de almacenamiento por unidad, expresándose tal como "S".
9. Se suma el resultado del párrafo anterior y la suma que se obtiene, es el costo total del mantenimiento de inventario de la unidad durante el año.
10. Se divide el resultado obtenido en el párrafo 3, entre el resultado obtenido en el párrafo 9.
11. Se obtiene la raíz cuadrada del cociente resultante y este es el tamaño económico de lote.

12. Se incluye la cuota del mantenimiento de inventario. La cuota del mantenimiento de inventario es un factor importante usado en las fórmulas de los tamaños económicos de lote, y de la orden de compra. Es uno de los que más controversias suscitan. La suma de varios costos, que se calculan individualmente, y que se expresan como un porcentaje del costo de inventario configuran esta cuota de mantenimiento.

Fórmula para el tamaño económico de lote:

$$Q = \sqrt{\frac{2AU}{IC + S}}$$

La interpretación de los símbolos es la siguiente:

- Q = Cantidad económica de la orden en unidades.
A = Costo de la orden. Es la suma de todos los costos fijos en que se incurre cada vez que se ordena.
U = Número de unidades usadas por año.
I = Factor del costo del mantenimiento de inventario. Los elementos que forman la tarifa del costo del mantenimiento de inventario son:

Impuestos
Seguros
Obsolescencia
Intereses (de dinero prestado)
Riesgos y Devoluciones

- C = Costo unitario del material en cantidades variables.
S = Costo de almacenaje por una unidad. Esto se puede obtener si se hace el siguiente cálculo: número de m² requeridos para almacenar una unidad por cargo de almacenaje anual por cada m².

El departamento de contabilidad deberá suministrar la siguiente información, que es esencial para el uso práctico de esta fórmula: A, I, C, y S.

El uso anual "U", puede obtenerse directamente de los registros de existencia de producto terminado.

CALCULO DEL TAMAÑO ECONOMICO DEL LOTE

UNIDAD UTILIZADA _____
 Orden de Manufactura _____
 Ordenes de Empaque _____
 Chequeo o Inspección de Cupones _____
 Sup. Materiales de Empaque _____
 Equipo Estimado _____
 Limpieza de Equipo _____
 Prueba pH _____
 Prueba de Pirógenos _____
 Estándar de Alcohol _____
 Análisis _____
 Costo Demost. _____
 Inspección de volumen _____
 Inspección Final _____
 Contabilidad _____
 TOTAL "A" _____
 Ventas Estimadas 12 M(U) x _____
 Limitaciones: _____

UNIDAD UTILIZADA _____
 Volumen Costo por Unidad _____
 Aumento Costo por Paquete _____
 Inventario por Unidad "C" _____
 Inventario con cargo al % "I" _____
 Almacenaje x Unidad "S" _____
 Cargo Anual por Unidad _____
 =====
 Tamaño de lote actual _____
 Tamaño de lote económico
 Calculado _____
 Diferencia _____
 Ahorro Anual _____
 Tamaño económico de lote recomendado _____

Fecha _____
 Por _____

Tamaño Económico de Lote = $\sqrt{\frac{2 AU}{C(I) + S}}$

Cálculo del Tamaño Económico de Lote. La parte izquierda de la forma recopila todos los costos fijos por lote, y la parte derecha de la misma, todos los costos variables por unidad.

Dimensión económica de lote. Después de haber estudiado la relación que describe la cantidad óptima de pedido, cuando se hacen pedidos de compra a un vendedor exterior a la organización, se ha de analizar ahora un problema comparable y que es idéntico en todos sentidos, si aceptamos el hecho de que en este caso, la compañía es su propio proveedor. A esta formulación se le llama modelo de dimensión económica de lote, del porqué la cantidad a que equivale una serie de producción recibe el nombre de LOTE. En la figura No. 1, pueden verse las variaciones en el nivel de existencias con el transcurso del tiempo en la situación de autoabastecimiento en la que las existencias son fabricadas por la compañía. La forma cortante, en dientes de sierra, que se aplicaba al caso de DEP, en el cual se recibía un envío total de existencias en un solo momento, y que ha quedado sustituida por una ampliación gradual de las existencias.

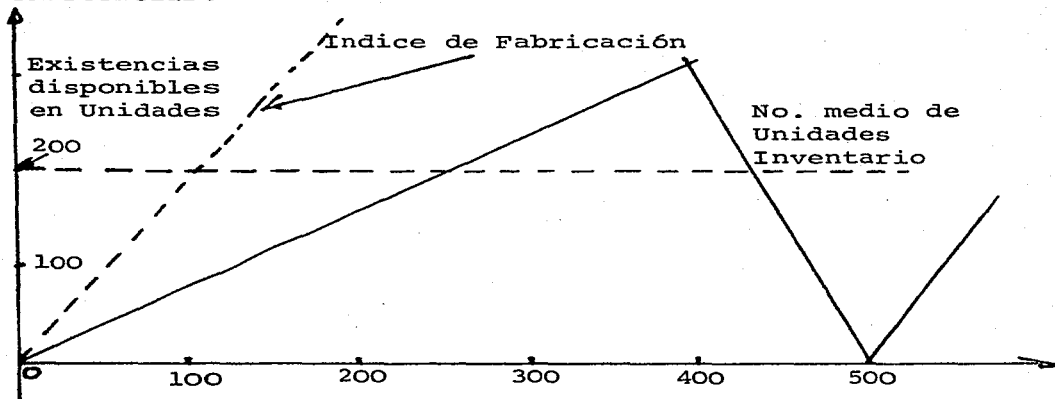


Figura No. 1. El modelo de dimensiones económicas de lote, DEP, se utiliza para determinar la serie de producción óptima.

El índice de discriminación será equivalente en ambas situaciones. En este caso x_0 , es la dimensión óptima de la serie. El costo de un pedido deja ya de tener importancia en este caso. En su lugar se puede poner C_p , que es el costo de montaje o preparación. Este costo está compuesto por lo menos de dos partes: 1) el costo de mano de obra necesario para preparar la instalación de producción con vistas a una nueva serie de producción y 2) el costo de la pérdida, ocasionada por el hecho de que la instalación no esté en funcionamiento mientras se le prepara para una nueva tarea o trabajo. Además de esto, se citarán dos variables:

p = tasa de producción en unidades por día.
 d = tasa de demanda en unidades por día.

La ecuación total de costos será:

$$CT = \frac{(cx)}{2} \frac{(p-d)}{p} C_m + \frac{(x)}{z} C_p$$

en donde:

$\frac{(p-d)}{p} C_m$, es el número medio de unidades existentes en el inventario.

También en este caso se utilizan el conjunto de derivadas iguales a cero, el enfoque gráfico o el equivalente de los costos contrapuestos marginales. En este caso se obtendrá:

$$x_0 = \frac{2zC_p}{cC_m} \frac{p}{p-d}$$

Si " d " es igual a " p ", entonces x_0 pasa a ser muy grande y se acerca al infinito cuando la diferencia entre " d " y " p " se acerca a cero. Este resultado tiene sentido. En efecto, nos indica lo siguiente: si la tasa de demanda es tan grande como la tasa de producción, con-
 vendrá continuar con el proceso indefinidamente. En cambio, si " p " es mucho mayor que " d ", es decir, si " p " $>$ " d ", entonces x_0 será igual a DEP. Este resultado es también lógico.

La condición que viene dada se acerca al caso de estar

en condiciones de recibir un total reabastecimiento.

Como ejemplo del modelo DEL, se emplearán las siguientes cifras:

$$\begin{aligned} z &= 1000 \text{ piezas por año} = 4 \text{ piezas por día} \\ C_p &= \$200 \text{ por montaje o preparación} \\ c &= \$5 \text{ por pieza} \\ C_m &= 0.10 \text{ por peso al año} \\ p &= 5 \text{ piezas por día} = 1250 \text{ piezas por año} \\ d &= 4 \text{ piezas por día} = 1000 \text{ piezas por año} \end{aligned}$$

Las dimensiones óptimas del lote x_o , serán por consiguiente:

$$x_o = \frac{2(1000)(200)}{5(0.10)(0.20)} = 2000 \text{ piezas}$$

el resultado es una serie de 400 días, es decir:

$$t_1 = \frac{x_o}{p} = \frac{2000}{5} = 400$$

el período entre dos series será de 100 días, es decir:

$$t_2 = \frac{(p-d)}{pd} x_o = \frac{1}{20} (2000) = 100$$

habrá una serie cada dos años o sea:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{x_o}{z} = \frac{2000}{1000} = 2$$

Una vez más, al hacerse el estudio para calcular el tamaño económico del lote, se percata uno de la influencia que tienen los costos fijos y variables. La técnica que se ha expuesto, puede utilizarse en gran número de industrias, y el control que se ejerza sobre cada una de las variables de las fórmulas son responsabilidades que recaen sobre la Gerencia de Producción.

El implantar y mantener un control sobre dichas variables, es una de las partes fundamentales, y uno de los objetivos principales planteados en este trabajo.

F.4 Planeación y Control de la Producción.

Normalmente el departamento de planeación está formado por tres secciones. Esto sucede en industrias medianas y grandes.

Sección No. 1 - Planeación de Producción
Sección No. 2 - Control de la Producción
Sección No. 3 - Control de los Inventarios

En nuestro medio, precisamente por el hecho de que las empresas industriales se encuentran en pleno desarrollo, no es posible pensar que un esfuerzo desorientado y mal organizado, llegue a alcanzar el éxito.

Los recursos disponibles deben ser aprovechados y en cada nivel con facultades de mando, desde la gerencia hasta la supervisión, se deben cumplir con eficiencia las funciones básicas de planear y controlar. Planeación y control, son el gobierno y la coordinación de las funciones de la empresa y se debe insistir en que estas funciones no se entienden independientemente.

Si se consideran exclusivamente las dos divisiones básicas de toda actividad manufacturera, la producción y las ventas, se puede caer en el error de pensar en que son dos actividades independientes y separadas y olvidar que ambas forman parte de un todo, el cual ha sido creado para satisfacer ciertas necesidades del medio ambiente donde se desarrolla.

Se analizará únicamente el aspecto producción desde el punto de vista planeación y control.

Programación o Planeación. Es el nombre dado a la preparación de las actividades de un sistema de producción, en función del tiempo.

Un sistema es, por definición, un grupo de actividades, funciones, o componentes que están interrelacionados entre sí hacia un objetivo común.

La programación debe cumplir y satisfacer diversos objetivos:

- a) Costos mínimos de producción
- b) Costos mínimos de almacenamiento
- c) Inventario de costo mínimo
- d) Gasto mínimo en efectivo
- e) Máxima utilización de la mano de obra
- f) Máxima utilización de la Planta
- g) Máxima satisfacción del cliente
- h) Máxima moral de los trabajadores

La forma de medir la efectividad de un programa de producción, abarca por lo menos los siguientes puntos:

1. Costo de funcionamiento del sistema
2. Calidad del producto
3. Tasa de producción y capacidad productiva
4. Flexibilidad para adaptarse al cambio
5. Valor social del sistema

Existen varios métodos para hacer una planeación de producción:

1. Método directo
2. Método de unidades de tiempo
3. Programación secuencial
4. Programación de línea de equilibrio
5. Programación lineal
6. Método de ruta crítica

1. Método directo: Consiste en equilibrar la producción usando como base lo que se espera vender en todo el año, y la variación de los inventarios finales e iniciales.

Ejemplo: Se espera vender de un producto 120,000 piezas en un año. Se desea iniciar con 10,000 y terminar el año con 10,000 de inventario.

MES	PRONOSTICO DE VENTAS	PRODUCCION EQUILIBRADA	INVENTARIO A FIN DE MES
D			10,000
E	5,000 (Variable)	10,000 (Constante)	15,000

Producción mensual = Ventas anuales (120,000)/12 meses (12)
 = Piezas mensuales (10,000)

El método directo es recomendable en industrias con un nivel de ventas conservador.

2. Método equilibrado: Cero unidades de tiempo. Se pretende con este método, utilizar equilibradamente la capacidad de producción. Se busca elaborar mes a mes las cantidades de los diferentes artículos que se solicitan; con ello se busca satisfacer las ventas y tener variaciones planeadas de los inventarios. Como datos previos, se necesitan las ventas programadas y los inventarios planeados.

Ejemplo:

PRONOSTICO DE VENTAS

MES	ART. A	ART. B	ART. C
1	10	8	16
2	12	6	14
3	15	2	25
4	18	1	30
5	25	4	10
6	20	7	10
7	20	10	25
8	15	7	25
9	20	12	30
10	15	10	35
11	10	13	45
12	5	12	40

POLITICA DE INVENTARIOS (al lo. de cada mes)

1	5	4	20
2	7	3	20
3	10	1	20
4	10	1	20
5	15	2	10
6	15	4	10
7	10	10	15
8	5	4	15

POLITICA DE INVENTARIOS (Cont.)

MES	ART. A	ART. B	ART. C
9	10	6	20
10	5	5	20
11	5	6	30
12	5	6	30

1°. El pronóstico inicial de producción se obtiene sumando las ventas pronosticadas de cada mes a la diferencia de los inventarios finales e iniciales de cada mes.

Ejemplo:

Producción en enero:

$$\text{Art. A} = 7 - 5 - 10 = 12$$

$$\text{Art. B} = 3 - 4 - 8 = 7$$

PRONOSTICO INICIAL DE PRODUCCION

MES	ART. A	ART. B	ART. C
1	12	7	16
2	15	4	14
3	15	2	25
4	23	2	20
5	25	6	10
6			
7			
8			
9			

MES	ART. A	ART. B	ART. C
6	15	13	15
7	15	4	25
8	20	9	30
9	15	11	30
10	15	11	45
11	10	13	45
12	5	12	35

2°. Se trata de equilibrar la producción, para lo cual se determinan los tiempos unitarios de fabricación de cada artículo y se obtiene el pronóstico en horas.

Ejemplo:

Art. A	duración	0.5 hrs.	Prod. enero	= 12 x 0.5 = 6
Art. B	"	1.0 "	" "	= 7 x 1.0 = 7
Art. C	"	0.25 "	" "	= 16 x 0.25 = 4

PRONOSTICO INICIAL DE PRODUCCION EN HORAS

MES	ART. A	ART. B	ART. C	MES TOTAL	DIF.
1	6	7	4	17	+5
2	7.5	4	3.5	15	+7
3	7.5	2	6.25	15.75	+6.25
4	11.5	2	5	18.50	+3.50
5	12.5	6	2.5	21	+1
7	7.5	4	6.25	17.75	+4.25
9	7.5	11	7.5	26	-4
11	5	13	11.25	29.25	-7.25
12	2.5	12	8.75	23.25	-1.5
TOTAL	92.5	94	77.50	264.00	

3°. Obtenido el resultado en horas, se divide entre 12 para obtener el promedio mensual de horas-mes:

$$\frac{264.00}{12} = 22 \text{ horas}$$

Para ajustar el pronóstico, se necesita calcular la diferencia de cada mes con respecto al promedio (ver tabla anterior).

A continuación se ajusta cada mes; en este caso, sólo se hará el cambio con respecto al producto C. Normalmente esto se efectúa con todos los productos o con los de menor costo,

Hecho el equilibrio, se obtiene:

PRONOSTICO DEFINITIVO EN MES E INVENTARIO REAL DEL
ARTICULO C

MES	I	II	III	IV	V	VI
1	9	16	36	20	20	
2	10.5	14	42	20	40	
3	12.5	25	50	20	68	
4	8.5	30	34	20	93	
5	3.5	10	14	10	97	
6	1.5	10	6	10	101	
7	10.5	25	42	15	97	
8	3	25	12	15	114	
9	3.5	30	14	20	101	
10	3.5	35	14	20	85	
11	4	45	16	30	85	
12	7.5	40	30	30	35	

3. Programación secuencial: Se considera para este caso una serie de tres artículos, cada uno de los cuales debe pasar por tres departamentos. A los artículos se considerarán como: A, B, C, y los departamentos como: 1, 2, 3.

Ningún producto pasa al siguiente departamento hasta no estar terminada la totalidad del trabajo en el departamento donde se halla.

Esta es la situación normal en producción por lote, donde por razones de control, ningún lote sale de un departamento hasta que todo el trabajo a su cargo no haya sido terminado.

Los tiempos en la mano de obra se han calculado por semana:

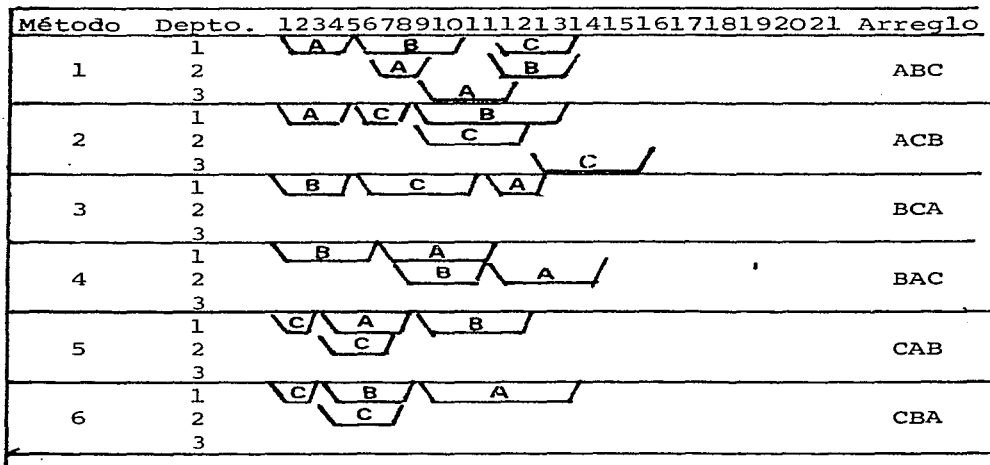
Art. A	5	Sem.	en	depto.	1,	4	sem.	en	depto.	2,
Art. B	6	"	"	"	1,	3	"	"	"	2,
Art. C	3	"	"	"	1,	4	"	"	"	2,
						3	"	"	"	3
						3	"	"	"	3
						3	"	"	"	3

DEPARTAMENTO	ART. A	ART. B	ART. C
1	5	6	3
2	4	3	4
3	3	3	3

Si no hay restricción en cuanto al orden, los artículos pueden fabricarse en los siguientes seis arreglos:

ABC, ACB, BCA, BAC, CAB, CBA

Estos arreglos pueden expresarse gráficamente a través de un gráfico de Gantt:



Del gráfico de Gantt anterior se observa que los métodos 2 y 5 son los preferibles. De estos dos métodos, el método 2 produce el artículo C en mayor número de días, pero el método 5 tiene más tiempos perdidos internos.

El mejor método, si no urge el artículo C, será el método 2.

El problema planteado es muy sencillo, en realidad, por cada artículo se obtendrán $n!$ combinaciones, y así con 20 artículos se tendrán 250 millones de posibles arreglos.

Más aún, este número de combinaciones aumenta si la secuencia de artículos puede variarse en cada departamento. Aunque no existe técnica conocida para determinar la secuencia óptima, se pueden establecer las siguientes tres reglas generales:

1. Para obtener tiempos perdidos mínimos, cada operación debe ser más larga de la precedente.
2. Para obtener un tiempo mínimo de producción individual, cada operación deberá ser más corta que la precedente.
3. Se obtendrá tiempo perdido mínimo y tiempo mínimo de producción individual, si las operaciones duran el mismo tiempo.

La formulación de un programa debe hacerse sobre una base de aproximación sucesiva, aceptándose aquel programa que parezca más satisfactorio.

METODOLOGIA PARA UNA PLANEACION SECUENCIAL.

1. Conocer la cantidad de partes de cada proceso.
2. Convertir esas cantidades en total de contenido de trabajo.

Ejemplo: Un artículo que tiene cuatro etapas de producción tarda en cada etapa:

Etapas	Trabajo necesario (hrs.)
A	1
B	2
C	4
D	3
	<hr/>
	10
	Contenido total de trabajo

Si se hacen 100 artículos se tendrá:

Etapa	Trabajo necesario (hrs.)
A	100
B	200
C	400
D	<u>300</u>
	1000 hrs.

3. Determinar o saber qué número de hombres se dedican para cada etapa. Siguiendo con el ejemplo se tiene:

En la etapa A se tienen 2 hombres
" " " B " " 4 "
" " " C " " 5 "
" " " D " " 3 "

4. Determinar la duración de cada etapa en función del número de horas/hombre disponibles:

Etapa	Duración (horas/hombres)
A	100 - 2 = 50
B	200 - 4 = 50
C	400 - 5 = 80
D	300 - 3 = 100

5. Agregar a los tiempos, el de preparación:

Etapa	Tiempo de preparación (horas)
A	20
B	20
C	30
D	30

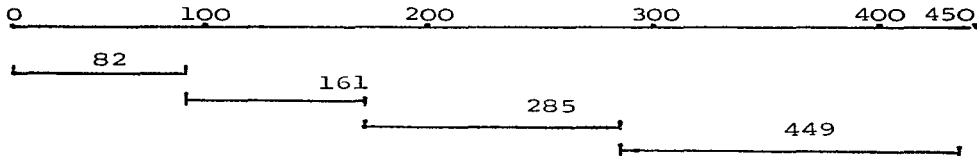
6. Agregar un tiempo de compensación por eficiencia de trabajo:

Etapa	Eficiencia
A	80%
B	85%
C	85%
D	75%

7. Obtener los tiempos reales en cada etapa:

Etapa	Operaciones	Tiempo Real
A	$20 + (50 \times 100) / 80 = 20 + 62.5 = 82.5$	
B	$20 + (50 \times 100) / 85 = 20 + 59 = 79$	
C	$30 + (80 \times 100) / 85 = 30 + 94 = 124$	
D	$30 + (100 \times 100) / 75 = 30 + 134 = 164$	

8. Elaborar el gráfico de Gantt con el desarrollo del lote:

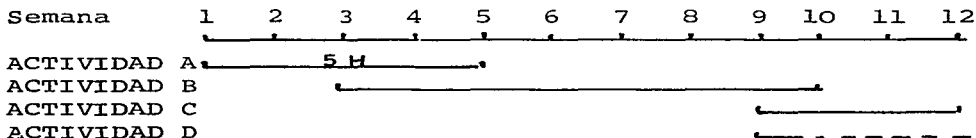


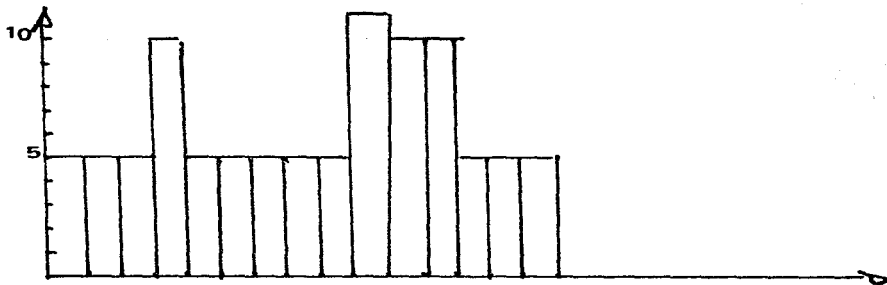
Recomendación: Si la fecha de entrega es fija, la programación secuencial se hará de esa fecha hacia atrás.

Si las fechas de inicio y de entrega son fijas, es necesario preparar un programa que cumpla con ambos requisitos, y puede utilizarse un histograma de carga, que muestre el empleo que se hace de los operarios. Hecho el histograma se comparan los recursos consumidos con los disponibles y, de ser necesario, se hacen ajustes al programa.

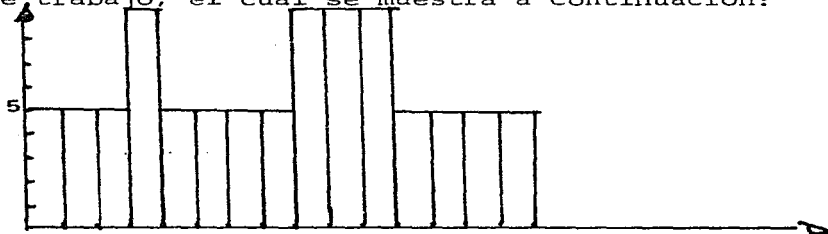
Histograma de Carga. Muestra en una escala vertical los recursos que se emplean o que se requieren en un tiempo determinado, que se muestra horizontalmente.

Ejemplo: El histograma de carga a partir del gráfico de Gantt, es:





Si la capacidad disponible es de 10 hombres, puede observarse en el histograma que hay semanas que están sobrecargadas, por lo que es conveniente establecer para obtener una mayor productividad un balanceo de cargas de trabajo, el cual se muestra a continuación:



Observación para trabajos sobre pedido. Si el trabajo se ejecuta solamente contra órdenes de los clientes y no contra órdenes de inventario, es prudente reducir la carga de los departamentos un 10%. Esto concede cierta libertad para aceptar órdenes especiales o de emergencia, así como cierta capacidad para tolerar cambios o retrasos. Esa subcarga representa un costo que debe aceptarse como el precio por dar servicio de emergencia.

4.- Programación por el método de Ruta Crítica:

Si la planeación se efectúa para uno o muy pocos proyectos, la técnica conocida como método de la ruta crítica puede ser el indicado. Este método surgió en 1958, a través de la oficina de proyectos especiales de la Marina de los E.E.U.U. Su nombre original fue el de método PERT (Program Evaluation and Review Technics).

Las características del método son:

1. Permite la dirección global de un proyecto pesado.
2. Proporciona excelentes planes para el aprovechamiento óptimo de los hombres, materiales y equipo.
3. Permite soluciones cuando se presentan dificultades con los tiempos de entrega en algunas etapas.
4. Proporciona una visión gráfica de los trabajos efectuados.

Los requerimientos técnicos para usarla son:

1. Todas las funciones o trabajos deben indicarse en un diagrama completo, señalando cuidadosamente las relaciones lógicas entre cada uno de ellos, en una carta de flujo.
2. Las funciones deben tener anotada una secuencia que indique el trabajo neto de cada una, de manera que puedan determinarse las rutas críticas.
3. Deben efectuarse las estimaciones de tiempo para cada suceso.
4. Se requiere el uso de computadoras para programas complejos.

Análisis de trabajo neto. El trabajo neto se obtiene a través de una estimación del tiempo que durará la operación.

La forma para obtener esta estimación es la siguiente:

$$T_e = (a + 4m + b) / 6$$

- en donde:
- a.- es el tiempo mínimo en el que se deberá hacer el trabajo, con buena suerte y bajo las mejores condiciones.
 - m.- Es el tiempo normal probable; el que más seguridad proporciona.
 - b.- Tiempo máximo pesimista, esto es, si las condiciones fueran muy malas.

Ejemplo: a = 1 semana
 m = 2 semanas
 b = 5 "

$$T_e = (1 + 8 + 5) / 6 = 2.4 \text{ semanas.}$$

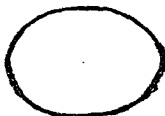
El método requiere que el proyecto se represente en un diagrama. Este diagrama se construye a partir de los siguientes elementos:

Actividad



Cualquier fase que requiera tiempo y recursos para su ejecución.

Suceso



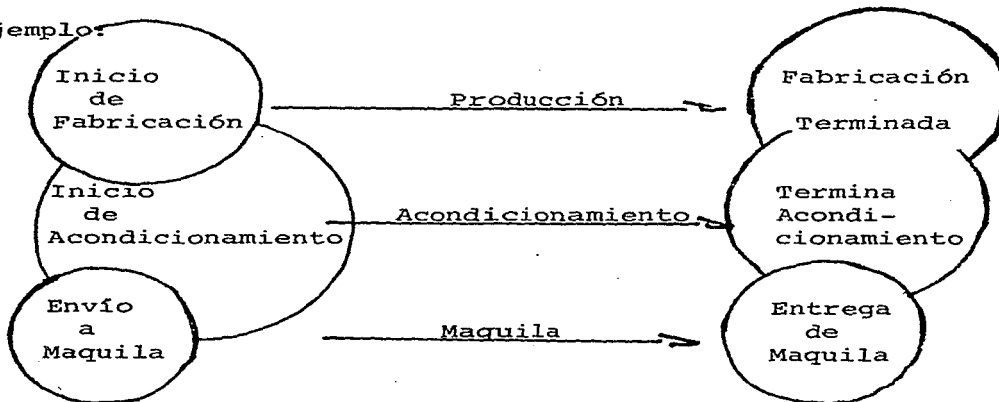
Representa la iniciación y la terminación de una actividad o grupo de actividades.

Actividad ficticia o de liga



Es una actividad que no consume tiempo ni recursos. Se emplea para la claridad del esquema y como método para conservar la secuencia.

Ejemplo:



CONTROL DE PRODUCCION. El concepto de control, implica una comparación; controlar la producción es combinar un determinado plan de trabajo con la ejecución del mismo.

Los encargados de la planeación, diseñan un sistema y un programa, a los cuales se debe apegar la producción, el plan delinea las necesidades y detalla cuándo, dónde, con qué y por quién debe ser hecho el trabajo.

El control compara el plan, con la realidad de la ejecución, proporcionando las siguientes ventajas:

- Sistematiza el trabajo de supervisión al seguir las secuencias previstas en el plan.
- Productividad y producción se elevan al ser mejor utilizados los recursos.
- Se analizan más fácilmente los métodos de trabajo, haciendo posible la comprobación de las normas del plan y la aplicación de modificaciones para obtener mejores resultados.
- Los métodos de trabajo controlados, producen menos desperdicio y mejoran la calidad del producto.
- En general, tanto la gerencia como los trabajadores, aprecian las ventajas del buen control de las actividades.

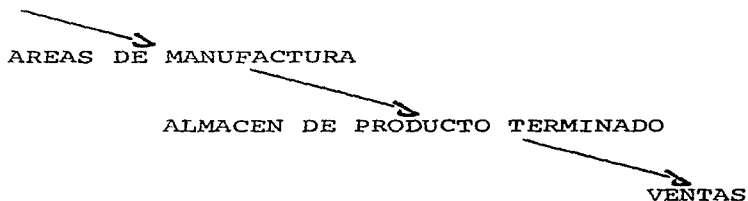
El control, al igual que la planeación, deben ser aplicados cuidadosamente sobre las diferentes áreas de la actividad industrial, considerándolos siempre como un sistema o conjunto íntimamente relacionado.

Ventas y Producción son interdependientes y no es ocioso insistir en el peligro de cometer error al resolver los problemas de fabricación sin atender a las ventas del producto por fabricar o lanzar una campaña extraordinaria de ventas, sin contar con el respaldo de la producción asegurada.

En el diagrama se esquematiza el ciclo industrial completo, iniciándolo en los almacenes de materia prima y materiales de empaque, pasando luego a las áreas de manufac-

tura, después al almacén de producto terminado y de aquí a las funciones de ventas.

ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS
ALMACEN DE MATERIALES DE EMPAQUE



La planeación y control de la producción, se entienden aplicados a todo el sistema y desde luego el factor de terminante es Ventas o dicho con más propiedad, la demanda de los productos por fabricar.

En la práctica, por una parte, las demandas son en general variables, obedeciendo en muchos casos a ciclos o temporadas especiales, y por otra parte, la producción, no puede estar sujeta a los caprichos o ciclos de la de manda, debe atender a las facilidades de adquisición de las materias primas, a la capacidad de producción de los equipos, a la disponibilidad del recurso de mano de obra, y a otros muchos factores; con todo esto, es evidente la necesidad de una planeación y un control que conduzcan a la satisfacción de la demanda con productos de alta calidad, de bajo precio de fabricación y con un mínimo de inversiones en los inventarios o almacenes.

Para alcanzar esos objetivos básicos, la planeación y control de la producción agrupa sus funciones en los siguientes campos de actividad:

- Pronóstico de Ventas
- Pronóstico de Producción
- Programación de la producción
- Control de Costos
- Control de Inventarios
- Controles generales de información y ajustes

Los factores antes mencionados serán determinantes para llevar a buen término el sistema de reducción de costos. El orden en el que se trabajan estos factores es el siguiente:

1. Se recibe el pronóstico de ventas con el suficiente tiempo, como para efectuar un análisis detallado del mismo.

Este pronóstico es un cálculo estimado del volumen de ventas para algún período futuro. No es el objetivo de este trabajo el hacer un estudio detallado sobre el cálculo de dicho pronóstico.

El pronóstico de ventas es el segundo paso de la planeación, después del diseño del producto.

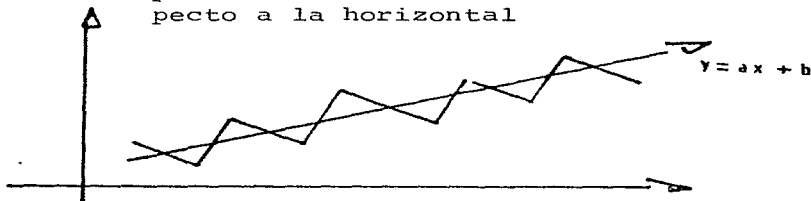
Todo pronóstico de ventas es un cálculo estimado del nivel de la demanda de un producto o de varios. Por tanto, todo pronóstico es una conjetura, que mediante el empleo de ciertas técnicas puede ser algo más que una simple conjetura.

El método propuesto consiste en la obtención de la tendencia de las ventas, durante el período analizado, para obtener la ecuación de esa tendencia.

Por ejemplo:	Año (últimos 11 años)	Ventas (millones de pesos)
	1	45
	2	42.5
	3	50.1
	4	50.6
	5	62
	6	52
	7	53.5
	8	64.3
	9	60.1
	10	73.6
	11	71

Si se elabora una gráfica relacionando estos datos, se obtendrá una línea quebrada, que tiene una tendencia central que será la recta $y = ax + b$, en donde:

y = ventas
 x = año
 b = ventas en el primer año
 a = pendiente o inclinación de la recta respecto a la horizontal



A esta línea de tendencia se le llama en estadística "Línea de Regresión", y nos permite calcular la venta promedio en los próximos años.

Para conocer en la ecuación anterior, $y = ax + b$, los valores de "a" y de "b", se usan las siguientes ecuaciones:

$$b = \frac{\sum yx^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

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

2. Después de estudiado el pronóstico de ventas, se elabora el programa o plan de producción.

Programación o planeación, es el nombre dado a la preparación de las actividades de un sistema de producción, en función del tiempo.

3. Ya terminado el programa de producción en el cual:
 - se han sumado todos los productos que se necesitan fabricar durante el período.
 - se ha balanceado la carga de trabajo anual, mensual y semanalmente.
 - se ha multiplicado la capacidad de cada presenta-

ción para conocer el número de kilogramos o litros, con el objeto de determinar el número de lotes a producirse, así como los requerimientos de materiales.

4. Cálculos y ajustes de inventario. Durante los procesos productivos se habrán de efectuar una serie de cambios, por lo que el sistema deberá tener dentro de sus múltiples características, la de tener una gran facilidad para adaptarse al cambio, dado que las variaciones en el mercado, tanto en lo que se refiere a la compra de materiales como a la venta de productos, pueden sufrir cambios imprevistos.

A continuación se presenta un análisis un poco más detallado de los factores antes mencionados. Además se presentan varios tipos de control, que llevados a la práctica, podrán contribuir en forma determinante a lograr los objetivos del Sistema de Reducción de Costos.

Producción. La producción es el número de unidades agregadas a la existencia de producto terminado durante un período determinado, por ejemplo un mes. También se puede obtener esto agregando todas las presentaciones que se recibieron en el almacén de producto terminado durante el mes anterior. Pero, para ahorrar tiempo y cálculos, la cifra de producción puede ser estimada solamente si se conocen las ventas del mes anterior, así como las unidades de inventario al principio y al final del mes.

Ejemplo:

Inventario al principio de marzo	=	3,000 unidades
Inventario a finales de marzo	=	2,500 unidades
Ventas para marzo	=	1,500 unidades

Producción para marzo $2,500 + 1,500 - 3,000 = 1,000$ u.
Inventario fin de marzo + ventas para marzo - inventario primero de marzo = producción.

Para verificar este balance, se puede hacer lo siguiente:

$3,000 + 1,000 - 1,500 = 2,500$

Inventario primero de marzo + producción - ventas = inventario fin de marzo.

Es muy difícil obtener un balance exacto entre producción, inventario y ventas. Esto requiere una contabilidad exacta de cada unidad cada mes.

Venta de los 12 meses anteriores. Esta cantidad se usa primeramente para determinar la tendencia y el número promedio de meses de existencia. Se recalcula cada mes como sigue:

ventas de los 12 meses anteriores (último mes) + ventas del mes - ventas del mismo mes del año pasado = ventas de los últimos 12 meses.

Ejemplo:

Ventas de los 12 meses anteriores (fin de febrero)	= 84,000 L.
Ventas de marzo de 1971	= 6,000 L.
Ventas de marzo de 1972	= 7,000 L.
Ventas de los 12 meses anteriores (fin de febrero)	84,000 + ventas de marzo-70
6,000 - ventas de marzo-71	7,000 = 83,000 L.

Número de meses de existencia. Esto es una expresión de la cantidad de tiempo que se espera que dure el inventario de existencia terminada, basándose en el promedio de las ventas mensuales sobre los últimos 12 meses. Las ventas de los 12 meses anteriores se divide entre 12 para obtener el promedio de las ventas mensuales. La existencia en meses se calcula como sigue:

Existencia al lo. del mes/promedio de ventas mensuales = número de meses de existencia.

Tendencia. La tendencia acumulativa es el término medio entre la tendencia a largo plazo y la tendencia a corto plazo, y puede usarse aquí si se desea. Sin embargo, consideraremos que una tendencia a largo plazo recalculada cada mes proporcionará a la gerencia de Planta un indicio de la realización futura de la línea, y es de los datos que a la gerencia general más le interesan.

Esta tendencia a largo plazo se le llama tendencia de los 12 meses y se calcula como sigue:

Ventas de los 12 meses anteriores (este mes)/ventas de los 12 meses anteriores (el mismo mes del año pasado) - 1.00 = tendencia de 12 meses.

Ejemplo:

Ventas de los 12 meses anteriores (este mes) = 84,000 L.
ventas de los 12 meses anteriores
(el mismo mes del año pasado) = 70,000 L.

Tendencia de 12 meses = $84,000/70,000 - 1.00 =$
 $+ 0.20$ ó 20% tendencia hacia
arriba.

Ejemplo:

Ventas de los 12 meses anteriores (este mes) = 84,000 L.
Ventas de los 12 meses anteriores
(el mismo mes del año pasado) = 90,000 L.

Tendencia de 12 meses = $84,000/90,000 - 1.00 =$
 $- 0.07$ ó 7% tendencia hacia
abajo.

Programas de producción. El superintendente del departamento de producción deberá preparar su propio programa, de planeación de producción, el que podrá proporcionar información acerca del panorama de existencias de cada artículo, en los requerimientos firmes. Esta información ayuda a determinar la secuencia en los lotes que deberán empezar a producirse. Una copia de este programa de producción deberá proporcionarse al jefe de control de producción. Esto constituye una base para turnar las órdenes de manufactura al almacén de materia prima y las órdenes de empaque al almacén respectivo.

Reporte de la utilización del personal (mensual). Ya que se determinaron los requerimientos de producción tentativos y firmes, el jefe de planeación de producción deberá calcular las horas laborables que deberán programarse en cada departamento para llenar los requerimientos.

Ejemplo:

Los requerimientos de junio para el departamento No. 230 fueron 2,600,000 unidades

El número de personas asignadas al depto. 2

Número de días laborables 20

El número de horas laborables disponibles es: 320 hrs. = 2 pers. x 8 hrs./ día
x 20 días.

La eficiencia de horas laborables para el departamento No. 230 en los últimos 12 meses ha sido de 0.058 hrs. x 1,000 unidades. De esta información se puede estimar que el número de horas laborables necesarias para producir los dos millones seiscientos mil unidades, es de 150.8 hrs. Este es el estimado de las horas necesarias programadas; ahora se calcula el porcentaje de utilización de personal.

Horas programadas necesarias/horas programadas disponibles = porcentaje de utilización de personal.

$$150.8/320.0 = 47\%$$

El porcentaje debe proporcionar al gerente de producción una idea de cómo debe distribuir su personal, con el objeto de obtener el máximo de eficiencia. El porcentaje bajo, como se indica en el ejemplo anterior, podría sugerir la transferencia de una persona a otro departamento, como necesidad de utilización más alta del personal.

Orden de Manufactura. Las órdenes de manufactura se originan en el departamento de planeación de producción. Se tiene en uso el sistema de órdenes para controlar la producción y se emiten éstas del programa de producción firme.

Registros conservados para las órdenes de manufactura. Carpeta del producto: la carpeta del producto propor-

ciona una historia constante de la producción de cada producto. Deberá mantenerla el jefe de planeación de producción, anotando los siguientes datos:

1. El número de lote
2. El tamaño del lote
3. La fecha de emisión (la fecha en que la orden de manufactura se envía al almacén de materia prima)
4. La fecha de cierre (la fecha en que la orden de manufactura se envía al departamento de contabilidad).

Se deben guardar en la carpeta los siguientes documentos:

1. Una tarjeta en la que se muestren los datos necesarios para calcular el tamaño económico del lote.
2. La carpeta debe contener también copias maestras de las órdenes de manufactura en cuestión, sin número de lote y listas para usarse con todas las instrucciones referentes a la orden.

La carpeta maestra debe contener engrapadas todas las órdenes de manufactura obsoletas. Cada una de ellas debe tener un sello de "ANULADO". Esta carpeta debe contener también la orden maestra en cuestión, la cual desde luego, no deberá tener el sello anterior.

Libro de Registro de Órdenes de Manufactura. Aparte de los registros mencionados, el jefe de planeación de producción deberá llevar este libro.

Las órdenes se anotarán por número de lote para proporcionar información de cualquier lote que se ha fabricado. Se anotarán en este libro los siguientes datos:

1. Número de lote asignado
2. Tamaño del lote
3. Número de catálogo
4. Fecha en que fue iniciada la orden de manufactura
5. Número de la muestra para análisis
6. Fecha en que la muestra para análisis se envió al laboratorio
7. Fecha en que se recibió la aprobación final de la orden de manufactura

8. Fecha en que la orden de manufactura se cerró y archivó (la fecha en que se regresó la orden al departamento de contabilidad).

Archivo de la Orden de Manufactura Terminada. La responsabilidad de mantener el archivo de órdenes de manufactura terminadas deberá asignarse al departamento de planeación de producción.

Esta responsabilidad consiste en lo siguiente:

1. Archivar las órdenes de manufactura terminadas, cuando sean desocupadas por el departamento de planeación de producción, de tal manera, que queden adecuadamente protegidas y disponibles de inmediato cuando se necesiten. Las órdenes deberán archivarse por el período especificado por el consejero legal.
2. Proporcionar órdenes de manufactura terminadas al personal autorizado que lo solicite.
3. Obtener un recibo firmado por cada orden que salga de este archivo.
4. Mantener en recordatorio estos recibos para asegurarse de que las órdenes se devuelvan.

Cualquier persona que desee tomar una orden de manufactura terminada, deberá dirigirse a la persona responsable de ellos. Después de recibir las órdenes de manufactura deseados, la persona deberá firmar el recibo correspondiente. Cuando la persona regrese la orden de manufactura, deberá cerciorarse de que se destruya su recibo firmado, para que la orden no siga apareciendo en su poder.

Este es el único procedimiento por medio del cual se pueden tomar órdenes del archivo permanente. Es esencial que se lleve este procedimiento en todos los casos, ya que es muy importante tener bien guardados estos documentos legales.

Programación de las Ordenes de Manufactura. Una vez que se han programado estas órdenes pasan a los kárdex para la asignación de materias primas; inmediatamente después

de ser emitida la orden de manufactura, se envía al departamento de control de materiales (kárdex) para asignar las materias primas que se usarán en el lote. Ya asignadas las materias primas, pasará la orden de manufactura al almacén correspondiente para ser surtida.

Procedimiento de la Orden a través de Recuperación de Mercancía. Se debe informar al departamento de control de materiales, si existe material disponible para ser recuperado. El material para recuperación debe usarse una vez que ha sido aprobado.

Cuando se emita la orden para alguno de los productos, control de materiales tendrá la responsabilidad de recalcular la orden. La revisión de cualquier orden de manufactura deberá hacerla y comprobarla un representante de control de calidad.

El material recuperado deberá marcarse para que únicamente se pueda usar en los productos especificados. El material en recuperación se transferirá al departamento de producción por medio de una forma. Control de materiales deberá hacer esta forma y mandarla hasta que la orden se transfiera para su fabricación.

Procesamiento de la Orden a través del Registro de Control de Materiales. Después de que se ha emitido la orden de manufactura, se deberá enviar a la sección de registro de control de materiales. En esta sección, el encargado, deberá especificar en la requisición del almacén de materias primas, las materias primas que se usarán.

Control de materiales manejará la orden de manufactura en la siguiente forma:

1. Se hará una anotación en la tarjeta de registro de control de materiales, si las materias primas están disponibles, devolviendo dicha orden al encargado de control de producción.
2. En el caso de que no todas las materias primas estén disponibles, el departamento de control de producción dará una fecha aproximada de la llegada del material. La orden de manufactura será devuel

ta al encargado de control de producción, a excepción de la requisición del almacén de materias primas. Esta requisición se mantendrá en el departamento de control de materiales, hasta que dichos materiales estén disponibles. Se devolverá entonces esta requisición al encargado de control de producción.

Iniciación de las Ordenes en Producción. Anteriormente se estableció que los requerimientos firmes de producción deben de ser distribuidos no más tarde del quinto día hábil antes del primer día del período firme. Durante estos cinco días, las actividades de planeación de producción consisten en obtener las órdenes de manufactura que se han emitido y las materias primas que se les han asignado. Mientras tanto, los departamentos de producción prepararán programas de producción detallados. Estos programas deberán indicar la fecha propuesta de iniciación de cada lote de fabricación y la secuencia en que se fabricarán dichos lotes.

Distribución de las Ordenes. Se enviará al departamento de planeación de producción, una copia detallada del programa de producción. El jefe de planeación usará este programa como guía, de cuando deben enviarse los órdenes al almacén de materias primas para su despacho y entrega. Esto deberá suceder dos días antes de la fecha estimada en el programa de producción para iniciar la manufactura de un producto.

Esto permite al almacén de materias primas tener un día para la entrega, más un día para compensar la posibilidad de fallas. Cualquier cambio en un programa detallado o cualquier otra instrucción especial referente al tiempo de envío de las órdenes al almacén deberán tratarse entre el superintendente de producción y el jefe de planeación de producción.

El jefe de planeación de producción deberá cotejar la carpeta de espera diariamente con el programa de producción, para estar alerta y tomar acción en caso de una falta de materias primas que impida el envío de una orden en la fecha programada.

Dos días antes de que se inicie el procesamiento del

lote, el jefe de planeación de producción deberá sacar la orden de la carpeta de espera.

En caso de que use el reporte de requerimientos de producción para registrar el progreso de los lotes, la fecha en curso deberá ser anotada diariamente, ya que si así no sucediera, este sería un control sin objetivo.

Comprobación del Progreso. El jefe de planeación de producción deberá comprobar diariamente el progreso de los lotes anotando la información de los cupones de operación y de análisis en las hojas de programación de producción. Es por esto, que es muy importante que los supervisores de departamento pasen estos cupones al encargado de planeación de producción inmediatamente después de completarse cada operación.

El operador de producción o el supervisor llenarán estos cupones tan pronto como se terminen las operaciones. El supervisor inmediatamente los turnará al encargado de planeación de producción. Deberá terminarse un cupón de operación después de que se complete cada paso. Es muy importante tener estos cupones completos a tiempo, para registrar el progreso de cada orden de manufactura, utilización de capacidad de equipo y utilización de horas-hombre disponibles.

Aprobación a Granel del Lote Fabricado. Una vez que se ha terminado la fabricación hasta la fase de granel, deberá inspeccionarse y aprobarse o rechazarse por el representante de control de calidad. Esta persona deberá registrar los resultados de la inspección en un cupón de operación.

Este cupón de inspección final debe contener el nombre del producto, el número de lote, el rendimiento, la fecha de aprobación o rechazo final y las iniciales del representante de control de calidad.

Estos cupones los mantiene el representante de control, hasta que haya terminado sus visitas diarias de inspección a cada departamento. Entonces los enviará al departamento de planeación de producción. El encargado de planeación de producción marcará en su hoja de programación los datos proporcionados por la inspección,

la fecha de ésta, y el rendimiento de las manufacturas. Los cupones de operación se enviarán inmediatamente al registro de existencia de producto a granel, se anotará en la tarjeta de control de entradas la fecha de aprobación final y el rendimiento del granel. El encargado de registro de existencia de producción terminada marcará los cupones con una indicación de que ya han sido procesados. Los cupones regresarán entonces al departamento de planeación de producción, para programar el acondicionamiento.

Cerrado de las Ordenes. Después de la aprobación final a granel del lote fabricado, la orden se regresará a planeación de producción para ser cerrada y archivada. En algunas ocasiones el departamento de contabilidad podrá solicitar la orden terminada para alguna verificación o aclaración.

La fecha de aprobación final del material a granel y del rendimiento real de cada lote debe registrarse en las hojas de programación o en los reportes de requerimientos de producción. Se podrá calcular fácilmente el tiempo completo de proceso, si todos los datos han sido registrados adecuadamente.

Se especifica que esta información es el tiempo completo usado en la fabricación y no las horas reales laborables usadas. Es muy importante que se anote exactamente el dato del tiempo completo de proceso, ya que este es un factor crítico para calcular el punto para reordenar. Se debe tener en cuenta que la determinación del punto exacto para reordenar, probablemente es el paso clave del sistema de control de producción.

Orden de Empaque. Después de que se ha aprobado el granel del lote de manufactura, el material está listo para la operación de acondicionamiento. En este punto del proceso de manufactura, el departamento de control de producción es responsable de la emisión de las órdenes de empaque. Estos documentos suministrarán órdenes de detalles, al departamento de acondicionamiento, de como debe llenarse, etiquetarse y empacarse cada lote de material.

La orden de empaque, los materiales de empaque y el gra-

nel aprobado deben reunirse en el departamento de llenado y acabado. El departamento de control de producción también es responsable de observar el progreso de cada orden de empaque.

El jefe de control de producción debe emitir todas las órdenes de empaque de mercancía manufacturada en la afiliada o comprada a granel para ser reempacada.

Autorización. Las órdenes de empaque deben emitirse bajo las siguientes condiciones:

1. Cuando se recibe la aprobación final de un lote de manufactura, el analista de control de producción deberá emitir la orden de empaque, de acuerdo con los resultados de la distribución de empaque.
2. Cuando se reempaque mercancía de un tamaño a otro.
3. Sumar a esto las "muestras requeridas". (Tomar este total del espacio titulado "estimado de muestras para el período de 12 meses). El resultado será "total de producción requerida".
4. Dividir esta cantidad por el tamaño de lote para obtener el número total de lotes requeridos.

Deberán pasarse copias de estas hojas al departamento de control de materiales. Este departamento las usará junto con las "hojas de materias primas", "hojas de trabajo de materias primas", "hojas de trabajo de materiales de empaque", "tarjetas de uso de materias primas" y "tarjetas de uso de materiales de empaque". El uso de estas formas se explicó anteriormente. Las hojas de requerimientos anuales también deben llenarse para todos los productos fabricados con órdenes de manufactura, incluyendo coberturas, etc.

Requerimientos Anuales programados en Horas.

1. Usando la hoja de requerimientos anuales como base, el personal del departamento de administración de producción estimará el número de horas programadas que se necesiten durante el próximo año. También ellos usarán la última información de los últimos

12 meses del reporte total de horas programadas, que el departamento de control de producción emite mensualmente.

2. El departamento de personal notificará las horas de vacaciones y días festivos, que se estiman se tomarán durante el próximo año, para ayudar al departamento de administración de producción a determinar el número de personas que se requieren.
3. Para determinar la eficiencia, el departamento de administración de producción puede dividir el "total de horas programadas" entre las "unidades de producción básica".
4. La gerencia de control de producción puede, si lo desea, restar "horas ausentes" de "total de horas programadas" para obtener las "horas trabajadas" después de dividir el resultado entre las "unidades de producción básica" para determinar la eficiencia basada en las horas realmente trabajadas.

Registro de la Orden de Empaque. La orden de empaque de be anotarse en el registro de orden de empaque. Se anotará la siguiente información:

1. Orden de empaque asignada (No. de secuencia)
2. Número de lote y cantidad
3. Nombre y número de artículos
4. Fecha en que se terminó la orden de empaque
5. Fecha en que se cerró la orden y se archivó

Requerimientos Anuales de Producción. La planeación de requerimientos tentativos anuales (o períodos de 12 meses) de cada producto, deberá calcularse a principios de noviembre o diciembre del año en curso, dependiendo de cuándo necesite la información el departamento local de finanzas.

La información que debe anotarse es:

1. Ventas en unidades del último período de 12 meses y el siguiente período. Dicha información se toma de las gráficas de programación de producción.

2. Ventas por tamaños de empaque del último período de 12 meses y el período anterior (dicha información se obtiene de los registros de existencias terminadas).
3. Requerimientos de muestras para el período estimado (se obtiene de administración de ventas).
4. Tamaño de lote en el que el producto se fabrica u ordena.

Primer Paso:

1. Anotar el período correspondiente, la fecha en que se calcula, el número y nombre del producto en los espacios correspondientes.
2. Anotar el tamaño de lote usual.
3. Anotar el total de ventas unitarias del último período de 12 meses anteriores. (En el ejemplo, fue necesario estimar las ventas de noviembre y diciembre, ya que el estimado se preparó en octubre de 1971, por un período de 12 meses a partir de enero de 1972).
4. Encontrar la diferencia entre los últimos 12 meses de ventas unitarias y el período de 12 meses anterior, y determinar si la tendencia fue positiva o negativa. Dividir la diferencia entre las ventas de los 12 meses anteriores para obtener el porcentaje de la tendencia. El resultado es lo que se llama "Tendencia de 12 meses" y debe incluirse en el espacio indicado.
5. Aplicar esta tendencia a las ventas de los últimos 12 meses para obtener el estimado de ventas para el período de 12 meses que se estudia.

Anotar el resultado en el espacio titulado "Estimado de ventas unitarias para el período de 12 meses".

Segundo paso:

Anotar la información de ventas por presentación:

1. Anotar el total de ventas por cada día de presentación del último período de 12 meses y el período de 12 meses anterior. Convertir cada entrada en unidades.
2. Sumar las unidades en cada categoría para ver si el resultado total está de acuerdo con el total incluido en el espacio superior izquierdo. Si no está de acuerdo, determinar dónde se encuentra el error.
3. Observando las cantidades en los espacios de cada tamaño de empaque, se puede determinar si hubo una tendencia mayor o menor. No se calcule el porcentaje. Simplemente se anota un signo de más o de menos en el espacio proporcionado.

Tercer paso:

Estimar las ventas por presentación para el período de 12 meses que se estudia:

1. Tomando en cuenta qué tipo de tendencia se experimenta, se usan algunos datos de prueba que parezcan aproximadamente correctos. Convertir éstos en unidades. Sumar todas las cantidades unitarias de todos los espacios de tamaños de empaque. No se necesitará hacer nada más si el total está de acuerdo con el "Estimado de ventas unitarias por el período de 12 meses", como se muestra en el espacio anterior del espacio superior derecho. Pero, si no coinciden, el estimado por ventas de presentaciones se deberá modificar hasta que esté de acuerdo.
2. Una vez que el total de ventas de todos los estimados por presentaciones (en unidades) está de acuerdo con el estimado total de ventas unitarias, anotado en el espacio superior derecho, se busca el porcentaje de cada presentación en relación al total de unidades de cada presentación. Tal vez sea necesario hacer algunas modificaciones para que el total de los porcentajes dé 100 por ciento.

Cuarto paso:

Determinar la distribución teórica de cada lote entre las

diferentes presentaciones:

1. Multiplicar el tamaño del lote por el porcentaje de "ventas unitarias totales estimadas" como se muestra en el espacio correspondiente de cada tamaño de empaque. Dividir el resultado entre el número de unidades de la presentación. Anotar el resultado en el espacio titulado "número estimado de paquetes por lote".
2. Convertir el "número estimado de paquetes por lote" a unidades. Si el total de unidades convertidas, de cada presentación no está de acuerdo con el total de unidades del tamaño del lote, será necesario hacer otra vez algunas modificaciones.

Quinto paso:

Refiérase al espacio superior derecho de la forma.

1. Réstese el "estimado de existencia disponible al final del período de 12 meses". El resultado será el "estimado de la producción requerida para ventas". Divídase este dato entre el tamaño del lote y anótese el resultado después de "número de lote requeridos para ventas" en el espacio superior izquierdo.

Esta cantidad puede usarse en estudios para mejorar la eficiencia.

REQUERIMIENTOS ANUALES DE PRODUCCION

Requerimientos estimados para un período de 12 meses _____
Fecha _____ Nombre _____ Tamaño del lote _____
Producto No. _____

TOTAL DE VENTA UNITARIA ANTERIOR	Estimado de ventas unitarias para
12 meses anteriores _____	un período de 12 meses más límite
Ultimos 12 meses _____	estimado para reordenar _____
Tendencia de 12 meses _____	Menos existencia estimada al fi-
Lotes requeridos p/Vtas. _____	nal del período de 12 meses _____
Lotes requeridos p/Demost. _____	Prod. estimada requerida para ven
Total de lotes requeridos _____	tas _____
	Más muestras requeridas _____
	Total de prod.requerida _____

MUESTRAS ESTIMADAS PARA PERIODO
DE 12 MESES
Tamaño _____
En paquetes _____ En unidad _____
Tamaño _____
En paquetes _____ En unidad _____
Total de unidades _____

VENTA TOTAL DE PAQUETES
Tamaño _____
12 M. previos _____ unidades _____
12 M. últimos _____ unidades _____
Tendencia _____
ESTIMADO DE VENTAS PARA UN PERIO-
DO DE 12 MESES
En paq. _____ En unidades _____
% estimado del total de ventas es
timadas _____
Est. de paq. x lote _____
Unidades x lote _____

TOTAL DE VENTAS POR PAQUETES
Tamaño _____
12 M. ant. _____ unidades _____
12 M. últ. _____ unidades _____
Tendencia _____
En paq. _____ En unid. _____
% estimado del total de ventas x
unidades _____
Est. de paq. x lote _____
Unidades x lote _____

TOTAL DE VENTAS POR PAQUETES
Cuadro igual al de la parte infe-
rior izquierda de esta hoja.

EVALUACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION

Anteriormente se ha descrito un sistema de control de producción. El tercer requerimiento de cualquier procedimiento es la evaluación o auditoría o control del trabajo realizado. En otras palabras, ¿cómo puede saberse si el sistema de control de producción está cumpliendo con su función?

Debe mantenerse una constante información de los resultados de las actividades de control de producción. El trabajo de control de producción se acumula rutinariamente y tiene acceso a gran cantidad de datos detallados. Esos datos deben resumirse en algunas cantidades pertinentes o estados breves que se puedan usar como barómetro de las actividades de control de producción.

Reporte total de Horas Programadas y Producción. Uso del reporte. Este reporte se ha diseñado para proporcionar un panorama de la eficiencia de producción; por ejemplo, la relación entre las horas-hombre trabajadas y la producción obtenida. El objetivo de esta información es mantener las horas por unidad de producción obtenida tan bajas como sea posible. Cualquier aumento o disminución de esta cantidad por un período mayor de 12 meses deberá investigarse. La información de este reporte puede ser muy útil para la producción a largo plazo y la planeación de personal.

Cifras de Producción. Cuando la producción pueda medirse, se calculará y se incluirá en el reporte total de horas programadas y producción por el personal de control de producción.

Junto con el departamento de fabricación, para los que se establecen unidades básicas de producción, este reporte debe basarse sólo en producción aprobada que, para estos propósitos, representa solamente aquellos lotes a granel que han sido aprobados. Los lotes rechazados, que se deberán destruir, no deben incluirse en la cantidad de la producción total; pero sí siendo reportados.

Reporte de las Horas de todos los Números de Cuentas. Al hacerse el reporte, es necesario enumerar todos los nú-

meros de las cuentas dirigidas y/o controladas por las funciones de producción, incluyendo administración de producción. Se incluye el total de horas usadas. Ninguno de los supervisores, jefes y gerentes deben excluirse de estas cuentas de producción.

La gerencia está interesada en el total de horas programadas usadas en esas cuentas en que el trabajo no se mide. Estas cuentas son control de producción, control de materiales, administración de producción, mantenimiento, etc... En el análisis final se distribuyen para producir mercancía vendible.

Registro de Horas Programadas. El primer paso es tener a alguien en el departamento de administración de producción responsable de acumular esta información. Esta persona computará el número de horas programadas usadas en cada número de cuenta, por medio del uso de hojas de datos de horas de trabajo. Estas formas deben hacerse como sigue, en el último día del mes en curso para usarse en el siguiente mes.

1. Se enumeran los días hábiles y los días festivos, así como los fines de semana del mes siguiente. Como es lógico suponer, únicamente se computarán los días hábiles.
2. Anotar el número de personas asignadas para la cuenta en el espacio apropiado.
3. Se anota el número de personas y se multiplica por el número de horas de un turno regular. Este resultado, a su vez, se multiplica por el número de días hábiles. Se coloca este último resultado en el espacio titulado "Horas Regulares".
4. Se suman al final del mes las horas fuera, horas dentro, horas ausente y horas vacaciones.
5. La hoja de datos de horas de trabajo se explica por sí sola desde este punto. Se debe tomar nota de que las "Horas Programadas", incluyen las horas ausente, pero no las horas de vacaciones, ni los días festivos.

EVALUACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION

Reporte de producción y total de horas programadas:

País _____		Planta _____		Mes _____		Año _____		
Todas las Cuentas	Unidades Produc. Básica	Total de Horas Program.	% Ausente	Cuota de Eficiencia	Total Unid. Prod. Básica Ult.12 meses	Total Horas Program. Ult.12 meses	% Total Ausente	Cuota de Eficiencia

HOJA DE DATOS DE HORAS DE TRABAJO

NO. DE CUENTA _____ FECHA _____

HORAS REGULARES _____ NO. DE PERSONAS _____

NO. DE DIAS LABORABLES _____

FECHA	HORAS FUERA	HORAS DENTRO	TIEMPO EXTRA	HORAS AUSENTES	HORAS VACACIONES

TOTAL:

HORAS REGULARES - HORAS FUERA + HORAS DENTRO + TIEMPO EXTRA - HORAS AUSENTES - HORAS VACACIONES = HORAS PROGRAM.

HORAS AUSENTES + HORAS PROGRAMADAS = CUOTA DE AUSENTISMO DURANTE EL MES.

Horas programadas a la fecha _____

Horas ausentes a la fecha _____

Cuota de ausentismo a la fecha _____

G. Conclusiones:

Se han examinado brevemente algunos de los factores, los más importantes, que intervienen en el sistema de reducción de costos, en los cuales el gerente de producción tiene un importante papel.

El ciclo de la gerencia de producción está concebido en previsión de los cambios. El cambio forma también parte del concepto de perfeccionamiento en función del cual el sistema busca formas más perfectas y medios mejores para enfrentarse con los acontecimientos. Así pues, se puede decir con razón que, si bien los sistemas óptimos constituyen los objetivos de la gerencia de producción (debido a que resulta casi imposible conseguir una auténtica optimización), el objetivo operativo de un buen sistema subóptimo consiste en poder experimentar perfeccionamientos graduados y continuos.

El sistema de producción, con sus numerosos y complejos aspectos es susceptible de unificación y de ser considerado como una entidad integrada debido a los objetivos especiales del sistema de reducción de costos, en el cual cada uno de los departamentos de la Planta de la compañía habrá de aportar una serie de datos, que servirán a los departamentos administrativos, para a su vez éstos, aportar datos más completos, para posteriormente tomar decisiones que beneficien más a la compañía. Durante toda su historia, la gerencia de producción se ha orientado en el sentido de los costos, del mismo modo que la gerencia de mercados se concentra siempre en la cuestión ventas. Sin embargo, el punto de vista de la gerencia de producción no debe ser de carácter estático. Hoy en día se está fundiendo y amalgamando con otros puntos de vista de la dirección, y todos ellos confluyen en el sentido último de configurar un único y global punto de vista de toda la compañía. Con el trabajo previo a la implantación del sistema de reducción de costos y con su posterior implantación, se deberá lograr esta unificación.

Una parte muy importante de cualquier sistema es la instrumentación que se utiliza para convertir un

plan general en una actuación concreta y definida. Estos instrumentos en el caso de la producción son los sistemas, los hombres y los materiales que pueden utilizarse para plasmar en la realidad una estrategia.

Se debe recordar que los costos del estudio pueden ser tan grandes que la competencia y el buen criterio de la gerencia de producción resulten el único rumbo sensato de actuación. Al gerente de producción le incumbe la tarea de comprender la índole de estos problemas. Debe poder identificar claramente las situaciones que exijan estudios de eficiencia; aquellas otras que puedan analizarse exclusivamente en base a la efectividad; las que haya que considerar como una totalidad y aquellas para las cuales el análisis metodológico sea demasiado caro para resultar útil y provechoso. Posiblemente haya técnicas más avanzadas y precisas que las expuestas en este trabajo, pero también es posible que sean más costosas, por lo cual no se han incluido.

Es preciso disponer de sistemas de control del plan porque constantemente surgirán perturbaciones que lo saquen del curso normal planeado. La utilización del método de "camino crítico" es muy conveniente.

Las relaciones entre costos y tiempo son muy importantes, ya que si no se fijan los objetivos en un tiempo indicado, pierden su valor. El sistema Pert-tiempo empieza del mismo modo que el Pert-costos, es decir se construye la red representativa de las actividades y sucesos, cuáles anteceden y cuáles preceden, se incluyen fechas de iniciación y terminación de las actividades y los sucesos, y se determina después de su estudio cuál o cuáles son los factores que determinan el "camino crítico" para controlarlo con mayor cuidado. Todo el proyecto deberá ser controlado en esta forma con el objeto de evitar retrasos en alguno de los departamentos que originen un mayor tiempo de implantación.

Por último, los métodos, los estudios y las técnicas

descritas en este trabajo, van a ser adoptados por la compañía ya que se cuenta con el equipo humano, metodológico y técnico necesarios para realizar este plan, del cual se tiene la certeza de que después de estudiar los primeros balances parciales, ya con el sistema puesto en práctica, se verán los logros obtenidos.

H. Bibliografía.

1. Management Systems and Synthesis.
Martin Kenneth Star
Prentice-Hall Inc.
Englewood, Cliffs, N. J.
1968, U.S.A.
2. Técnica de los Costos.
S. Alatríste, Jr.
Editorial Porrúa, S. A.
México, D. F.
1966, México.
3. Costos Industriales.
Cristóbal del Río González
Editorial
México, D. F.
1968, México.
4. Direct Standard Costs for Decision Making and Control.
Dr. Raymond Marple
McGraw-Hill Book Company, Inc.
New York, Toronto, London
1969, U.S.A.
5. Seminario, 1970.- Administración.
Jesús A. Velazco, Jr.
Editorial
México, D. F.
1970, México.
6. Total Quality Control.- Engineering & Management.
A. V. Feigenbaum.
Mc-Graw-Hill Book Co., Inc.
New York, Toronto, London
1967, U.S.A.
7. Managerial & Engineering Economy.
George Taylor.
D. Van Nostrand Co., Inc.
New York
1970, U.S.A.

8. Management in Action.
Lawrence A. Appley
American Management Association
Montclair, N. J.
1956, U.S.A.
9. Motion and Time Study.- Principles and Practice.
Marvin E. Mundel
Prentice-Hall, Inc.
Englewood Cliffs, N. J.
1961, U.S.A.
10. Managing in Times of Radical Change.
John J. Fendrock
American Management Association
Montclair, N. J.
1971, U.S.A.
11. Manuales de Departamento de Laboratorios Eli
Lilly and Co., México