

01168¹⁶



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMO
ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD .**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA
(INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES)**

P R E S E N T A :

ING. IND. ULISES MERCADO VALENZUELA

289157

ASESORA:

DRA. MAYRA TREJOS ALVARADO





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.

Agradecimientos:

*A mis padres, por seguirme apoyando incondicionalmente, en todo momento.

*A mi hermana que no obstante las desavenencias, siempre hemos demostrado que juntos podemos seguir adelante.

*A la DRA. Mayra Trejos, que siempre he contado con ella no obstante los continuos contratiempos.

*A todos aquellos amigos que siempre me han apoyado.

LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.

INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I Planeación, programación y control de la producción	6
I.1. Objetivos de la planeación	7
I.2. Las partes de la planeación	8
I.3. Estrategia	9
I.4. Organización	10
I.5. Funciones de planeación, programación y control de la producción	10
I.5.1. Pronóstico de producción	11
I.5.2. Planeación de la capacidad de producción y plan maestro	13
I.5.3. Planeación de requerimiento de materiales	23
I.5.4. Programación y carga de maquinas	24
I.5.5. Control de la producción	28
CAPITULO II Desarrollo e implementaron de un sistema de planeación de la producción en una planta de cosméticos	30
II.1. Antecedentes	30
II.1.1. Conocimiento de la empresa	31
II.1.2. Descripción y clasificación del sistema productivo	34
II.2. Análisis y evaluación de la problemática	39
II.2.1. Establecimiento del objetivo general	39
II.2.2. Diagnostico de la situación actual	39
II.2.3. Implantación	44
II.2.4. Control y seguimiento	47
II.2.5. Evaluación y retroalimentación	47
II.3. Funciones de planeación, programación y control de la producción	48
II.3.1. Pronóstico de producción	48
II.3.2. Planeación de la capacidad de la producción y plan maestro	50
II.3.3. Planeación de requerimiento de materiales	59
II.3.4. Programación de la producción y carga de maquinas	63
Conclusiones	69
Referencias	71
Anexo	73

INTRODUCCION

La palabra productividad en nuestros días ha adquirido una gran difusión, sobre todo a raíz de la crisis económica por la que atraviesa nuestro país y en general la economía mundial.

La productividad, ha sido interpretada de distintas formas, en términos generales puede decirse que es el grado de eficiencia logrado en alguna actividad (ya sea industrial, económica ó social), y se obtiene dividiendo lo producido entre uno de los factores de la producción, es decir, que la productividad expresa una relación entre resultados y esfuerzos ó entre productos obtenidos y medios empleados.

El concepto esencial de la productividad según Alfredo Mascia¹ tiene su origen en las investigaciones realizadas para la institución de procedimientos y métodos tendientes al logro del mayor rendimiento técnico-económico de las actividades industriales, los estudios conocidos bajo la denominación de administración científica de las empresas, se difundieron ampliamente en Estados Unidos a fines del siglo pasado y se vincularon especialmente con las tareas de construcción de máquinas y con los trabajos que se desarrollaban principalmente dentro del ramo de la metalurgia.

Así comenzaron a surgir una serie de investigaciones que con base en el análisis y experimentos sobre los procesos de producción determinaron principios que fueron expuestos principalmente entre los años 1880-1910 despertaron el interés entre los industriales norteamericanos. Entre los investigadores más destacados de dicho país y de Europa donde luego se extendieron los estudios, sobresalen los nombres de Taylor y Fayol.

Los estudios adquirieron nuevo impulso a partir de la primera guerra mundial y se desarrollaron bajo el concepto moderno de la racionalización. En esta época comienza a extenderse, en cierto grado el concepto moderno de productividad, como problema de proyecciones económico-sociales y no exclusivo del interés particular de las empresas.

También se incluyen estudios realizados por tratadistas alemanes especialmente Schmalembach, bajo el concepto de economicidad. Estas investigaciones no se relacionan solamente con la mayor eficiencia de los procesos productivos, sino también, con el grado de utilidad que tiene la empresa en el medio social.

El concepto moderno del termino "productividad" es, en su esencia, el mismo que correspondía a los de administración científica y racionalización, pero su contenido y finalidad son mucho más extensos. La diferencia fundamental radica en que las denominaciones respondían a problemas y objetivos propios e internos de la empresa, en cambio la productividad, tal como se concibe y se desarrolla actualmente, constituye una cuestión inherente a la gestión de la empresa y como medio de política económico-social cuyo objetivo general es el bienestar social, es decir, la empresa proyecta sus resultados en el medio en el que actúa, una compañía que se desenvuelva en condiciones deficientes, causara perjuicios para sus titulares y también para la comunidad.

La empresa debe desarrollar sus actividades en condiciones de utilidad social, sus resultados deben ser convenientes para sus dueños como para la comunidad, si así no fuera la empresa carecería de todo contenido social y salvo casos especiales, ó de interés superior serán eliminadas del mercado.

¹Alfredo A. Mascia, Productividad de Empresas, pag. 67.

¿Porque es importante mejorar la productividad? Porque sólo podemos tener aquello que producimos, algunas personas piensan que redistribuyendo simplemente, esparciendo lo que se tiene; obtendremos más en alguna forma, eso es un mito, a menos que el año próximo produzcamos más bienes y servicios que en el presente año, no tendremos más sin importar lo que ocurra con los precios y salarios.

El mejoramiento de la productividad tiene un enorme efecto acumulativo, de manera que aumentando la tasa de productividad unos pocos puntos porcentuales sobre la tasa de crecimiento de la población es posible lograr resultados notables.

La agricultura norteamericana, es un buen ejemplo del mejoramiento constante de la productividad, hace unos 100 años, el gobierno de E.U. comenzó a establecer concesiones de tierras e inicio un programa a largo plazo del mejoramiento de los cultivos. Las mejores semillas, el mejor equipo de labranza, el enriquecimiento de los suelos y la rotación de cosechas vinieron a sumarse al programa básico, en los últimos 100 años, ese programa tuvo tanto éxito que ahora se requiere menos del 4% de la fuerza laboral para cultivar los productos necesarios para alimentar el resto de la población, en 1880 se requería casi el 50% de la fuerza laboral para hacer ese trabajo.

Ciertamente, el mejoramiento del standard de vida, depende en gran medida del mejoramiento de la productividad, esencial para aliviar las presiones inflacionarias que actúan a mediano y largo plazo sobre los precios que se cargan al consumidor. Una tasa elevada del crecimiento de la producción por hora-hombre permitiría aumentar los sueldos y salarios sin aumentar los costos por unidad de mano de obra, ni los precios de bienes y servicios.

El uso más eficiente de la energía, los materiales y el capital, permiten compensar los precios crecientes de esos insumos.

El mejoramiento de la productividad permite que las industrias sean competitivas en los mercados mundiales, en esa forma, es un factor notable para mantener un equilibrio comercial adecuado.

El objetivo de éste trabajo es demostrar que utilizando adecuadamente las herramientas de planeación, programación y control de la producción se puede incrementar la productividad, se utilizó el modelo de teoría de inventarios que se denomina lote económico, que sirve para balancear las cantidades a pedir, con la finalidad de posteriormente poder elaborar el plan maestro de producción que es el que a final de cuentas nos va a permitir poder continuar con el arranque de la producción, en este caso utilizaré el modelo con producción y con déficit, ya que espero que se trabaje bajo esas condiciones.

El modelo de investigación de operaciones que utilice fue el de lote económico, de teoría de inventarios, ya que este sirvió de base para poder posteriormente, realizar los cálculos requeridos, su desarrollo lo podemos encontrar en el anexo, también fue de gran utilidad el modelo de pronósticos.

Debo mencionar que el caso práctico y toda la información que contiene este trabajo de tesis, fue parte de mi experiencia cuando trabajé como programador de la producción en la empresa House of Fuller hasta diciembre del año de 1999 y la empresa me brindó todo el apoyo para la obtención de los datos.

En lo relativo a los capítulos que subsecuentemente se muestran, la interrelación es como sigue: la introducción, nos da bases, para determinar de manera fehaciente, la terminología utilizada en la tesis, sobre todo el concepto de productividad.

El capítulo I , nos proporciona los conceptos esenciales que se emplean, como lo relativo a la utilidad de la planeación, y además permite adentrarnos más a nuestro objeto de estudio, que es en sí la planeación, programación y control de la producción, empezando, con describir para qué sirve, cómo se usa, y de qué partes consta, con la finalidad de enlazarlo con el capítulo III, que es donde se presentará el caso práctico.

En el capítulo II, que representa el aporte principal del trabajo, nos basamos en la teoría básica descrita en el capítulo I, hacemos una descripción de la empresa así como de las características del producto que se desea estudiar y mostramos que haciendo el estudio solamente a una línea de producto, es posible aumentar la productividad de la empresa, con el subsiguiente incremento de las ganancias y el ahorro.

CAPITULO I

PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

En éste primer capítulo, es de suma importancia ya que nos proporciona conceptos básicos de planeación, así como su interrelación para incrementar la productividad, y además poco a poco nos va adentrando en nuestro campo de estudio que es la planeación, programación y control de la producción.

La planeación consiste en anticiparse al futuro para la consecución de objetivos y metas preestablecidas en el llamado horizonte de planeación, y su objetivo es utilizar en forma óptima los recursos humanos, materiales y financieros entre otros para:

- Satisfacer la demanda contraída.
- Aprovechar las coyunturas y oportunidades que se pudieran presentar en el mercado.
- Evitar producciones excesivas o insuficientes.

El éxito o fracaso de la planeación se reflejará en las cantidades producidas, los períodos de producción y entregas (servicio a ventas), nivel de empleo de recursos materiales y humanos (pago de tiempos extra, capacidad ociosa, desperdicios, etc.).

Sin un plan de acción corriente y lógico, las empresas quedan a la deriva, lo más sensato es anticiparse a los problemas para evitarlos, en vez de realizar actos heroicos de salvamento. Una buena planeación ayuda a que esto sea posible y también incrementa en gran medida la posibilidad de éxito.

En cualquier actividad es necesario llenar el vacío entre la intención y la acción. Para asegurarse que la acción esta firmemente basada en la realidad; aplicada en forma apropiada la planeación proporciona vínculos de gran importancia.

No se tiene sustituto para los conocimientos sobre el proceso de trabajo cuando sé esta estableciendo un plan o desarrollando un programa de acción. Frederick W. Taylor, hizo énfasis en el estudio científico de los hombres y las máquinas en el trabajo, examinando muy de cerca las actividades en las áreas de producción. Como resultado de sus observaciones aisló tres funciones importantes del departamento de planeación en una organización que son las siguientes:

- 1.- Un análisis completo de todas las órdenes de trabajo recibidas por la compañía de acuerdo con las máquinas o el trabajo.
- 2.- Un análisis de todas las solicitudes recibidas por trabajos nuevos en el departamento de ventas y los compromisos de tiempo de entrega.
- 3.- El costo de todos los productos fabricados con un análisis completo de los gastos y una comparación de costos por meses y de los gastos totales.

Estas actividades se llevan a cabo en muchos procesos de producción y operación, dependiendo del volumen y complejidad de las actividades, son varios los administradores que con frecuencia las tienen a su cargo. El director de mercadeo debe conocer el trabajo realizado por la fuerza de ventas, los mercados de los productos y los sistemas de distribución para que el esfuerzo total de su función pueda ser planeado efectivamente. El director de finanzas debe entender los mecanismos el mercado monetario, los enfoques alternativos para la obtención de fondos y los efectos

que tienen las decisiones operativas sobre la estructura financiera, la rentabilidad y los flujos de fondos de la organización. Para entender la producción y operaciones, mercadeo y finanzas, las cabezas de estos subsistemas deben involucrarse con el análisis y la documentación de sus actividades que Taylor afirma que es función del departamento de planeación. Aunque se acepta que es necesario llevar a cabo este análisis y obtener la documentación si se acepta, es necesario establecer un departamento de planeación separado.

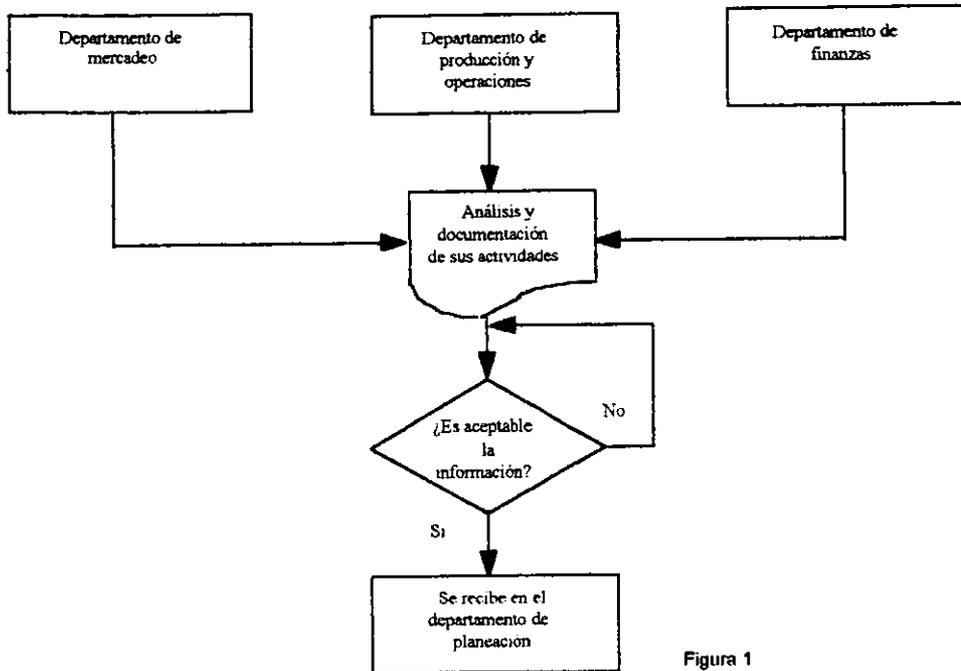


Figura 1

Las organizaciones deben ser dinámicas, y que introduzcan cambios que demanden las presiones originadas en los mercados, en las nuevas exigencias de los propietarios, en los nuevos empleados y restricciones gubernamentales. Las reacciones a los cambios pueden crear oscilaciones que originen inestabilidad en la organización. Si quien toma las decisiones reacciona violentamente a los cambios y a las presiones tomando decisiones erráticas e imprevisibles, pueden producirse resultados negativos. La administración intenta, para minimizar esta posibilidad, estandarizar el proceso de trabajo, estableciendo políticas, procedimientos y rutinas.

1.1 Objetivos de la planeación

Planear significa anticiparse a lo que quizás pueda suceder y entonces determinar lo que se debe hacer en el presente para aprovechar oportunidades y evitar problemas futuros, es parte esencial en la toma de decisiones, sin embargo, los que administran negocios, no la realizan.

Al reducir el riesgo, se evitan los desastres de ultimo momento y hace más probable que la empresa llegue a donde quiere sin accidentes.

Con frecuencia la planeación es considerada como un proceso complejo, que requiere técnicas complejas y destreza, pero la complejidad y detalle de un plan tiene que ver mas con la naturaleza de la empresa que con la planeación.

I.2 Las partes de la planeación

La planeación debe ser un proceso continuo, sujeto siempre a revisión, por consiguiente un plan no es nunca el producto final del proceso de planear sino un informe provisional.

El orden en que a continuación se dan las partes de la planeación, no representa el orden en el que se deben llevar a cabo, sin embargo, en el proceso de planeación se pueden realizar las siguientes partes:

- Fines: Especificar metas y objetivos.
- Medios: Elegir políticas, programas, procedimientos y practicas con las que se habrán de alcanzar los objetivos.
- Recursos: Determinar tipos y cantidad de recursos que se necesitan, definir como se han de adquirir o generar y como habrán de asignarse a las actividades.
- Realización: Diseñar los procedimientos para la toma de decisiones, así como la forma de organizarlos para que el plan pueda realizarse.
- Control: Diseñar un procedimiento para prever y detectar los errores o fallas del plan, así como para prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad.

La figura 2 esquematiza lo anterior

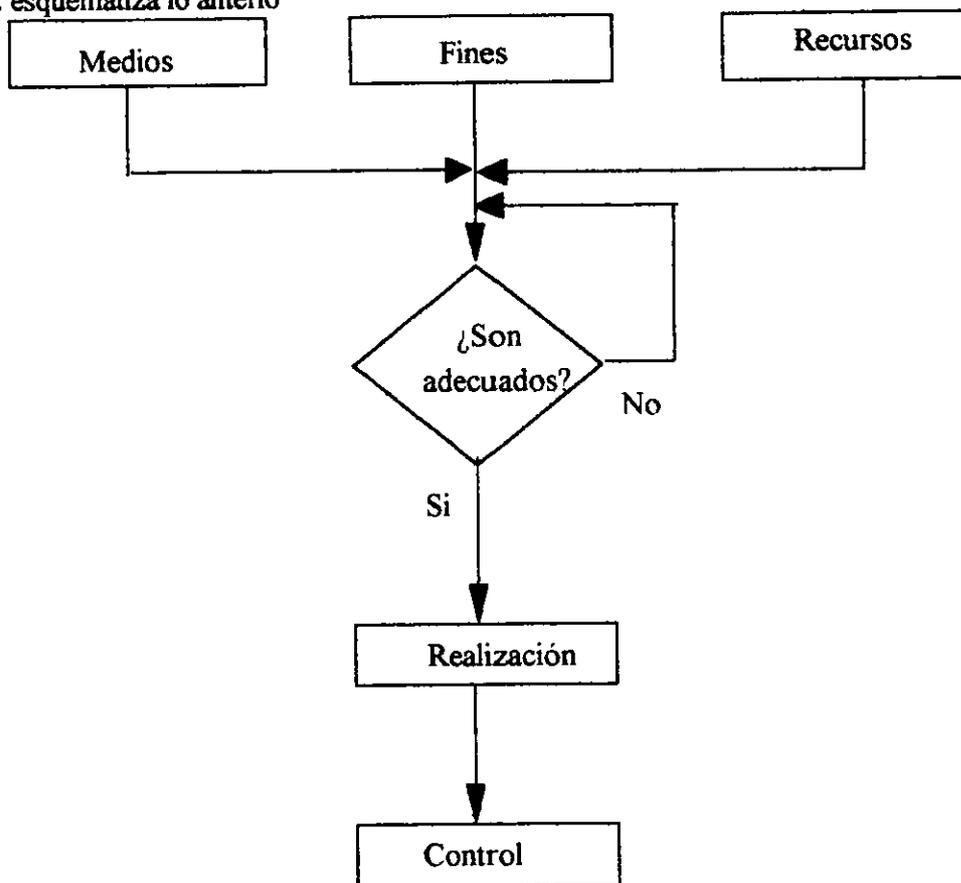


Figura 2

I.3 Estrategia.

La estrategia en general implica la elaboración de la visión y misión de la organización, y debe desglosarse para elaborar la estrategia competitiva, que toma en cuenta la estrategia operativa y la estrategia directiva.

La estrategia implica competencia y se asocia muy frecuentemente con la habilidad táctica de un mando militar, por lo tanto sugiere la diestra administración de recursos para superar al adversario.

De acuerdo a éstos parámetros la planeación de la producción debe ser enfocada sobre el movimiento, el crecimiento y el cambio, debe percibir su ambiente externo en cuanto a objetivos, adversarios y respuesta competitiva; debe estructurar su comportamiento interno en cuanto a disciplina, maniobra y eficacia de recursos (objetivos de la empresa).

Como se ha venido mencionando, el tener una estrategia bien definida surge de la necesidad de analizar perfectamente las oportunidades y amenazas, en las cuáles se pueden ver inmersa la empresa en determinado momento, sobre todo si tomamos en cuenta, los incesantes cambios en la economía global y local, en este último caso podemos mencionar que México, no es ajeno a éstas vicisitudes.

I.4 Organización.

Para efectos de este trabajo la organización se definirá como la "estructuración técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos humanos y materiales de una empresa, con el fin de lograr la máxima eficiencia en la realización de los planes y objetivos señalados.²

La organización de la misma manera que la planeación estratégica, es una función preejecutiva, en la que se ordenan los esfuerzos y se formula la infraestructura adecuada y jerarquización de las actividades necesarias y dispone quien debe desempeñarlas.

Organizar significa proporcionar las condiciones básicas que se requieren para la ejecución efectiva y económica de un plan. Al organizar se debe proveer por anticipado los factores básicos y las fuerzas potenciales tal como se ha especificado en el plan estratégico.

Una buena organización tiene las siguientes ventajas:

- Permite la consecución de los objetivos primordiales de la empresa, en la forma más eficiente y con el mínimo esfuerzo, a través de un grupo de trabajo con una fuerza dirigida.
- Elimina la duplicidad del trabajo.
- Asigna a cada miembro de la organización sus funciones dándoles responsabilidades y autoridad para ejecutar sus tareas, esto permite a todos los elementos saber de quien dependen y quienes dependen de él
- Logra el establecimiento de canales de comunicación adecuados para que las políticas, misiones, propósitos y objetivos se logren en todos los niveles

Al organizar una empresa hemos de tomar en cuenta los cuatro elementos que la forman:

- 1.- Recursos materiales.
- 2.- Recursos humanos.

² Ohmae Kenichi, La mente del Estratega, pp. 231

3.- Recursos técnicos.

4.- Recursos financieros. Para tener una visión global de la problemática a resolver se pondrá un énfasis especial en el tema de planeación ya que es fundamental conocerlo para tener una real perspectiva de lo que se pretende. Asimismo el siguiente subtema de programación y control de la producción proporciona conceptos básicos para un buen tratamiento de la información, ya que hoy en día los procesos y los productos requieren, debido a su extrema complejidad, una comprensión clara de todos los términos utilizados por parte de la persona que es responsable de la implementación de un determinado proyecto. El funcionamiento que se pretende de éste sistema se muestra en el siguiente diagrama de flujo de la figura 3.

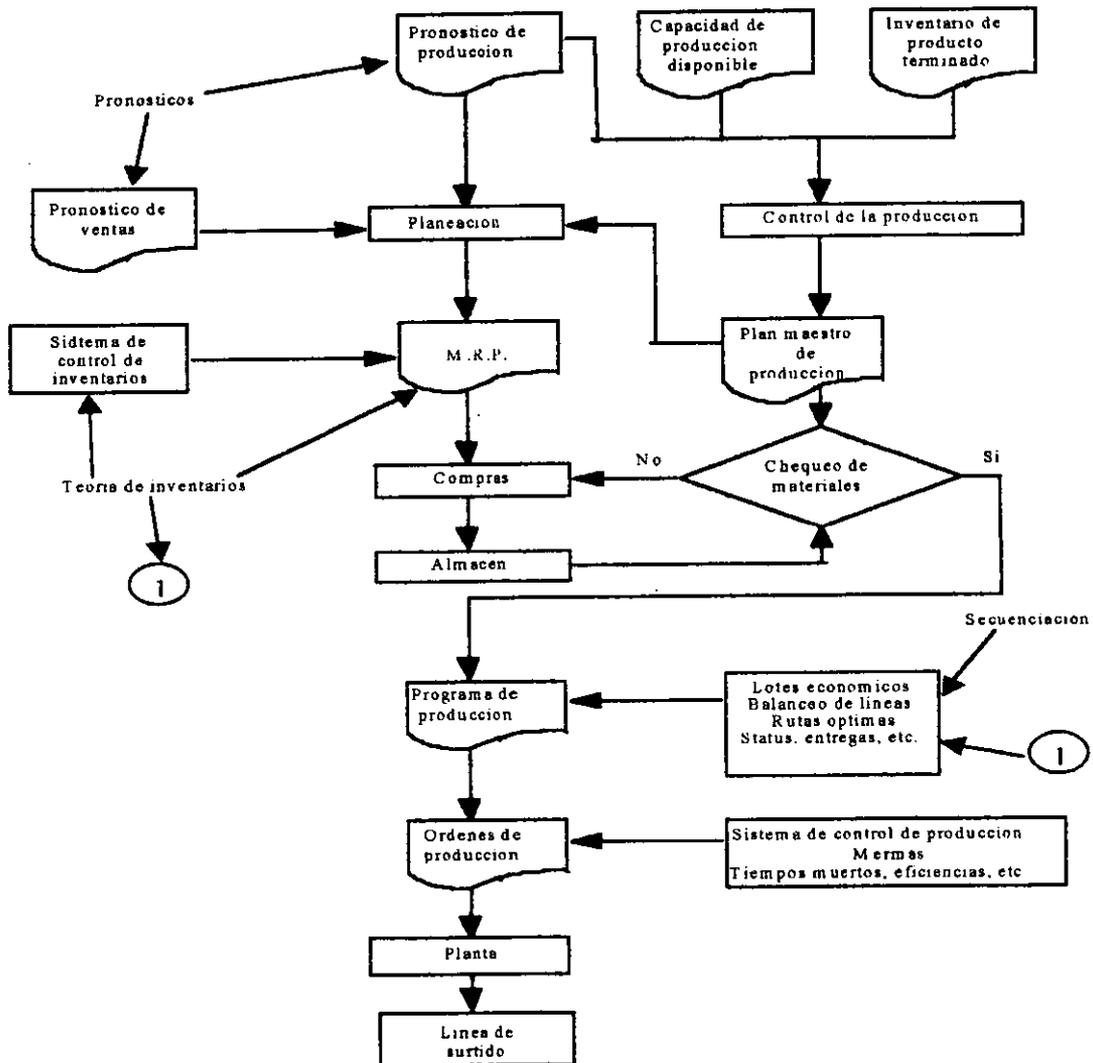


Figura 3

I.5 Funciones de planeación, programación y control de la producción

Dos de las partes más importantes de la gestión de los sistemas productivos son la planificación y la programación de operaciones o de la producción. Se trata de actividades destinadas a preparar los trabajos efectivos que posteriormente se desarrollarán; de la mejor ó

peor preparación resultarán posteriormente ejecuciones más o menos eficientes. En las actuales circunstancias, con medios de producción cada vez más sofisticados para la fabricación de productos más complejos y variados, no existe la menor duda de la necesidad de proceder a dicha preparación; los problemas a abordar y resolver son complejos, y por ello, las soluciones no pueden ser ni sencillas ni inmediatas.

De los dos aspectos mencionados, se desprende una buena gestión de materiales y el consecuente control de la producción, para el cuál se debe tener el pronóstico de la producción, la programación, el plan maestro, la planeación de requerimiento de materiales MRP. Estos elementos se describen a continuación.

I.5.1 Pronóstico de producción

Aunque consideramos que para la planeación y el control de los sistemas de producción-inventario, no me propongo presentar aquí un tratamiento exhaustivo del tema. El pronóstico es un tema en sí mismo y existen muchos libros dedicados al mismo. Se considerarán los datos de pronósticos como insumos de los modelos y de los sistemas de operación para el control de los inventarios y de la producción.

En consecuencia, se examinarán inicialmente los requerimientos de los sistemas de pronóstico y los métodos para pronosticar, así como los efectos que tiene sobre dichos métodos el horizonte de tiempo de la planeación, aquí el propósito es presentar un análisis general de los métodos para pronosticar, considerados como un sistema de retroalimentación de información.

La base para cualquier actividad en la producción son los pedidos reales o el pronóstico de pedidos futuros. En un ambiente de producir de acuerdo con el inventario las actividades de producción se fundamentan por completo en pronósticos, esto es porque los pedidos deben satisfacerse con los artículos existentes en el inventario. Por su parte en un ambiente en donde se fabrique de acuerdo a los requerimientos del pedido, las actividades del área de producción no se basan únicamente en los requerimientos actuales.

Es importante comprender que siempre que exista una razón para sospechar que el futuro sea diferente al pasado, es bueno realizar un pronóstico.

Ahora bien el personal encargado de la planeación de la producción no es responsable de los pronósticos necesarios para la planeación a largo plazo a fin de planear la construcción de instalaciones y las compras de equipo importante. De preferencia formulan pronósticos más a corto plazo utilizados para la planeación de la producción a mediano plazo y para la programación maestra de la producción a corto plazo. Podemos visualizar esto en la figura 4.

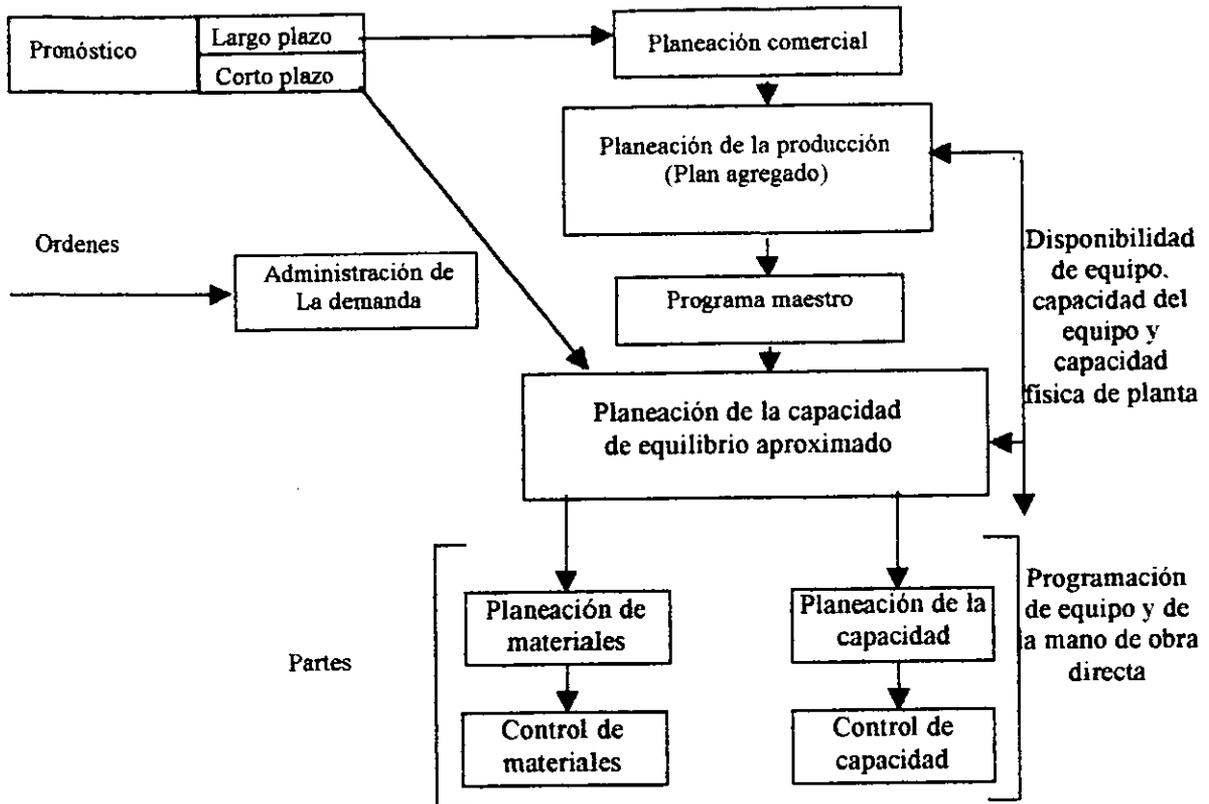


Figura 4

Los sistemas de pronósticos extrapolan series de datos en el tiempo. Una serie en el tiempo es un registro histórico de la actividad pasada. Un postulado fundamental para la extrapolación es que, de alguna manera, el futuro está conectado al pasado. Este postulado no requiere que el mañana sea precisamente como hoy; sólo implica mantener interrelaciones estables. Aún con el ambiente actual que cambia rápidamente, por lo general se mantienen interrelaciones fundamentales, al menos durante el corto plazo.

Las series de datos en el tiempo son de dos tipos: intrínsecas y extrínsecas. Las series de tiempo intrínsecas son datos que se refieren a ventas pasadas del producto del cual se desea generar un pronóstico. Las series de datos en el tiempo extrínsecas son datos externos, pero que están relacionados con las ventas del producto. Por ejemplo, los datos que describen las ventas de un producto son extrínsecas.

Nuestro objetivo va a ser explorar las técnicas intrínsecas ya que nuestros productos requerirán de dichas técnicas, debido a que se tienen los datos de las ventas pasadas.

Haciendo un análisis exhaustivo que desde luego no se presenta en ésta investigación, nos hemos orientado por la suavización exponencial.

En principio el suavizamiento exponencial funciona de manera análoga a los promedios móviles al "suavizar" las observaciones históricas para eliminar la parte que llamamos estocástica. Sin embargo, el procedimiento matemático para desempeñar dicho suavizamiento es algo diferente del utilizado en los promedios móviles, la técnica de suavizamiento se puede desarrollar empleando la siguiente ecuación:

$$\bar{F}_{t+1} = \frac{D_t}{N} + \frac{D_{t-N}}{N} + \bar{F}_t \quad (2.1)$$

La cuál es para calcular el promedio móvil. Supóngase que sólo se tiene disponible el valor esperado más reciente y el pronóstico hecho para el mismo periodo. En tal situación la ecuación (2.1) podría modificarse de forma tal que en lugar del valor observado en el periodo $(t - N)$ se pudiese emplear un valor aproximado. Una estimación razonable sería el valor del pronóstico del período anterior, así la ecuación (2.1), con algunas transformaciones algebraicas quedaría:

$$\bar{F}_{t+1} = \frac{D_t}{N} + \frac{\bar{F}_t}{N} + \bar{F}_t$$

Esta ecuación se puede escribir como:

$$\bar{F}_{t+1} = \frac{1}{N} D_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) \bar{F}_t \quad (2.2)$$

Que es un pronóstico que pondera las observaciones más recientes con una ponderación con valor de $1/N$ y al pronóstico más reciente con una ponderación con valor de $(1 - 1/N)$. Si sustituimos $1/N$ por el símbolo alfa se tiene:

$$\bar{F}_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) \bar{F}_t \quad (2.3)$$

Con algunas sustituciones convenientes y para facilitar la comprensión, hay otras formas para la ecuación (ver anexo).

1.5.2 Planeación de la capacidad de producción y plan maestro

Se requieren conceptos mejorados y medidas de capacidad para mejorar su administración y sus resultados, desde un punto de vista de rendimiento para todos los interesados, por tanto, podemos definir a la capacidad como la producción máxima sostenible, de bienes y servicios durante un período establecido, con determinado costo.

Tres puntos exigen mayor explicación:

- Producción máxima sostenible: La palabra clave es sostenible, la capacidad implica considerar todos los factores que influyen en la producción, desde el punto de vista máximo absoluto de producción hasta todas las interferencias que dan lugar a pérdidas en ése máximo, de manera que la palabra sostenible reconoce las pérdidas que la empresa llega a aceptar dentro de su plan de recursos.
- Período: La capacidad se expresa normalmente en función de años, esto se debe fundamentalmente al papel que desempeña la capacidad cuando se establecen los presupuestos financieros anuales, no hay nada que impida expresar un período mayor o menor, lo importante es expresar el período.

- Costos: El costo se refiere a todos los recursos que se consideran necesarios para operar y apoyar la operación a fin de lograr la producción máxima sostenible a un costo que sea aceptable para las metas de utilidad de la empresa.

Un grave problema que afecta el establecimiento de niveles de capacidad, es la extrema dificultad para obtener datos respecto de las pérdidas que sufre la producción óptima (bruta) en los cuellos de botella.

El problema para muchas empresas es documentar el tipo y magnitud de todas las pérdidas de producción, las pérdidas por desperdicios se han medido siempre debido al control de inventarios, otras áreas de pérdidas, por ejemplo, mantenimiento, cambio y mezclas de productos, se vuelven cada vez más fáciles de medir con ayuda de computadora, además de proporcionar datos que influyen en la determinación de metas de capacidad, esas mediciones constituyen una base sólida para determinar la eficiencia del apoyo que el personal presta a la producción, este factor de responsabilidad es esencial para obtener el apoyo entusiasta del departamento de producción a fin de establecer y poner en marcha el plan de capacidad.

La importancia de determinar o conocer la capacidad de producción es inherente al proceso de planeación ya que antes de proseguir con cualquier plan es importante asegurarse que es factible de llevarse a cabo, o si es necesario atender otras alternativas, como podrían ser maquilas o ampliar la capacidad de producción mediante inversiones.

La planeación de los recursos debe seguir un proceso sistemático y lógico como se describe en la figura 5.

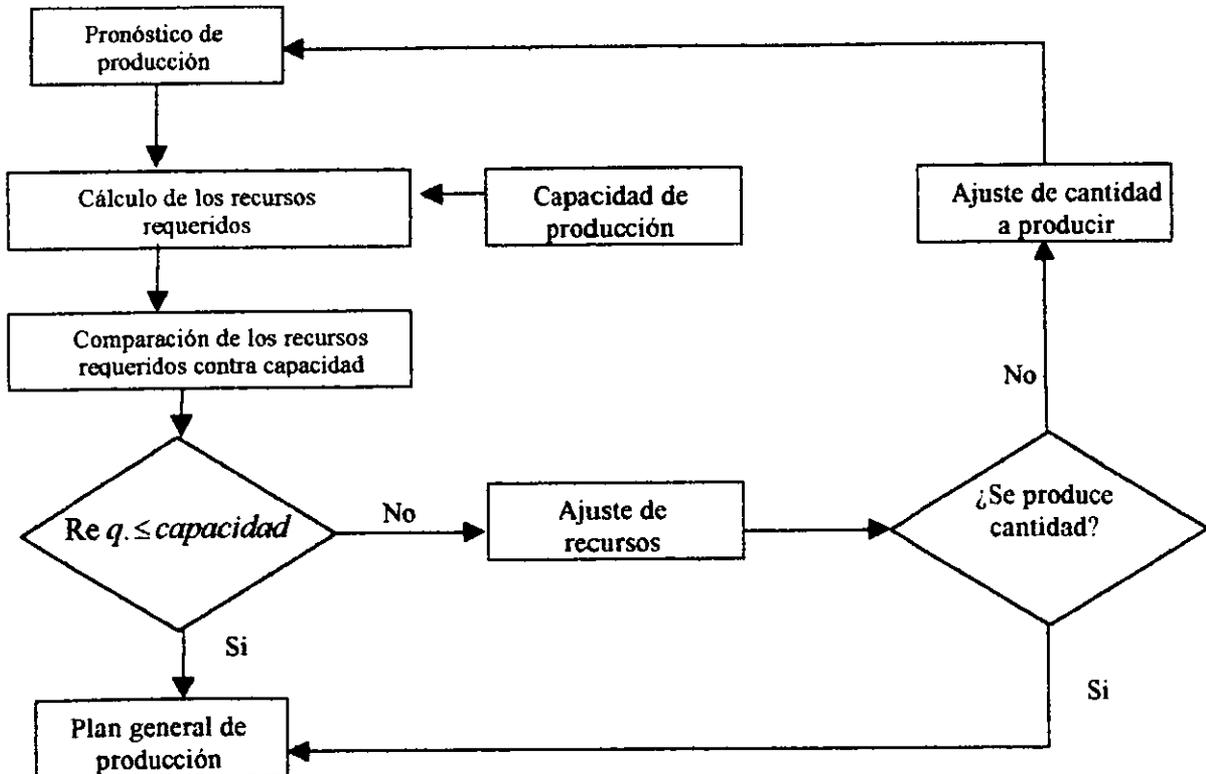


Figura 5

Sin embargo, lo más importante de éste proceso es el tipo de datos que hace falta obtener para ensayar este proceso, algunos de los más importantes son:

- Pronóstico de producción.
- Capacidad de producción.
- Aprovechamiento de materiales y mano de obra.

Un exámen de lo que se ha dicho anteriormente revela las ideas generales siguientes:

- La determinación ó conocimiento de la capacidad es fundamental en el proceso de planeación e implica identificar la operación u operaciones que limitan la producción en la empresa (cuellos de botella).
- La determinación de la capacidad implica cuantificar el nivel máximo de producción sostenible en un período amplio, típicamente un año.
- La determinación de la producción máxima sostenible implica identificar y cuantificar todas las pérdidas debidas a cuellos de botella.

Lamentablemente, estos conceptos no parecen ser causa de una preocupación excesiva en los círculos prácticos en el ámbito de empresa, ni en los círculos de niveles mucho más altos.

La pregunta básica es: ¿Cuáles son las pérdidas promedio (normales) en que incurre (se tolera) el diseño del proceso y el nivel de apoyo (presupuestados ó reales) de acuerdo con las sumas invertidas en ese servicio?

En condiciones normales, se aplican tres métodos principales dependiendo de la empresa y de su fase de operación en proyecto, arranque u operación, a saber:

- Método de ingeniería: Basado en las limitaciones de diseño que impone la operación cuello de botella (usado principalmente en plantas en proyecto o en arranque).
- Método empírico: Basado en la medición de lo que está ocurriendo en la realidad. El método empírico es el que se aplica fundamentalmente en empresas en operación por diversas razones: El éxito a corto plazo de las empresas se pronostica confiando en la precisión de los datos de rendimiento retroalimentados, puesto que la capacidad comprende no solo la producción en el transcurso del tiempo, sino también la eficiencia de todos los factores de apoyo. Es sabido que los planes sólo son eficientes en la medida en que el personal que los pone en práctica los entiende y éste de acuerdo con ellos.

El proceso se compone de cinco pasos:

- 1.- Definir la operación cuello de botella.
- 2.- Obtener datos.
- 3.- Establecer el análisis del rendimiento.
- 4.- Establecer la meta de capacidad.
- 5.- Desarrollar un programa para seguir midiendo la eficiencia del sistema productivo.

- 1.- Definir la operación cuello de botella: En este caso se debe tener gran cuidado, se tiende a suponer que la estimación hecha por ingeniería, del proceso u operación más lento, indica el cuello de botella. En realidad, la máquina más lenta puede no tener el nivel más bajo de producción efectiva, la relación entre el nivel de producción por hora y el número real de horas que se puede trabajar diariamente determina el verdadero cuello de botella. Se recomienda que se identifiquen los cuellos de botella de cada componente del producto total y que cada componente se identifique de acuerdo con la limitación que impone a la producción total.
- 2.- Obtener datos: Una vez identificados y clasificados los verdaderos cuellos de botella, se determinan las posibilidades de producción bruta sin pérdidas ni interferencias, expresadas normalmente desde el punto de vista de unidades, volúmenes ó pesos por hora, en general se acepta que la producción bruta potencial incluirá únicamente el efecto de la mano de obra al grado de que sin ella no habría producción, otros elementos tales como calibración, relevo del operador ó tiempo para necesidades personales, no son incluidos. Enseguida se identifican las interferencias con la producción bruta. Hay dos categorías básicas encaminadas: planeadas y regulares, y las no encaminadas: no planeadas e irregulares.
- 3.- Análisis del rendimiento: La expresión análisis del rendimiento indica el proceso de identificar todos los datos pertinentes descritos en el paso anterior y relacionar su significación con la producción real y potencial en el transcurso de un cierto período. La tabla 1 ejemplifica los datos del departamento "ABC" que hace varios productos, E y E', abarcando un período de seis meses.

La tabla 1 es la típica que puede esperarse de un departamento de manufactura que produce artículos múltiples, define los datos básicos relacionados con las operaciones cuello de botella de los productos elaborados, esa serie de datos que abarca un período de seis meses, representa muy probablemente las condiciones reales de operación.

Análisis del rendimiento												
Depto. ABC	Producto E				Producto E'							
Prod. bruta	20 pz/hr.				30.3 pz/hr.							
Prod. std.	15.4 pz/hr.				20.7 pz/hr.							
Operación : Llenado												
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
				Total obtenible		std. obtenible						
MES	Dias op.	Turnos	Cambios	pz/hr	pz/hr	pz/hr	pz/hr	Prod. real	UR%	U. std.	pz/hr real	Pérdida vs. std
Septiembre	30	2.75	5	27.1	19512	19.2	13824	6316	32.37	45.69	8.7722	54.311343
Octubre	31	2.5	3	23.7	17633	17.4	12946	7479	42.42	57.77	10.38	42.22
Noviembre	29	2.5	3	24	16704	17.5	12180	8208	49.14	67.39	11.4	32.610837
Diciembre	23	2.75	2	28.8	15898	20	11040	6118	38.48	55.42	8.4972	44.58333
Enero	26	2.3	2	21	13104	16	9984	6915	52.77	69.26	9.6042	30.739
Febrero	23	2.63	1	24.1	13303	17.7	9770	6670	50.14	68.27	9.2639	31.73258
	162	2.57	16	24.78	96154	17.97	69744	41706	44.22	60.63	9.654	39.367459

Tabla 1

- 1.- No. De días y meses trabajados en la operación.
- 2.- Promedio de trabajadores en todo el departamento en los turnos.

- 3.- No. De cambios.
- 4.- Promedio ponderado del total de piezas por mes de piezas en bruto.
- 5.- $(\text{Columna } 1) * (\text{Columna } 4) * 24$
- 6.- Promedio ponderado.
- 7.- $(\text{Columna } 1) * (\text{Columna } 6) * 24$
- 8.- Producción real.
- 9.- Utilización real (U.R.) $* (\text{Columna } 8 / \text{Columna } 5) * 100$
- 10.- Utilización std. (U. std.) $* (\text{Columna } 8 / \text{Columna } 7) * 100$
- 11.- Piezas/hr. Real.
- 12.- $100 - \text{Columna } 10$

4.- Establecimiento de la meta de capacidad

Como se muestra en la tabla 1, la utilización real de la máquina con más problemas de flujo de materiales es únicamente del 43.4% del rendimiento bruto obtenible. Aunque esto es sólo un ejemplo, los fabricantes de bienes duraderos comienzan a darse cuenta de que el equipo de transferencia altamente automatizado da como promedio una utilización que se acerca más al 50% que al 60% ó 65% de utilización real esperada.

Esta información pone de manifiesto un punto muy importante como son las pérdidas que implican la diferencia contra el estándar, ya que por un lado la pérdida entre la producción bruta y la producción estándar son controladas, es decir, que la misma empresa reconoce como propias de su proceso, pero las que se comparan con la producción estándar son no controladas, es decir, no están previstas ni es común que la empresa las reconozca como tales, las pérdidas no identificadas comprenden cosas como desviaciones deficientes del operador respecto a los métodos, empleo de materiales que se apartan de las especificaciones aceptables, herramientas y aditamentos defectuosos, ausentismo, período de capacitación de nuevos operadores, etc.

5.- Desarrollo de un programa para seguir midiendo la eficiencia del sistema productivo

Tras obtener los datos para su análisis de rendimiento y establecimiento de la meta de capacidad, sería conveniente diseñar una forma que pueda utilizar la computadora para imprimir informes periódicos de la utilización de la capacidad y análisis de pérdidas, por lo general, se ofrecen buenas posibilidades para la alimentación directa de datos, pero la calidad de la información depende en buena medida de la acumulación y alimentación manual.

El uso de datos es la clave, por supuesto, la parte de seguimiento de cualquier plan es la menos atendida y usada, sin embargo la observación y medida del comportamiento es una necesidad absoluta para el éxito.

Plan maestro de producción

El programa maestro es un programa ajustado en el tiempo de la producción necesaria para mantener los niveles convenientes de inventario de producto terminado.

En una planta que fabrica sobre pedido, el programa se puede derivar exclusivamente del pedido del cliente, en una planta que fabrica para el inventario, puede estar basado enteramente

en pronósticos, en la mayoría de las fábricas, sin embargo, todos los elementos se tienen en cuenta al diseñar el programa maestro.

El programa maestro indica la cantidad de producción que se requiere en cada período de una serie continua de períodos de duración fija, al tiempo total que abarca todo el programa se le llama horizonte de planeación.

El programa maestro se elabora normalmente con base en los siguientes factores:

- 1.- Pronóstico de demanda.
- 2.- Pedidos de clientes.
- 3.- Las existencias necesarias de artículos terminados.
- 4.- El análisis de la capacidad de producción.
- 5.- Los pedidos mínimos para nivelar y estabilizar la producción (lotes económicos).

1.- Pronósticos de demanda

Al analizar la información histórica, se pueden determinar parámetros y relaciones que auguran el futuro, los modelos derivados de los datos permiten establecer decisiones, éstos pronósticos constituyen la base para planear y tomar la mejor opción, muchos de ellos tienen una tendencia innata a la realización y son un ingrediente básico de la planeación.

2.- Pedidos de clientes

En la mayor parte de las empresas se manejan en diferentes proporciones los pedidos directos de los clientes, de manera que se complementan con las cantidades pronosticadas.

3.- Inventarios de producto terminado.

La determinación del nivel óptimo de inventarios, es un tema que generalmente es objeto de un estudio por separado y la teoría en relación al tema es muy amplia, para efectos del presente estudio únicamente veremos su relación con el nivel de producción que determina considerando que los niveles de inventarios son predeterminados. Existe una ecuación para determinar la cantidad a producirse:

$$P = V + IF - II \quad (2.4)$$

Donde:

P = Es la cantidad a fabricarse.

V = Es el volumen de ventas.

IF = Inventario final.

II = Inventario inicial.

Posteriormente se tiene que calcular para afianzar nuestro análisis la desviación estándar sobre el tiempo de entrega:

$$\varphi = \sqrt{L * \sigma^2} \quad (2.5)$$

Donde:

φ = Desviación estándar sobre el tiempo de entrega.

σ = Desviación estándar.

L = Tiempo de entrega.

Después se tiene que expresar el riesgo de agotamiento de existencias durante un determinado periodo.

$$A = \frac{\bar{x} * T}{Q_o} \quad (2.6)$$

Donde:

\bar{x} = Promedio ponderado del consumo mensual de unidades.

T = Periodo abarcado.

Q_o = Lote económico.

Nuestro inventario de seguridad de acuerdo con ésta situación será:

$$\text{Inventario de seguridad} = \varphi * P(A) \quad (2.7)$$

Donde:

φ = Desviación estándar sobre el tiempo de entrega.

P(A) = Probabilidad de que no existan agotamientos.

4.- Capacidad de producción

La importancia de conocer la capacidad de producción es inherente al proceso de planeación ya que antes de proseguir con cualquier plan, es importante asegurarse que es factible de llevarse a cabo.

5.- Lote económico de producción

Durante la fabricación de un lote se presentan en el caso de una fábrica como la que se presenta en el presente trabajo, tres tipos de costos que son:

- a) Costos fijos para la preparación de cada lote.
- b) Costos variables en función del tamaño del lote por concepto de mantener inventarios en existencia.

- c) Costos variables en función del tamaño del lote por concepto de mantener déficit de existencias.
- a) Costos fijos por preparación de cada lote.

Al primero corresponden aquellos costos que se originan una sola vez como pueden ser costos de preparar, ajuste de máquina y otros equipos, costo de materiales de apoyo, costo de manejo de materiales, costo de inspección y aprobación, costos de rechazos y desperdicios (en el ajuste), costo del tiempo ocioso (es el tiempo de la producción que se pierde durante el ajuste), costo del trabajo administrativo y papelería, etc.

Estos costos, siendo fijos para un determinado tamaño de lote, al ser multiplicados por la cantidad de veces que se repite la fabricación de un artículo anualmente nos da el costo por éste concepto, como la repetición de un lote va a depender de dividir el volumen anual de fabricación entre las unidades que se fabriquen de cada lote, podemos asegurar que entre más grande sea el tamaño del lote, se fabricarán menos lotes y el costo anual será inferior que cuando se fabriquen lotes más pequeños.

- b) Costo de mantener el inventario.

Corresponden los costos por:

- Capital invertido en inventarios.
- Almacenes su operación y mantenimiento.
- Seguro de los artículos.
- Impuestos sobre inventarios.

El costo de mantener por unidad de tiempo, se designa a menudo en dos factores:

$$h * c$$

Siendo "c" el costo ó valor del artículo almacenado y "h" el factor de cargo por manejo expresado como porcentaje; "h" es una variable de la política que la gerencia debe establecer para expresar los sacrificios hechos al invertir el capital.

- c) Costo por déficit

Corresponden los costos por:

- Deterioro, daño y robo.
- Obsolescencia.
- Compensación al cliente por no surtir a tiempo.

Suponiendo que se ha determinado la demanda para un cierto período, el siguiente problema consiste en determinar el tamaño de lote que debe fabricarse, para esto podemos hacer uso de los costos relacionados anteriormente, mientras mayor sea la

cantidad ordenada (Q) menor será el número de corridas de producción efectuadas por unidad de tiempo.

Además, mientras mayor sea la cantidad ordenada mayor será el inventario promedio en el transcurso del tiempo, lo cuál se puede constatar en la figura 6.

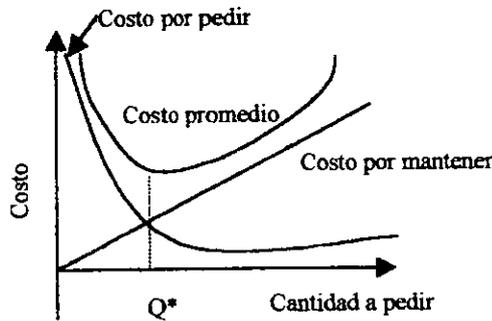


Figura 6

De aquí se deduce que se necesita obtener el lote económico que nos permita obtener un equilibrio entre el costo de pedir y el costo por mantener en inventario. Por lo cuál aplicaremos el modelo con producción y con déficit, como se desglosa a continuación en la figura 7.

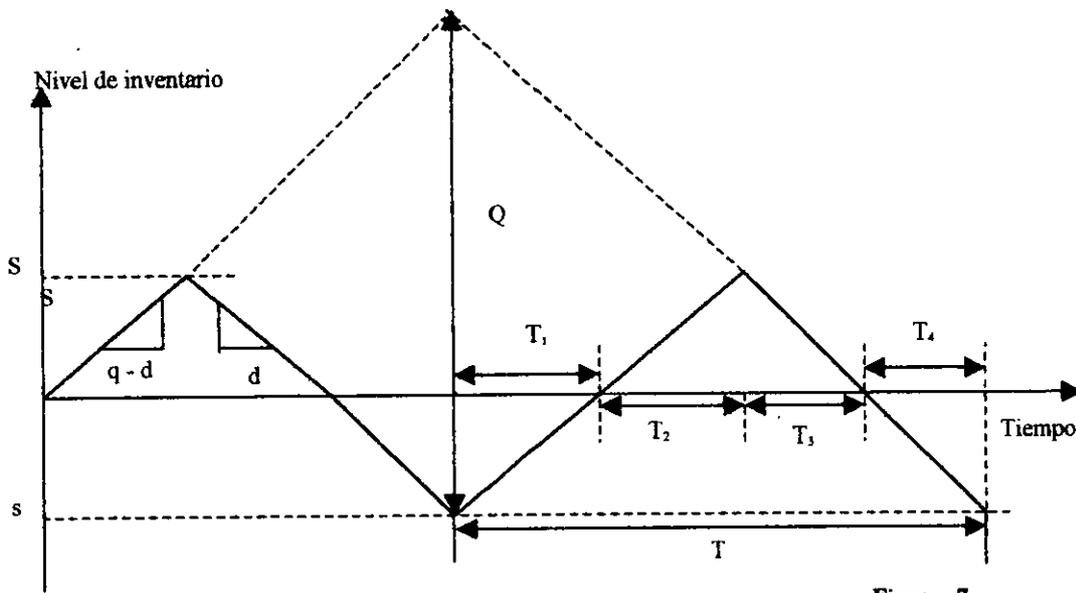


Figura 7

Supuestos:

- Demanda constante (d).
- Entrega continua (q).
- Se acepta déficit.

Notación:

- d : Demanda constante (art./u. de tiempo).
- q : Tasa de producción (art./u. de tiempo).

- Q: Cantidad a pedir (artículos).
 S: Nivel máximo de inventario (artículos).
 T: Longitud del periodo (u. de tiempo).
 s: Nivel máximo de déficit.
 T₁: Tiempo con producción y con déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₂: Tiempo con producción y sin déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₃: Tiempo sin producción y sin déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₄: Tiempo sin producción y con déficit en el periodo (u. de tiempo).
 k: Costo fijo por iniciar la producción.(u.m.).
 c: Costo del artículo (u.m./art.).
 h: Costo por llevar inventario (u.m./art./u. de tiempo).
 p: Costo por déficit (u.m./art./u. de tiempo).

Teniendo en cuenta esta información, nuestro costo promedio es:

$$CP(Q^*, S) = \frac{kd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}{Q'} + cd + \frac{hS^2}{2Q'} + \frac{p(Q' - S)^2}{2Q'} \quad (2.8)$$

Con estos datos y realizando algunas transformaciones llegamos a la siguiente fórmula del lote económico:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2kd}{h \left(1 - \frac{d}{q}\right)}} \sqrt{\frac{h+p}{p}} \quad (2.9)$$

Las siguientes fórmulas nos indicarán la desviación que existirá con respecto a Q*.

$$p = 0.5 \left(\frac{1}{q} + q \right) \quad (2.10)$$

$$q = p \pm \sqrt{p^2 + 1} \quad (2.11)$$

Donde:

p = Costo total de un pedido de Q unidades con respecto al costo total óptimo que se logra con Q_o unidades.

Q = Q/Q_o.

Resulta que el costo promedio presentado en la ecuación 2.8, es muy poco sensible a las variaciones de la cantidad ordenada, ésta es una cualidad conveniente ya que da libertad en el uso adecuado de las cantidades ordenadas; hay que señalar, sin embargo, que las afirmaciones

respecto de Q_0 sólo son válidas si los supuestos satisfacen el modelo; mientras más se desvie la demanda real, menos precisas serán las estimaciones.

1.5.3 Planeación de requerimiento de materiales (MRP).

El MRP (Planeación de requerimiento de materiales), regulada en tiempo se inicia con base en el Programa Maestro de Producción (MPS por sus siglas en inglés), y determina:

- 1.- La cantidad de todos los componentes y materiales requeridos para fabricar esos artículos.
- 2.- La fecha en que se necesitan tanto los componentes como los materiales.

Los productos individuales pueden tener sólo unos cuantos componentes o pueden tener miles de ellos. A su vez, cada componente puede estar compuesto de un artículo simple o de muchos grupos de artículos. Estas interrelaciones se pueden apreciar en una lista o en forma gráfica ver figura 8.

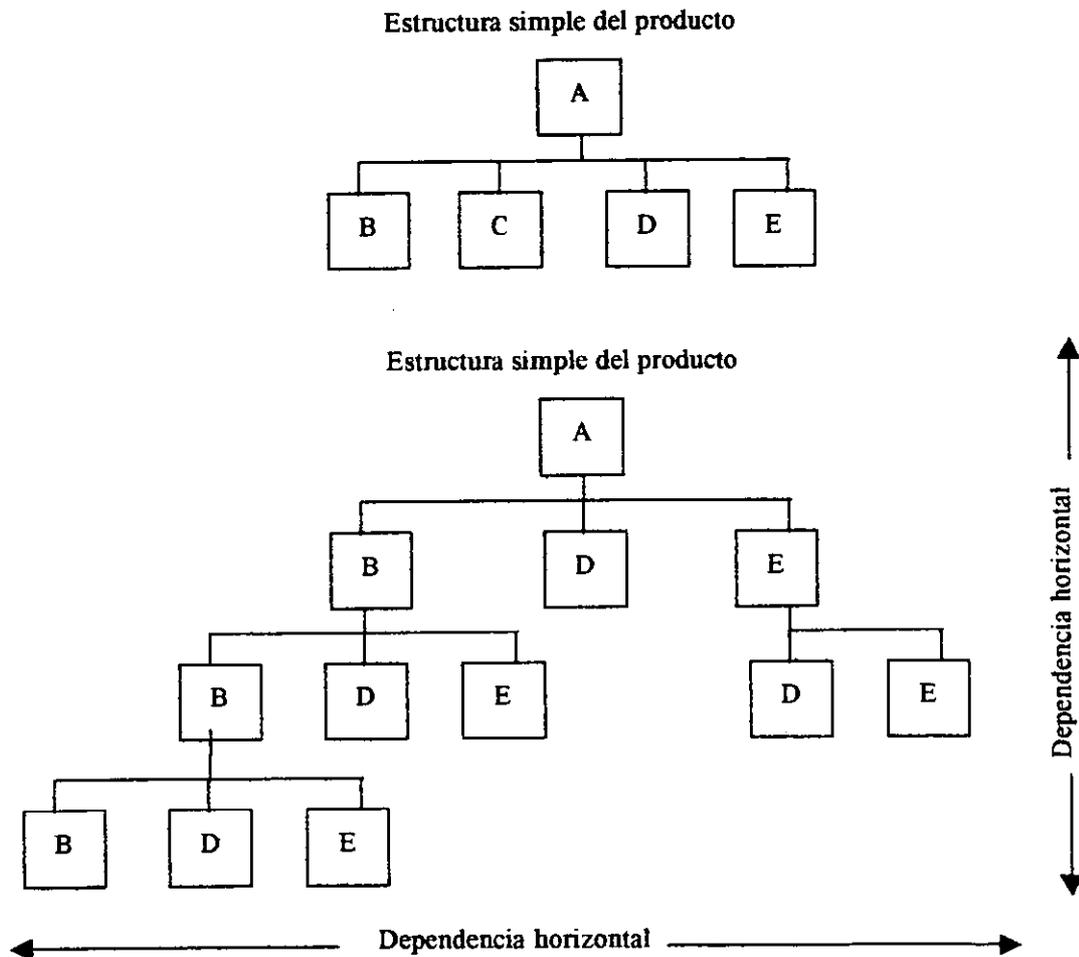


Figura 8

El producto ó artículo final se coloca en el nivel 0 y sus componentes inmediatos y subensambles están en el nivel 1. Cada nivel se divide de manera similar, en niveles que son sucesivamente inferiores (pero por convención, numéricamente superiores) hasta llegar a los componentes fundamentales, esto es, a las partes compradas y a las materias primas.

La estructura de niveles múltiples mostrada tiene interrelaciones de dependencia, tanto horizontales como verticales. Estas interrelaciones, su enlace, la determinación de los requerimientos netos y el desfaseamiento en el tiempo debido al tiempo de obtención son los procesos básicos del MRP. La determinación de los requerimientos netos es como se muestra en la tabla 2

Artículo A	Semanas					
	0	1	2	3	4	5
Periodo 1			50	50	200	
Requerimientos totales		50	50	50	200	50
Recepciones planeadas		100	0	0	0	
Disponibles de acuerdo al plan	90	-140	-90	-40	-160	-210
Requerimientos netos		0	50	50	200	50
Plan de realización de ordenes		200	0	100	0	100
Nivel real de inventario.	90	-40	190	140	40	-10

Tabla 2

Los requerimientos totales serán de acuerdo con una cierta periodicidad; las recepciones planeadas, serán de acuerdo con fechas en las cuáles se tengan pactados con el cliente; los disponibles de acuerdo con el plan, son aquellos que se tienen en el instante en el cuál arranca el MRP, los requerimientos netos serán el resultado de restarle al requerimiento bruto la cantidad disponible, y estos se determinarán de acorde a las necesidades de la la empresa; el plan de realización de órdenes se determinará conforme a los requerimientos, evitando sobreinventariar a la empresa; el nivel de inventario para el próximo período se calcula sumando el plan de realización de órdenes actual mas el nivel de inventario actual menos los requerimientos netos del siguiente período.

1.5.4 Programación de la producción y carga de máquinas.

Es la determinación anticipada del lugar y del momento en que debe iniciarse y terminarse cada una de las actividades necesarias para la fabricación de un artículo.

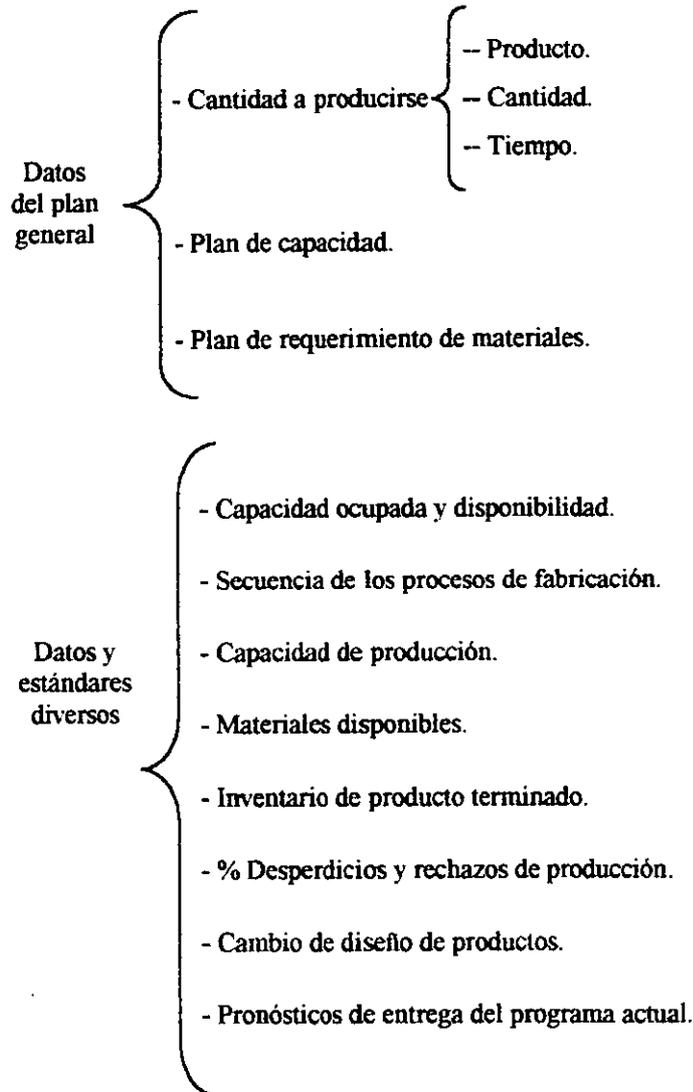
Objetivo.- Los objetivos de tiempo y cantidades de la programación son desde luego los objetivos finales de la planeación de la producción, sin embargo, a ésta función le podemos enumerar algunos objetivos más concretos, que son subsidiarios de los primeros, estos pueden ser.

- Máxima utilización de las máquinas.
- Reducción de los tiempos muertos.
- Mejor aprovechamiento de la mano de obra.
- Reducción de los inventarios en proceso.

- Mejoramiento de la motivación de los trabajadores.

Datos para elaborar un programa.- Mucho depende del tipo de sistema de programación que se emplee, para determinar la clase y cantidad de información.

La programación que a continuación se menciona, es la que se considera básica; ésta se clasifica en dos grupos:



Programación de carga de máquinas.

Dependiendo del tipo de proceso, uno u otro factor regulan la capacidad productiva de la planta, por lo tanto al emplear el término de cargas de máquinas nos referimos tanto al trabajo que se puede producir en una o un conjunto de máquinas, como a uno o un grupo de trabajadores.

Hemos dicho trabajo que se puede producir bien, esto se interpreta como la cantidad de trabajo (piezas, artículos, o unidad de volumen, etc.) que al hacer la programación asigna a cada unidad de capacidad disponible, y así cada trabajo asignado a una máquina, disminuye su capacidad para otros adicionales en un período dado, es pues esencial saber hasta cuando tendrán ocupadas las máquinas, las labores que se tienen planeadas, así como la disponibilidad de cada una de ellas.

Al estudiar la carga de las máquinas, esto es, la cantidad de trabajo asignado a cada una, se encuentran dos situaciones principales:

- Cuando la capacidad puede expresarse en función de la producción en kilogramos, unidades, metros, etc, por hora.
- Cuando la capacidad puede expresarse únicamente en horas de trabajo.

En el primer caso, no es necesario estudiar la operación, dividiendo el número de unidades, el peso, la longitud, etc. En el lote de la orden por la capacidad horaria de la máquina se obtiene la carga, diferentes clases de material pueden necesitar tiempos diferentes, pero para una clase dada, el tiempo de tratamiento es fácil de averiguar. Así una prensa de imprenta ó una máquina de teñir tiene una producción conocida por hora aunque ésta dependa de la clase de papel empleado del tejido que se tiña y de otros lotes de un lote particular.

En el segundo caso, que comprende prácticamente todas las máquinas-herramientas no especializadas para un trabajo en particular, el estudio de las operaciones tiene que averiguar primero el tiempo necesario para tratar una unidad del producto que haya que trabajar. La carga de las máquinas para una orden determinada puede averiguarse multiplicando el tiempo admitido ó necesario para la unidad por el número de piezas del lote de la orden. En la mayoría de trabajos de máquinas-herramientas hay que tener en cuenta el tiempo adicional necesario para preparar la máquina.

El control de la carga de las máquinas tiene dos objetivos principales:

- Mantener trabajando continuamente a las máquinas.
- Asignar las fechas para tratar cada unidad de una orden de modo que se consiga la producción en el menor tiempo posible, un subproducto de éste control es la observación del grado en que se produce una subcarga de determinadas máquinas o de cierta clase de éstas.

La sobrecarga puede ser temporal ó persistente, si es temporal, puede aliviarse:

- Trabajando horas extras.
- Desviando tareas hacia otras máquinas, si hay disponibles.

La sobrecarga persistente tiene que resolverse con máquinas adicionales, modificando el método de producción, comprando una parte del producto ya fabricado ó subcontratando trabajos.

La subcarga de las máquinas puede deberse a la insuficiencia del trabajo entre manos, en la fabricación sobre pedido; pueden presentarse fácilmente ocasiones en que se escasee la labor y

por esa razón es un buen complemento para ella, la ejecución de cierta cantidad de productos comerciales; la subcarga de ciertos departamentos puede deberse también a un planteamiento defectuoso, en cuyo caso el remedio es hacer otro más exacto.

Mecanismo de control de la carga de las máquinas.

Es preciso establecer algún mecanismo para conocer en cualquier momento la carga de las máquinas y que permita hallar las fechas libres de ésta cuando lleguen órdenes, el mecanismo puede ser gráfico, el modelo adoptado es más bien cuestión de preferencia personal; los métodos gráficos, si se diseñan bien, parecen ser muy flexibles; todos los métodos gráficos se basan en representar el tiempo por una medida lineal, este plan es el de las gráficas de Gantt, y el de los tableros de control para la carga y los programas de trabajo. Hace algunos años se empezó a utilizar en una fábrica de fundición un dispositivo sencillo y eficaz (Tabla 3). Para controlar la carga de una fundición de piezas para máquinas grandes, se conocía el tonelaje producido por la fundición de piezas para máquinas grandes se conocía el tonelaje producido por la fundición, en piezas grandes y chicas, para cada clase se empleaba un tablero distinto. La longitud de cada barra horizontal representaba la producción en toneladas de una semana a una escala de tres toneladas cortas inglesas por pulgada (en el dispositivo original), se cortaban tarjetas de modo que su anchura indicara a dicha escala el peso de la pieza; cada tarjeta era una orden de una pieza, con el número de la orden y el orden de la pieza en el anverso de la tarjeta una hojeada al tablero mostraba el número de semanas comprometidas de antemano en la fundición para hacer el trabajo asignado y la fecha más próxima que estaría libre para realizar otras labores. Como las tarjetas eran movibles, podía cambiarse el orden en que estaban en el cuadro, poniéndose adelante las correspondientes a las órdenes que se hacían urgentes; cada semana después de retirar las tarjetas correspondientes a los trabajos terminados y de poner en su sitio las de las órdenes urgentes, se hacía una fotografía de todo el tablero y se enviaba una copia a la fundición para que sirviera de guía en lo que respecta al orden que debía seguirse el trabajo durante la semana siguiente.

La reducción de la capacidad de producción que se dan en días festivos, tarjetas parecidas indicaban la reducción de la capacidad de producción, debido al menor número de obreros en ese momento.

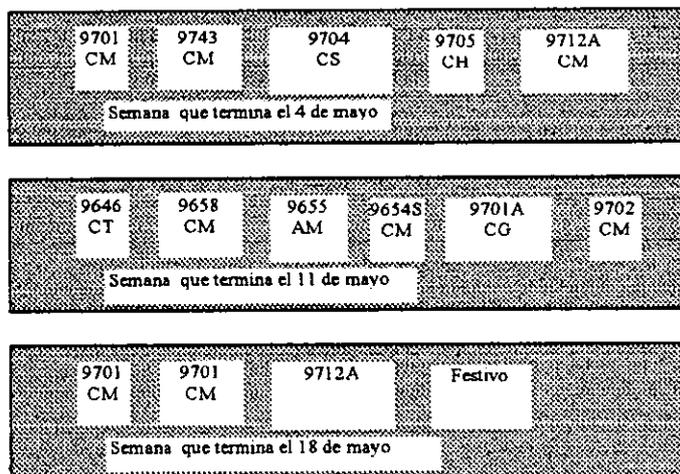


Tabla 3

Las gráficas de Gantt (tabla 4) se basan en un principio muy parecido, pero se usan líneas rectas en lugar de tarjetas, en la tabla 4 cada línea horizontal representa una máquina, el tiempo está representado por el ancho de la columna, el tiempo durante el cuál la máquina estará ocupada por un trabajo dado, está representado por una línea horizontal fina, las líneas negras gruesas muestran el tiempo acumulado en el cumplimiento del trabajo por la máquina, los espacios vacíos entre las rectas finas representan periodos de tiempo no consignados ó comprometidos, éstos periodos están disponibles, para asignarles nuevas tareas, cuando las gráficas de Gantt, están divididas en días, deben omitirse los domingos y los días festivos, y solo deben aparecer los días laborables.

Máquina	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Sierra longitudinal						500
Cortadora de largeros y guías						3980
Cortadora transversal paneles						2000
Mortaja #1						4000
Mortaja #2						2400
Espigador						3750
Moldudadora						2800
Hombros de espiga						2550
Lijadora						4000
Alisadora						3620

Tabla 4

1.5.5 Control de la producción.

El control de la producción se define como el diseño y la utilización de un procedimiento sistemático para establecer planes y controlar todos los elementos de una actividad.

El control de la producción incluye:

- 1.- Un plan completo.
- 2.- Un procedimiento continuado para determinar la propiedad con que se está llevando a cabo el plan.
- 3.- Un medio para regular la ejecución de tal modo que se cumplan las exigencias del plan.

La función de control de la producción consiste en investigar los diversos medios de establecer planes para realizar una actividad, de tal manera, que todos los elementos necesarios

para dicha actividad estén disponibles antes de que ésta comience. Estos elementos se deben combinar de tal manera que todas las partes de la actividad estén ligadas por una relación armoniosa. De ahí que nuestro objetivo en el presente trabajo va a ser el de sugerir algunas mejoras al sistema de control de la producción que actualmente tiene House of Fuller.

CAPITULO II

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA PLANTA DE COSMETICOS (CASO PRACTICO)

II.1 Antecedentes.

La información contenida en este capítulo, será desglosada en el siguiente diagrama de flujo presentado en la figura 9.

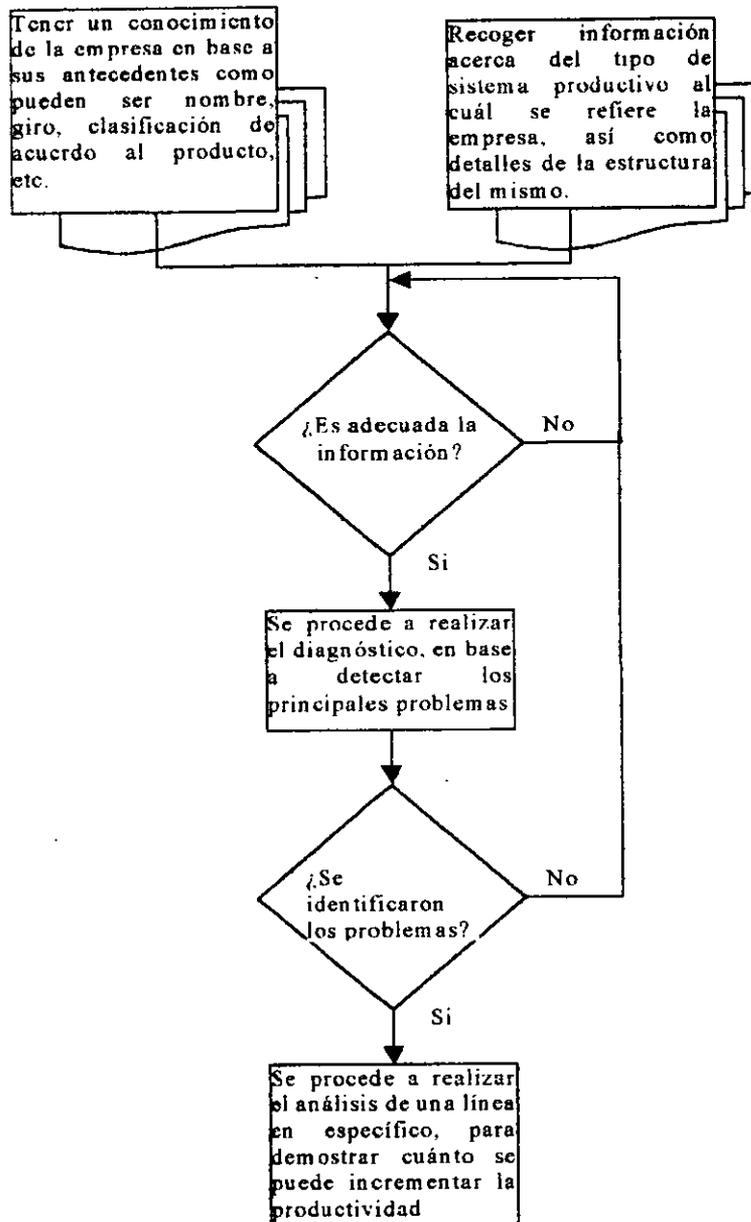


Figura 9

II.1.1. Conocimiento de la empresa.

- 1.- Nombre de la empresa: House of Fuller, S.A. de C.V.
- 2.- Giro: Fabricación y venta directa de artículos para el cuidado personal (cosméticos).
- 3.- Clasificación de acuerdo con el tipo de empresa: Secundaria.
- 4.- Clasificación de acuerdo al tamaño: Grande, ya que cuenta con una base en el área de manufactura de 240 personas y el área de líneas de surtido y distribución de pedidos de 390 operarios actualmente.
- 5.- Clasificación de acuerdo al producto: De consumo inmediato, ya que en muchos casos los productos tienen caducidad.
- 6.- Clasificación de acuerdo al capital: Privada.
- 7.- Análisis histórico: La empresa inicio sus operaciones en México en el año de 1962, fundamentalmente con la venta directa de cepillos (venta casa por casa), los cuales se manufacturaban en Estados Unidos y se importaban, gradualmente y aprovechando la infraestructura de ventas, los productos se fueron diversificando y aumentando el volumen de desplazamiento, por lo que se desarrollaron muchos maquiladores para satisfacer la demanda del cliente. En el año de 1982 el principal maquilador de manufactura de cosméticos pasa a ser parte del grupo y aprovechando la oportunidad de adquirir un terreno adyacente se construye una nave para la instalación de las líneas de surtido de pedidos quedando integrado el proceso actual, todavía se cuenta con el concurso de varios maquiladores, principalmente para lencería, ropa para bebe y recipientes herméticos.
- 8.- Estructura organizacional:

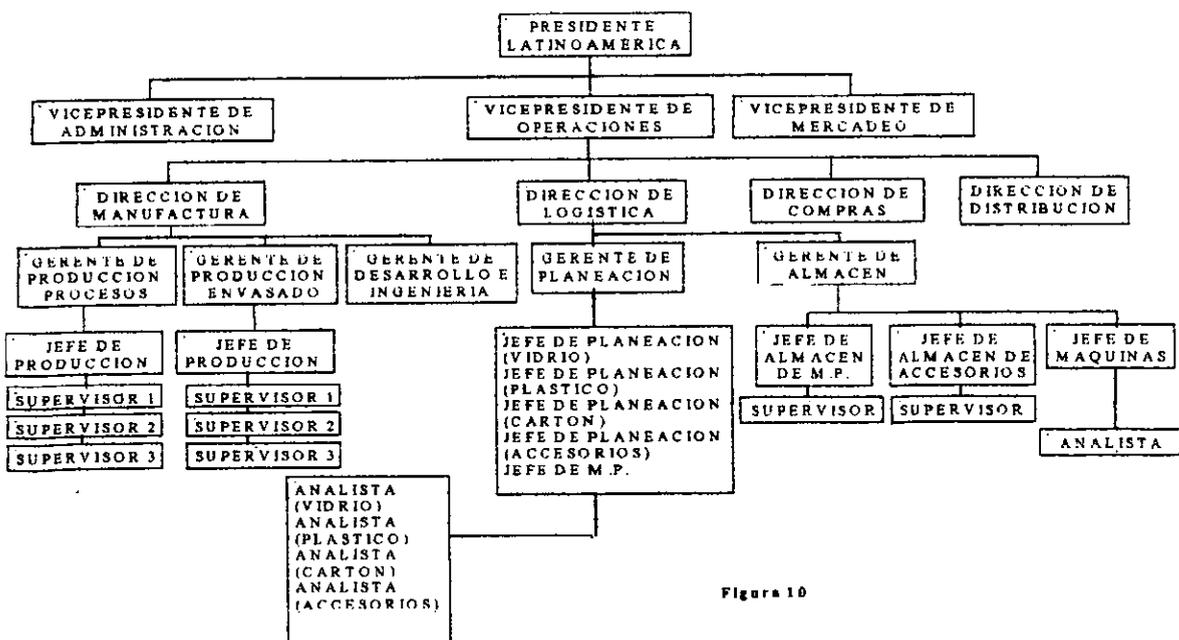


Figura 10

Para poder conocer las condiciones actuales en que se encuentra la empresa, es necesario tener un conocimiento completo de los productos que se elaboran, básicamente, House of Fuller manufactura las siguientes líneas de productos hidroalcohólicos como son:

- Perfumes para dama y caballero.
- Lociones para dama y caballero.
- Colonias para dama y caballero.

Fundamentalmente, la diferencia entre ellos es la concentración de perfume y la cantidad de alcohol que contienen, por ejemplo, una loción para después de afeitarse requiere menos alcohol y más agua desmineralizada para evitar irritación durante su aplicación. Lo mismo que un perfume requiere más concentración de la esencia (perfume) de hasta 5%, mientras que a una colonia sólo se le agrega máximo un 1.5% debido a que una colonia se aplica sólo después del baño, mientras que un perfume se aplica durante el transcurso del día y requiere cubrir aromas más fuertes.

Viscosos:

- Loción crema (crema líquida).
- Cremas sólidas.
- Desodorantes Roll-on.
- Shampoos.

Maquillajes:

- Maquillaje en crema.
- Maquillaje en polvo.
- Mascara para pestañas.
- Sombras para ojos.
- Lápiz labial.

Ciclo de vida del producto.

Debido a la naturaleza de los productos, muchos de ellos tienen un ciclo de vida fugaz, en ocasiones se podría decir muy fugaz.

Pero en contraposición existen productos e inclusive líneas completas de productos que tienen un ciclo estacionario de vida ya que llevan mucho tiempo en el mercado debido al prestigio de la marca.

Inicialmente un producto pasa por la etapa de muestreo de mercado, es decir, durante un período de precio a la venta real este producto se obsequia y se promociona con los clientes de ciertas zonas representativas, se observa el nivel de aceptación y se proyecta sobre el total del mercado obteniéndose estimaciones de venta que se pretenden explotar. Una vez que el producto se encuentra a la venta, se sigue observando el comportamiento que guarda, dependiendo de la necesidad que se cree de este nuevo producto, el ciclo puede ser largo o corto. Estadísticamente se ha observado lo siguiente:

- Hidroalcohólicos : El ciclo de vida es corto (de dos a tres meses) con excepción de las marcas ya conocidas, constantemente se lanzan nuevas submarcas para aprovechar las ventas de lanzamiento y consolidar alguna de éstas.

- Viscosos: El ciclo de venta es estacionario, ya que la mayoría de las submarcas tienen más de dos años en el mercado, en este tipo de productos no es posible tener lanzamientos constantemente, pues el desarrollo de formulaciones nuevas requiere de estudios y pruebas muy tardados, porque la mayoría de estos productos son para el cuidado de la piel y la aceptación por parte del público requiere de un período bastante largo de demostraciones de que el producto realmente funciona, una vez aceptado el mercado es prácticamente cautivo y su ciclo de venta es muy constante.
- Maquillajes: El ciclo de vida es estacionario, prácticamente se presenta el mismo fenómeno que para el tratamiento de la piel, pero en este caso la razón de la preferencia son los tonos de color que se manejan ya que en este sentido el público usuario es muy exigente, también se presenta el caso de irritaciones e incluso infecciones en ojos y piel por lo que la confianza ya ganada es importantísima.

Por ejemplo, estadísticamente para cuatro nuevas marcas de colonias y una que tiene cinco años en el mercado:

Producto	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Sofisticada	6200	1800	760	Descontinuado.
Kristell	5300	1400	350	Descontinuado.
Rene Minot	8700	3500	1100	Descontinuado.
Imagination	7500	3100	1200	Descontinuado.
Armand Dupree	3600	4100	2900	4200

Tabla 5

Como se puede observar todas las marcas nuevas se descontinuaron en el término de tres meses, una de ellas inclusive pudo haberse descontinuado al segundo mes, sin embargo la marca Armand Dupree se mantuvo sobre su nivel de venta. Constantemente la empresa está lanzando productos nuevos para aprovechar la venta por lanzamiento, ocasionalmente alguna de éstas queda con ciclos más largos.

Como se comentó anteriormente, para productos más especializados, por ejemplo, tratamientos de belleza o productos para el cuidado de la piel, el mercado es mucho más estable, ya que las personas que utilizan estos productos es difíciles que utilicen otros, por ejemplo, para la línea anti-age, que lleva cinco años en el mercado, se observa lo siguiente:

Producto	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Anti-age crema sólida (arrugas).	2500	3100	1800	2400
Anti-age loción facial (limpieza cutis).	3200	2800	2700	2900

Tabla 6

Para estos productos sólo se hacen cambios en diseños gráficos de envases o se promocionan ocasionalmente para seguir apoyando sus ventas.

Ciclo del producto.

Haciendo un análisis de la demanda a través del tiempo se observa lo siguiente:

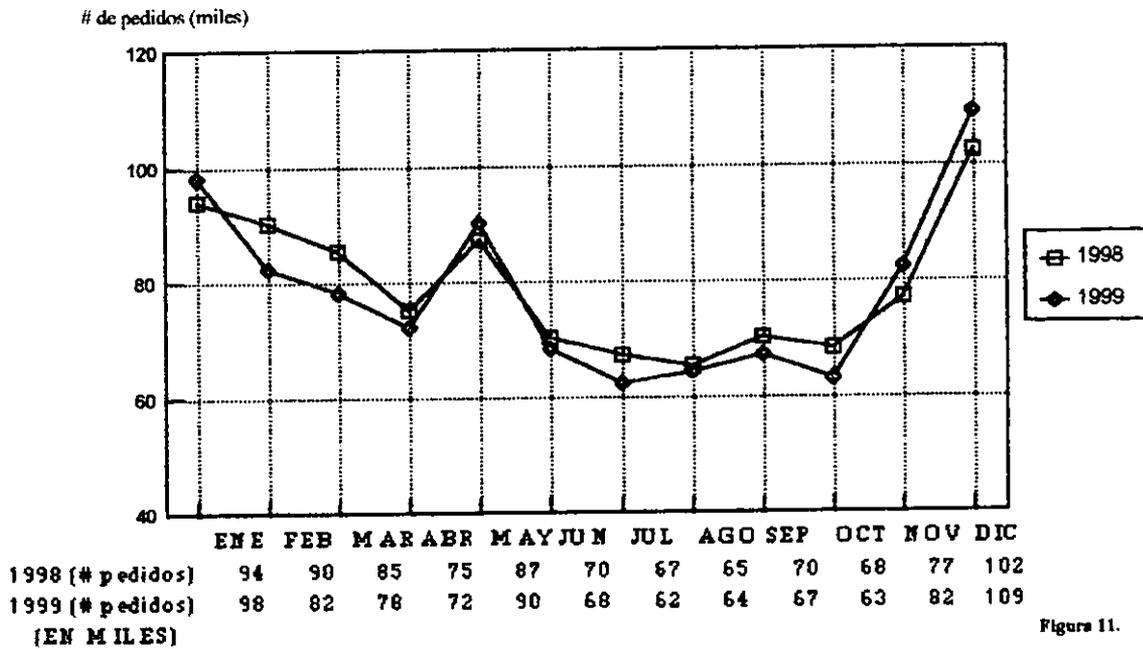


Figura 11.

En la venta directa de artículos para el cuidado personal (cosméticos) más que en cualquier otro artículo, es muy importante el servicio al cliente ya que por la naturaleza de los productos, fácilmente se sustituyen por artículos de otra empresa, que además todo el tiempo están a la mano, ya que difícilmente se recupera la imagen perdida. La labor de las promotoras de venta es intensa y muy difícil, y la planta debe apoyar este esfuerzo.

Básicamente la competencia en el mercado, está integrada por cuatro empresas:

- AVON COSMETICS, S.A. DE C.V.
- HOUSE OF FULLER, S.A. DE C.V.
- JAFRA COSMETICS, S.A. DE C.V.
- ARABELLA, S.A. DE C.V.

La participación del mercado según HOUSE OF FULLER es la siguiente:

Empresa	# de pedidos promedio/campaña (1999)	
AVON COSMETICS	164000	43%
HOUSE OF FULLER	82000	21.1%
JAFRA	74000	19.62%
ARABELLA	57000	15.1%

La sección de mercado a la que se le da servicio es popular en el ámbito nacional por lo que el régimen de precio debe ser totalmente accesible, para no salir de competencia.

II.1.2. Descripción y clasificación del sistema productivo.

De acuerdo con las características del sistema de producción House of Fuller se puede clasificar como una combinación de sistema de manufactura continuo e intermitente, ya que

dependiendo de la línea de producto que se maneje se puede caer en ambos casos, por ejemplo: para la línea de desodorantes Roll-on el sistema es continuo ya que en general sólo se varía la fragancia del perfume y toda la formulación adicional es la misma, por lo que las mezclas pasan continuamente de los tanques de proceso a la línea de envasado, por otro lado la línea de lápiz labial, se fabrica por lotes, ya que cada marca y tono lleva formulaciones diferentes.

Difícilmente podemos encontrar sistemas de manufactura que se encuadren exclusivamente en alguna de las clasificaciones a saber:

- Sistemas continuos.
- Sistemas intermitentes.

Ya que la mayoría de la producción de éstos productos son combinaciones de ambos por las características de competencia y mercado que prevalecen en nuestro país.

En la fabricación de cosméticos el sistema de manufactura de House of Fuller se divide en dos áreas (figura 12):

- Área de procesos: Es en donde se elabora el producto a granel, esto es, donde se realizan las mezclas de las formulaciones y se llevan a efecto todos los procesos pertinentes para la elaboración de los productos, como es agitación, control de temperatura, humedad, viscosidad, etc.(Figura 13).
- Área de envasado: Es donde se envasa en presentaciones individuales el producto a granel, existen una gran variedad de envases individuales, y por tanto una gran variedad de equipos, desde totalmente automatizados, hasta totalmente manuales, de pieza por pieza. (Figura 14).

**CORTE A-
ÁREA DE PROCESOS**

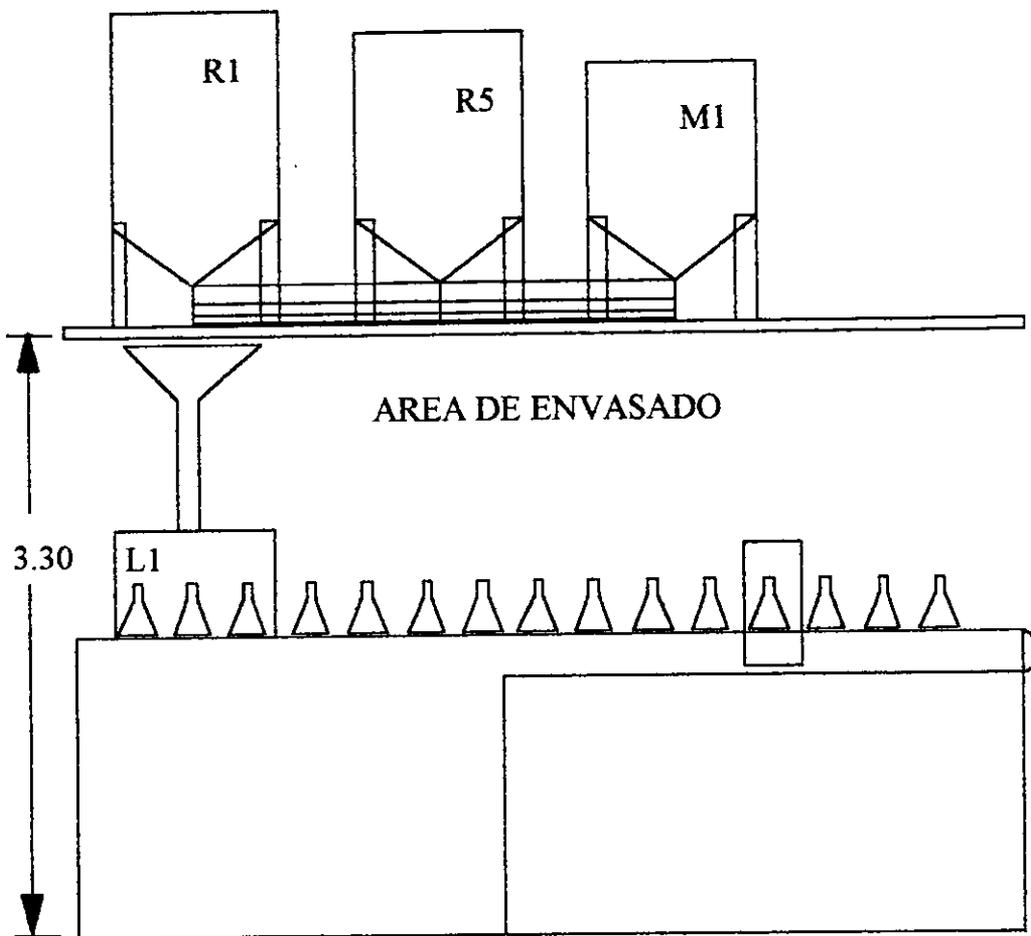


Figura 12

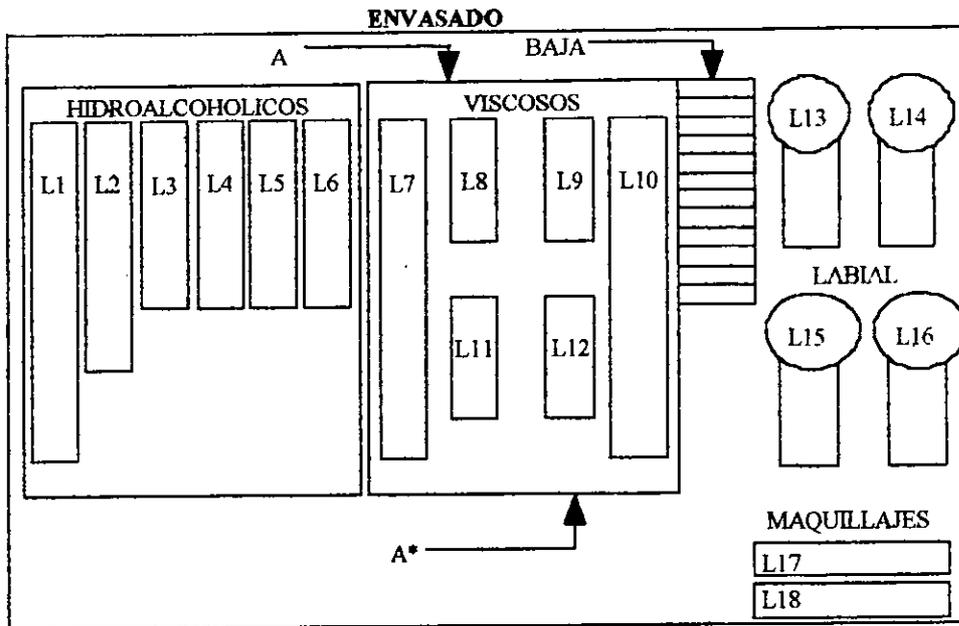


Figura 14.

L (Subíndice) = Línea.

Tipo de maquina.	Características.	Capacidad (pz/hr.).	Llenado.
L1 Automática.	24 Boquillas.	1400 pz/hr.	15 - 200 ml.
L2 Automática.	18 Boquillas.	1000 pz/hr.	15 - 200 ml.
L3 Semiautomática.	4 Boquillas.	300 pz/hr.	15 - 300 ml.
L4 Semiautomática.	4 Boquillas.	300 pz/hr.	15 - 300 ml.
L5 Semiautomática.	4 Boquillas.	300 pz/hr.	15 - 300 ml.
L6 Semiautomática.	4 Boquillas.	300 pz/hr.	15 - 300 ml.
L7 Automática.	6 Boquillas.	900 pz/hr.	100 - 500 ml.
L8 Semiautomática.	1 Boquilla.	200 pz/hr.	20 - 300 ml.
L9 Semiautomática.	1 Boquilla.	3400 pz/hr.	60 - 100 ml.
L10 Automática.	6 Boquillas.	200 pz/hr.	20 - 300 ml.
L11 Semiautomática.	1 Boquilla.	200 pz/hr.	20 - 300 ml.
L12 Semiautomática.	1 Boquilla.	200 pz/hr.	8 Gramos.
L13 Semiautomática.	Carrusel.	350 pz/hr.	8 Gramos.
L14 Semiautomática.	Carrusel.	350 pz/hr.	8 Gramos.
L15 Semiautomática.	Carrusel.	350 pz/hr.	8 Gramos.
L16 Semiautomática.	Carrusel.	350 pz/hr.	8 Gramos.
L17 Manual		150 pz/hr.	2 - 10 Gramos.
L18 Manual		100 pz/hr.	2 - 10 Gramos.

II.2 Análisis y evaluación de la problemática.

II.2.1. Establecimiento del objetivo general.

- Objetivo: Incrementar la productividad entre 10 y 15% en 6 meses.
- Atributo: Productividad.(pag. 3 del presente trabajo)
- Escala de medida: piezas/hora-hombre.
- Umbral: 15% - 25%.
- Horizonte: 6 meses.

II.2.2. Diagnostico de la situación actual.

Inicialmente, se puede decir que debido al sistema de ventas directas, la información de pronósticos de demanda suele tener fuertes variaciones, tanto de sobreventas como de bajoventas, por supuesto esto provoca grandes problemas al área de operaciones que normalmente no ha podido anticipar, para evitar exceso de inventarios ó falta de los mismos.

Sabemos que ésta situación no es exclusiva de Fuller, pues casi el 100% de las empresas en México padecen el mismo problema, sin embargo, la responsabilidad del servicio a ventas y el mantener bajos los costos en la operación, es decir, mantener inventarios óptimos, bajos índices de merma, alta productividad, excelente calidad, etc., es básicamente el área de operaciones. En el momento de revisar resultados normalmente no se visualiza que la mayoría de ellos son provocados por pronósticos de demanda erróneos, por lo que resulta fundamental que antes de tomar decisiones se deben revisar exhaustivamente, lo cuál dentro de la compañía normalmente no ocurre. Como se mencionó anteriormente, los pronósticos de demanda son fundamentales para el proceso de planeación, y si ésta inicia con bases que no son firmes, obviamente las siguientes fases sistemáticamente también tendrán fallas que tendrán que ir ajustándose, sin embargo, cuando éste proceso es repetitivo comienza a provocar grandes desajustes dentro del plan general.

Se pueden mencionar, como los que más afectan a la productividad, los siguientes:

- Falta de suministro de materiales, debido a sobreventas y donde planeación, compras y proveedores no reaccionan a tiempo, provocando agotamiento de productos.
- Exceso de cambios en producción. Al no contar con los suministros necesarios las corridas de producción son cortas y repetitivas cuando llegan los materiales se tiene que volver a repetir el ciclo de la producción con la correspondiente pérdida de tiempo por reajuste de equipo.
- Altos índices de merma, debido a que los equipos no alcanzan el nivel de eficiencia durante la corrida de producción.
- Baja eficiencia de equipos, debido a corridas muy cortas.
- Exceso de tiempos muertos.
- Escasa motivación en el personal operativo al dar la impresión de no tener control de la operación.
- Altos inventarios, debido a bajoventas el control de inventarios y de compras no reaccionan con la debida oportunidad.

- Mala calidad de productos, ya que al convertirse en urgencias no se respetan al 100% las normas tanto de materiales como de producto terminado.
- Bajo servicio a ventas. (Productos agotados o sustituidos).
- Problemas de mantenimiento, pues al no trabajar con demasiadas urgencias los programas de mantenimiento preventivo no se pueden aplicar.
- Mal ambiente de trabajo, debido a exceso de presiones.

Aunado a esto nos encontramos con una situación muy particular, pues como se mencionó en el análisis histórico, la planta de cosméticos inicialmente comenzó a trabajar con Fuller como maquilador (Probemex). Posteriormente se incorporó como parte de la empresa por lo que el departamento de planeación de Fuller tuvo que absorber las responsabilidades de la administración de la planta, por supuesto, el período de transición ha sido difícil, ya que dentro de la planta existe personal que se dedica a esa actividad lo cuál origina confusión y duplicidad de funciones.

De hecho esta situación ha originado confrontaciones y división entre el personal ya que la integración no se ha completado y muchas veces se sigue hablando de empresas separadas. La misma dirección general ha contribuido a esto, ya que sigue las mismas razones sociales de antes lo que provoca que haya nóminas diferentes, sistemas diferentes de las mismas áreas en ambas empresas, y hasta uniformes de operarios diferentes dentro de la misma área.

Hablando nuevamente de los pronósticos de demanda, podemos enfocarlos desde dos puntos de vista: las variaciones a nivel general y particulares de producto por producto.

A nivel general, haciendo un análisis de la demanda real contra el pronóstico se observa lo siguiente:

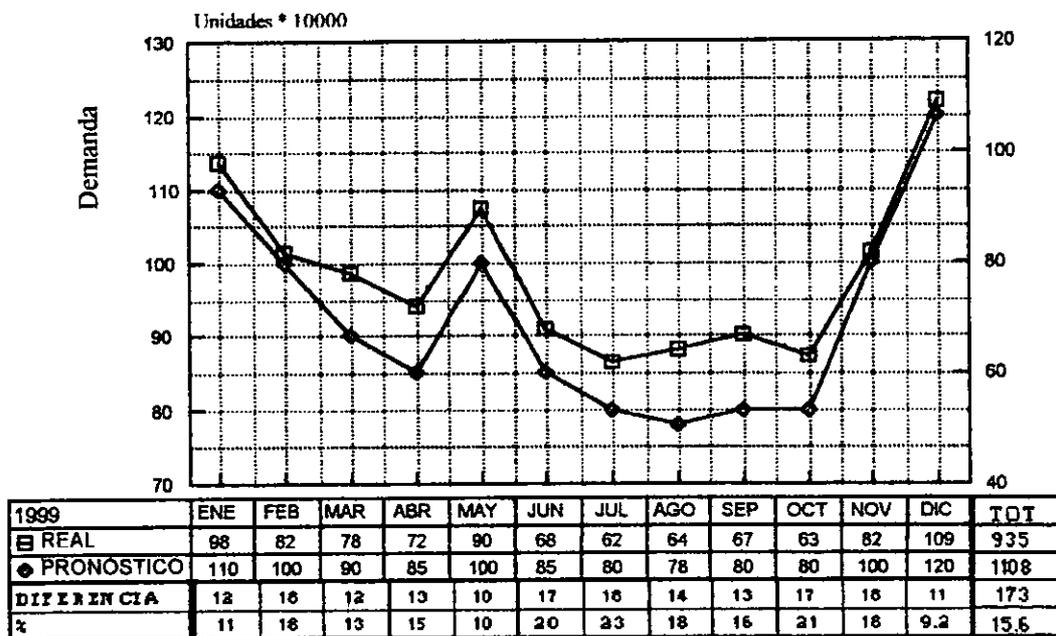
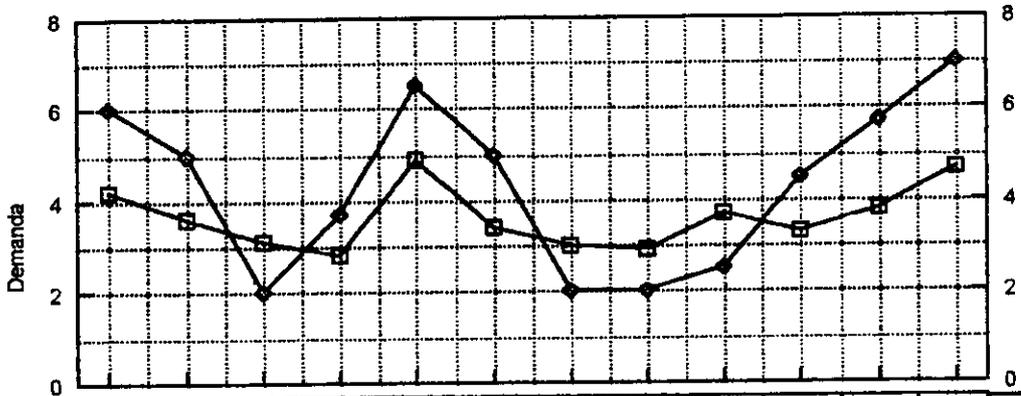


Figura 15

Durante 1999 existe un promedio de 15.6% de diferencia contra lo estimado y se piensa

que no es muy grave. Si hacemos el mismo análisis para un producto en particular se observa lo siguiente:

Unidades * 10000 ARMAND DUPREE LOCION - CREMA (CREMA LIQUIDA)



1999	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT
REAL	4.2	3.6	3.1	2.8	4.9	3.4	3	2.9	3.7	3.3	3.8	4.7	43.4
PRONOSTICO	6	5	2	3.7	6.5	5	2	2	2.5	4.5	5.7	7	51.9
DIFERENCIA	1.8	1.4	-1	0.9	1.6	1.6	-1	-1	-1	1.2	1.9	2.3	8.5
%	30	28	55	24	25	32	50	45	48	27	33	33	16.4

Figura 16

El promedio anual no representa una gran variación, pero mensualmente se observan variaciones muy fuertes tanto de sobreventa como de bajoventas.

Comúnmente sucede que la suma algebraica a través de un periodo compensa las variaciones por lo que la evaluación de la certeza del pronóstico global suele ser engañosa. Finalmente como se mencionó en el inciso anterior, la responsabilidad del servicio a ventas, el servicio a la planta, y los inventarios son responsabilidad de logística, independientemente de que ventas pronostique bien o mal su demanda.

Es importante hacer notar que sistemáticamente se ha venido pronosticando entre un 15% y 17% arriba de la demanda real lo que naturalmente ha originado un aumento en los inventarios como lo demuestra la siguiente cifra:

- Costo del inventario de envases en abril de 1998: 81.4 millones de pesos.
- Costo del inventario de envases en diciembre de 1998: 98.7 millones de pesos.

Aumento de 17.3 millones de pesos = 21.2%.

Tomando en cuenta los aumentos de precios durante el periodo y los materiales que van quedando obsoletos, el índice de 21.2% se ajusta a los datos de sobreventa de los costos estimados.

También es importante analizar el aspecto de la coordinación de las actividades de producción, esto es; como ya se dijo, existe un grave problemas desde el punto de vista de la organización ya que no se ha integrado ni hay una coordinación de actividades y responsabilidades, lo que origina confusión durante los procesos de manufactura.

Actualmente, el sistema de información y coordinación funciona de la siguiente forma: Para empezar el departamento de planeación recibe la información de los pronósticos de demanda por parte del área de ventas, el cuál los captura en el sistema BPCS (Sistema de Planeación y Control de Negocios). Esta información constantemente se actualiza, inclusive durante el período de venta real o uno o dos días antes de iniciar el período.

Planeación toma esta información para elaborar el M.R.P. (Ver pag. 24), si tomamos en cuenta que el horizonte de planeación se toma de dos meses los cambios al pronóstico dentro de éste período deben ajustarse rápidamente; muchas veces y debido al volumen de cambios o al corto tiempo con el que se cuenta los ajustes, no son tan ágiles como deberían.

Una vez que se cuenta con los materiales y estando en tiempo, teóricamente para la fabricación, se emite una orden de producción, también por parte del departamento de planeación, pasa al departamento de producción donde un programador le asigna el equipo y prioridad de fabricación se emite de acuerdo a su criterio que muy frecuentemente no es el mismo de planeación ya que constantemente las órdenes son emitidas bajo criterios de producción difíciles de lograr pues no se hace un análisis de capacidad de producción, factibilidad, disponibilidad de equipos, cargas de máquinas, etc.. Esto origina que constantemente las producciones no se entreguen a tiempo, provocando agotamiento de productos. La responsabilidad se diluye entre planeación y producción y ambas áreas más que poner una solución al problema, buscan salir lo mejor librados de la situación.

El problema de no contar con un área de planeación, programación y control de la producción definida y formal, provoca que la responsabilidad de ésta actividad se diluya entre dos áreas, a saber:

- Planeación.
- Producción.

Por un lado, planeación, que era a quien le corresponde no ha podido o no ha querido adquirir la responsabilidad de tomar la función al 100%, sin embargo están acostumbrados a darle servicio como a cualquier maquilador, esto es; sólo mandarles las órdenes y esperar a recibir la información en tiempo, dejando a la planta la responsabilidad de administrar la producción según su criterio. Por otro lado la planta hace lo que puede, pues planea, programa y controla la producción o fabrica los productos, se ven grandes problemas en ambas funciones, porque faltan recursos tanto personal especializado como en equipos (terminales de AS/400 ó PC) para realizar ésta función; por ejemplo, cualquier persona, (supervisor e inclusive jefes de línea u operadores) a programar, con los resultados comentados anteriormente.

Ésta situación tiene algunas ventajas para la producción, puesto que al ser la misma área la que controla sus operaciones, desde el punto de vista administrativo es juez y parte de su actuación, esto provoca que todos los registros como son mermas, eficiencias, tiempos muertos, etc., no sean reales, sin embargo, se reporta la operación sobre ciertos parámetros aceptables. La figura 17 ilustra lo anterior.

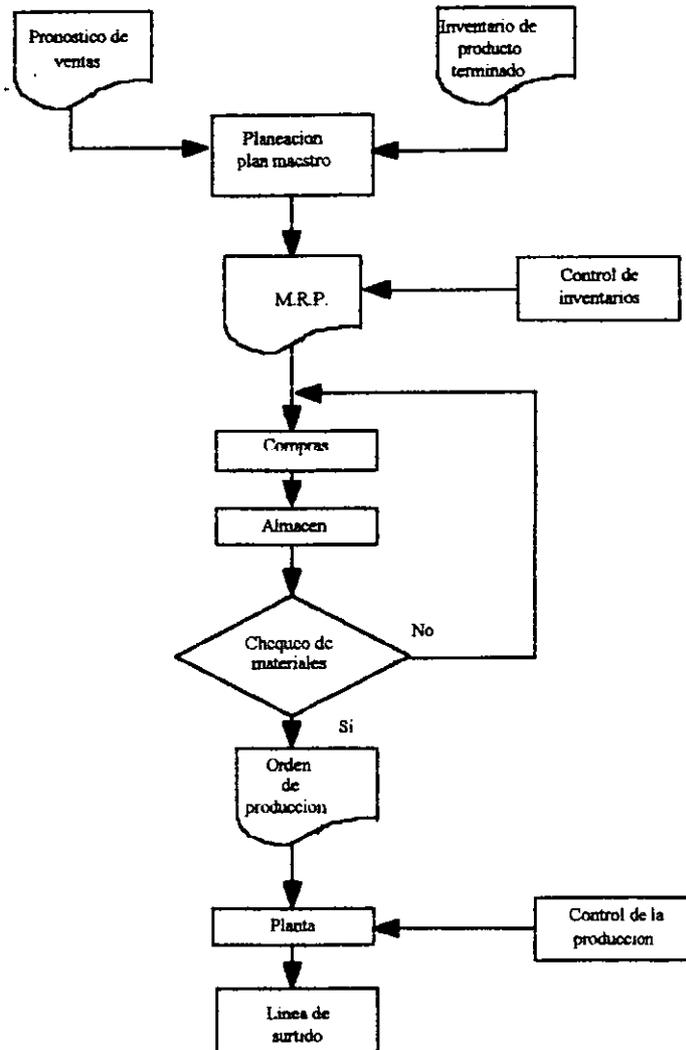


Figura 17

Una vez planteada la problemática de la empresa, es conveniente definir un plan de trabajo para alcanzar el objetivo general.

- Análisis del pronóstico de demanda: Se considera fundamental atender los pronósticos de la demanda, para lo cual es necesario realizar una recopilación de datos históricos de los productos, con el objeto de determinar en cierto momento modelos de pronósticos que se ajusten más a la realidad. Por otro lado auxiliar al área de ventas dando información de tendencias y desviaciones típicas esperadas, para de ésta forma poder cuestionar los pronósticos y llegar a un consenso en la información y toma de decisiones. Se sabe que frecuentemente las ventas se estiman por arriba de su desplazamiento esperado aún conociendo que no se van a lograr las metas, pues existen presiones por parte de la dirección. Se puede esperar que con éste tipo de control de pronóstico de la demanda manejado por una planeación adecuada se aproxime a la realidad.

- Determinación de la capacidad de producción: Antes de seguir con cualquier plan es fundamental saber si es factible de realizarse, por esto se requiere saber la capacidad real de producción como se comentó en el inciso anterior. Mucha información del área de producción no es real ya que debido al afán de quedar bien la información se maquilla, por lo que es fundamental realizar estudios reales para determinar éste parámetro.
- Parámetros de producción: De la misma forma que en el punto anterior, es necesario estudiar y establecer los parámetros fundamentales de producción como son:
 - a) Eficiencias de equipos.
 - b) Productividad.
 - c) Tiempos muertos.
 - d) Mermas.

Debido a la situación descrita, es necesario comenzar a llevar registros a partir de las nuevas fabricaciones, obviamente debe ser un área ajena a producción.

- Determinación de lotes económicos y rutas económicas de producción: Para garantizar la máxima utilización del equipo y mano de obra. En la tabla 5 se muestra el plan general de trabajo:

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Recopilar información de ventas (Promósticos de demanda)						
Recopilar registros de ventas reales						
Cálculo de modelos e identificación de tendencias						
Recopilar información para el cálculo de la capacidad de producción						
Cálculo de las capacidades de producción e implantación						
Elaboración de formatos y procedimientos para establecer registros de producción						
Evaluación y control de parámetros de producción						
Recopilar datos para lotes y rutas de producción						
Determinación de lotes y rutas de producción						
Control y seguimiento						

Tabla 5

II.2.3 Implantación.

En la implantación del proyecto (ver tabla 6) están involucradas, sin embargo, es importante llamar la atención en el hecho de que para incrementar la productividad es necesario el concurso de todos para emitir juicios sanos basados en los hechos y en el consenso de grupo.

Áreas	Facturación	Informática	Ventas	Planeación	Ingeniería Industrial	Control de la producción	Costos	Producción
Actividades	Registros de ventas reales.	Registros de ventas reales. Registros de pronósticos de demanda.	Registros de pronósticos de demanda.	Cálculo de modelos de identificación de tendencias.	Cálculo de modelos de identificación de tendencias. Recopilación de la información y Cálculo de la capacidad de producción. Elaboración de formatos y procedimientos para determinar lotes económicos de producción. Evaluación y control de parámetros de producción. Recopilación de información para el Cálculo y determinación de lotes económicos de producción. Análisis y determinación de rutas óptimas de producción. Análisis y determinación de rutas óptimas. Control y seguimiento.	Elaboración de formatos y procedimientos para establecer los de producción. Evaluación y control de parámetros de producción. Recopilación de información para el cálculo y determinación de lotes económicos de producción.	Recopilación de información para el cálculo y determinación de lotes económicos de producción.	Recopilación de información para el cálculo y determinación de producción.

Tabla 6

El departamento de control de la producción, como tal no existe en la empresa, las actividades y responsabilidades de ésta área se comparten hasta donde es posible entre producción y planeación, sin embargo, muchas de las actividades desarrolladas durante el proyecto le corresponden por ejemplo para la evaluación y control de los parámetros de producción es indispensable, promover su creación.

La coordinación de actividades y el acopio de información debe ser responsabilidad de un área, ajena a producción, donde las prioridades no obedecen a necesidades específicas de la planta, sino que el servicio, tanto a ventas como a planta, se justifiquen y adapten, exclusivamente a los intereses generales de la empresa. En la figura 18 se observa la importancia de ésta área y cuál es el flujo de información una vez implementado el proyecto.

En muchos casos se ha demostrado que la productividad se puede incrementar con el sólo efecto de aplicar un mejor control y un proceso lógico y racional en la planeación y ejecución de programas.

De acuerdo con lo anterior se pueden esperar grandes beneficios como son:

- Cumplir con las cantidades y tiempos de entrega requeridos por el mercado dentro de los parámetros que se determinen.
- Colaborar a mantener bajos los costos de producción, haciendo que los recursos invertidos se aprovechen al máximo.
- Facilitar el desarrollo del sistema productivo proporcionando la información requerida para, así como aquella necesaria para controlar otros sistemas relacionados con la producción.

A estos les podemos agrupar algunos beneficios más concretos, que son subsidiarios de los primeros, como:

- Reducción del nivel de inventarios (producto terminado y proceso).
- Reducción de tiempos muertos.

- Mejor utilización de la maquinaria y equipo.
- Mejor aprovechamiento de la mano de obra.
- Reducción de mermas.
- Mejoramiento de la motivación de los trabajadores.

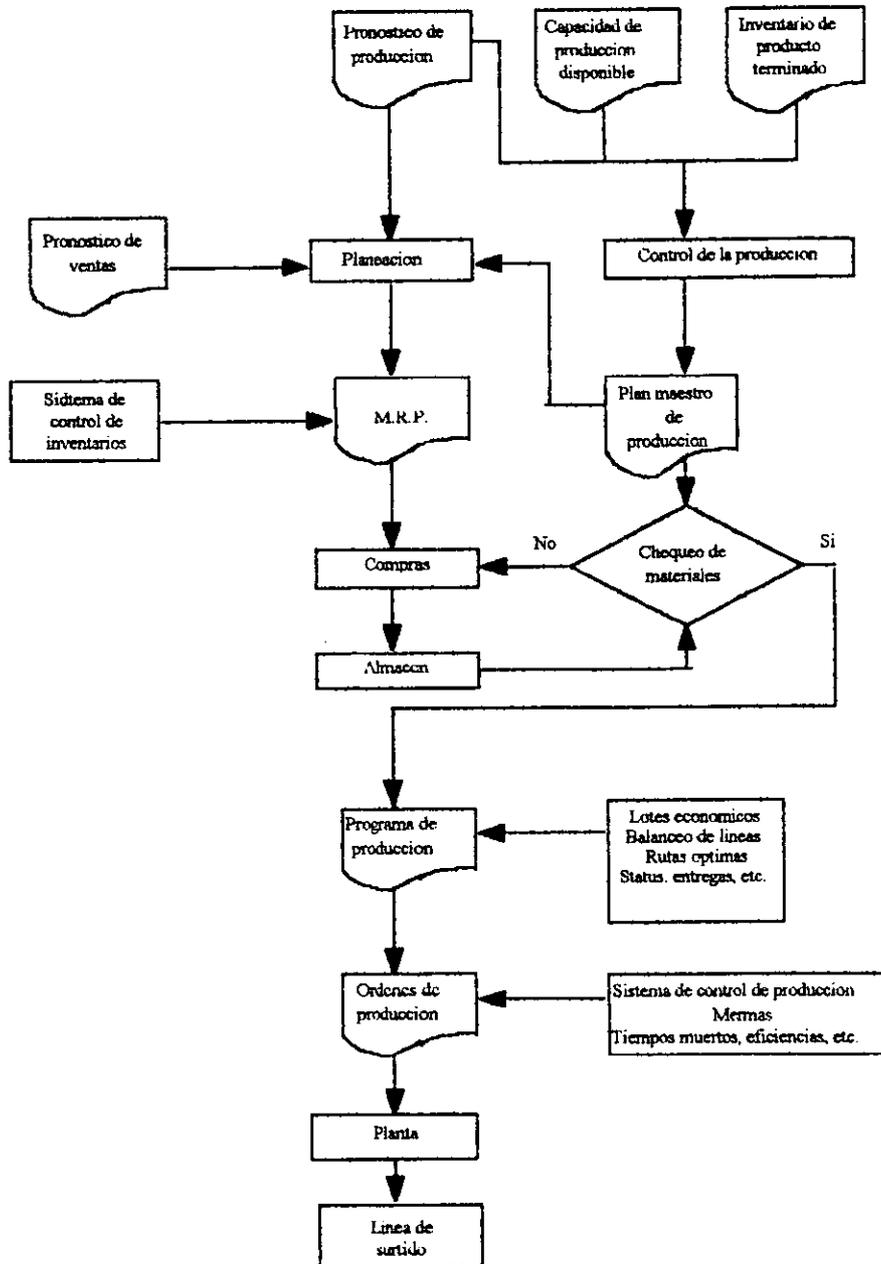


Figura 18

II.3 Funciones de planeación, programación y control de la producción.

II.3.1 Pronóstico de producción.

Al examinar la información, se pueden determinar parámetros y relaciones que aseguren el aumento de la productividad; los modelos derivados de los datos que permiten pronosticar el futuro constituyen la base para la planeación y toma de decisiones.

Para la elaboración del pronóstico de producción, partimos del análisis del pronóstico de ventas para determinar un pronóstico de demanda real, el cual es comparado con la capacidad disponible y los inventarios de producto terminado.

Pueden haber diferencias entre el pronóstico de ventas y el pronóstico de producción por lo que es conveniente informar a ventas que si se pueda contar con algún producto. Tomando el ejemplo que se menciona en III.2.4. (lociones-crema o cremas líquidas) se recopilaron los siguientes datos:

VENTAS REALES Y PRONOSTICO

		1990 (unidades * 1000)											
CLAVE	PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
19A	ARMAND DUPREE	(29.7) 24.7	(24.8) 21.4	(24.8) 20.7	(25.5) 18.4	(26.2) 25.6	(18.1) 20.4	(21.4) 18.7	(18) 15.6	(20.1) 18.7	(20) 16.2	(20) 17.4	(25.1) 23.9
19C	CRISTELL	(25.7) 22.4	(24) 20.8	(19) 16.9	(14) 19.4	(20) 24.8	(18) 21.7	(21) 17.9	(20) 16.2	(22) 19.8	(21) 17.6	(21) 19.1	(30) 25.4
19D	RENE MENOT	(21.6) 29.6	(20) 25.7	(18) 21.6	(21) 18.6	(24) 28.1	(20) 24.6	(21) 19.6	(19) 16.4	(19) 17.9	(15) 19.5	(20) 17.6	(25) 21.6
19E	AQUARRELL	(30.1) 26.5	(19) 21.2	(20) 18.7	(21) 19.5	(24) 27.7	(20) 22.8	(22) 20.4	(20) 17.1	(17) 22.4	(23) 20.6	(25) 22.4	(31) 27.2
19F	SHANTUNG	(18) 20.6	(20) 18.6	(20) 17.9	(22) 21.2	(29) 24.5	(25) 21.4	(20) 17.8	(18) 15.4	(15) 19.5	(16) 18.4	(25) 23.1	(21) 25.8
19G	SOFISTICADA	(21) 27.7	(23) 20.4	(21) 16.2	(15) 19.4	(28) 25.4	(23) 19.7	(19) 16.1	(19) 14.7	(20) 18.7	(22) 21.6	(20) 24.3	(29) 26.4
19H	DAZZLING	(26) 22.9	(23) 19.8	(21) 17.4	(21) 18.6	(22.5) 26.8	(24) 21.4	(21) 18.4	(20) 16.7	(20) 17.9	(22) 19.8	(23) 17.8	(26) 24.1
19I	FACINATION	(30) 26.8	(18) 22.4	(23) 19.6	(26) 22.1	(23) 28.6	(20) 25.6	(23) 21.9	(20) 18.2	(20) 21.8	(21) 25.6	(24) 20.4	(26) 21.6
19K	DAILY RICH	(22) 27.4	(26) 25.2	(24) 21.5	(21) 23.2	(26) 29.7	(28) 26.2	(25) 22.2	(23) 19.7	(20) 22.3	(27) 24.4	(28) 25.1	(30) 26.7
19M	AZZIS	(28) 24.2	(26) 23.9	(20) 19.9	(20) 22.4	(24) 27.2	(20) 22.4	(20) 19.4	(19) 16.7	(18) 19.5	(20) 17.5	(20) 20.7	(26) 22.8
19N	CARLA MUSK	(30) 26.8	(25) 20.8	(22) 16.7	(20) 19.6	(26) 24.8	(20) 20.2	(20) 17.6	(18) 15.6	(15) 18.7	(15) 19.8	(20) 23.5	(23) 27.2
19P	GLIC. Y LIMON	(31) 27.7	(30) 22.6	(26) 18.8	(20) 17.4	(25) 29.4	(20) 24.8	(20) 21.3	(20) 18.2	(22) 21.4	(22) 24.1	(24) 22.7	(26) 29.7
19Q	WOMEN LASH	(30) 29.7	(25) 24.9	(20) 19.4	(20) 24.3	(24) 27.6	(27) 25.1	(22) 22.7	(22) 19.8	(20) 23.1	(20) 21.5	(21) 24.8	(25) 27.6
TOTAL		337	287.7	245.3	264.1	350.2	296.3	254	220.3	261.7	266.6	278.0	330

LÍNEA LOCION-CREMA (CREMA

Tabla 7

()

Después de haber obtenido todos los datos concernientes a las demandas de los productos se procederá a realizar los cálculos pertinentes, proyectando un horizonte para el mes de enero, producto por producto seleccionado. Cabe hacer mención que en el pronóstico calculado en la tabla 7 con base a una aproximación hecha, por los responsables del área de mercadotecnia, los

dos datos nos van a ser de utilidad ya que se tomará el comportamiento de los doce meses anteriores.

Producto	Mes/Año	σ	M.A.D.	Pronostico elegido
-Armand Dupree	Enero-2000	0.4	3.62	21.85
	Febrero-2000	0.4	3.62	22.55
	Marzo-2000	0.4	3.62	23.25
- Cristell.	Enero-2000	0.39	4.13	23.65
	Febrero-2000	0.39	4.13	24.55
	Marzo-2000	0.39	4.13	25.45
-Rene Minot.	Enero-2000	0.6	2.88	21.96
	Febrero-2000	0.6	2.88	23.01
	Marzo-2000	0.6	2.88	24.06
-Aquarell.	Enero-2000	0.36	4.30	25.6
	Febrero-2000	0.36	4.30	26.34
	Marzo-2000	0.36	4.30	27.09
-Shantung.	Enero-2000	0.25	4.26	23.16
	Febrero-2000	0.25	4.26	23.58
	Marzo-2000	0.25	4.26	24
-Sofisticada.	Enero-2000	0.3	3.86	24.75
	Febrero-2000	0.3	3.86	25.41
	Marzo-2000	0.3	3.86	26.06
-Dazzling.	Enero-2000	0.45	3.84	23.15
	Febrero-2000	0.45	3.84	24.12
	Marzo-2000	0.45	3.84	25.09
-Facination.	Enero-2000	0.61	3.36	21.11
	Febrero-2000	0.61	3.36	20.78
	Marzo-2000	0.61	3.36	20.45
-Dally Rich.	Enero-2000	0.42	4.39	26.67
	Febrero-2000	0.42	4.39	27.30
	Marzo-2000	0.42	4.39	27.94
-Azzis.	Enero-2000	0.44	3.59	22.43
	Febrero-2000	0.44	3.59	23.07
	Marzo-2000	0.44	3.59	23.71
-Carla Musk.	Enero-2000	0.33	4.08	25.42
	Febrero-2000	0.33	4.08	26.30
	Marzo-2000	0.33	4.08	27.18
-Glice. y limón.	Enero-2000	0.4	4.74	28.44
	Febrero-2000	0.4	4.74	29.66
	Marzo-2000	0.4	4.74	30.88
-Women Lash.	Enero-2000	0.43	4.34	27.26
	Febrero-2000	0.43	4.34	28.17
	Marzo-2000	0.43	4.34	29.08

Tabla 8

Es muy importante antes de continuar el proceso que estos resultados se comenten con el área de mercadotecnia, ya que se pueden observar diferencias, no podemos afirmar que el

método de pronóstico aplicado sea 100% eficaz, ya que finalmente es sólo una aproximación matemática, sin embargo es una buena base, para pronósticos reales. Lo importante es lograr el consenso general y concientizar a las áreas involucradas de que la toma de decisiones depende de ésta información, y que impactarán de manera muy importante en los resultados de la empresa.

II.3.2. Planeación de la capacidad de producción y plan maestro

Establecimiento de la capacidad.

La importancia de determinar o conocer la capacidad de producción es inherente al proceso de planeación, ya que antes de proseguir con cualquier plan es importante asegurarse de su factibilidad, ya que el programa maestro requiere ajustarse a la capacidad y al tiempo de producción para que el sistema rinda lo que se espera.

Como se menciono anteriormente, el proceso de producción se realiza en dos fases:

- a) Elaboración del producto a granel (proceso).
- b) Envasado individual del producto (envasado).

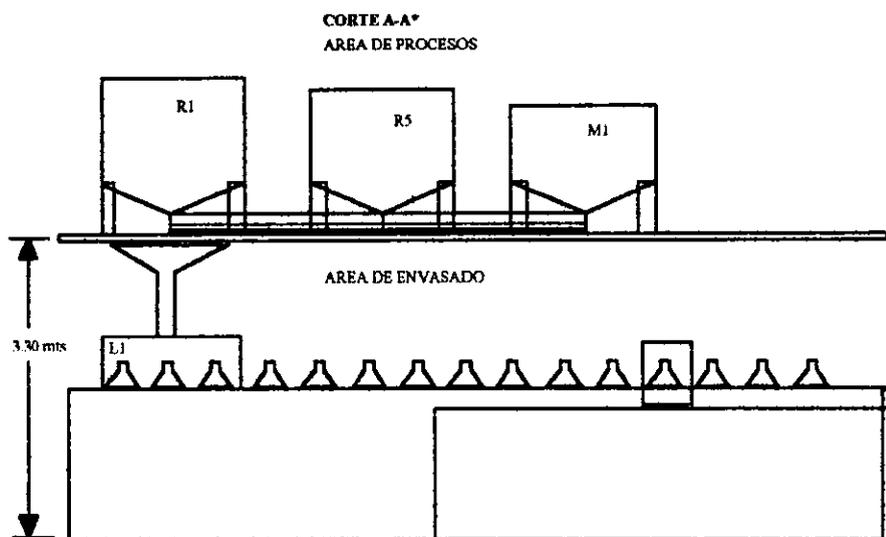


Figura 19

En el área de procesos, indistintamente se puede utilizar cualquier equipo para fabricar el producto y sólo se tienen limitaciones en la capacidad del recipiente usado, esto es:

- Dos recipientes de 3000 kg.
- Dos recipientes de 2000 kg.
- Dos recipientes de 1000 kg.
- Dos recipientes de 500 kg.

Que son las capacidades que normalmente se manejan en las órdenes para lociones-crema, puesto que, fabricar lotes más pequeños (100 kg.), no es costeable por el tiempo de proceso (5 hrs.).

El tamaño del lote se determina con base en el requerimiento de ventas y a la disponibilidad de equipo.

Si tomamos en cuenta las ventas reales del inciso anterior y conociendo el contenido individual por unidad (0.290 kg.) observamos como la demanda fluctúa entre 64 y 102 ton/mes, para los meses con mayor y menor demanda respectivamente, mientras que la capacidad instalada en el área de procesos es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 2 \text{ recipientes de } 3000 \text{ kg.} &= 6000 \text{ kg.} \\
 2 \text{ recipientes de } 2000 \text{ kg.} &= 4000 \text{ kg.} \\
 2 \text{ recipientes de } 1000 \text{ kg.} &= 2000 \text{ kg.} \\
 2 \text{ recipientes de } 500 \text{ kg.} &= \underline{1000 \text{ kg.}} \\
 &13000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$13000 \text{ kg./día} * 24 \text{ días/mes} = 312 \text{ ton/mes.}$$

Considerando que se fabrica un lote por recipiente por día, lo que indica que la utilización de la capacidad de proceso para este producto está entre 20.5% y 32.7%, y sabiendo que estos mismos equipos se utilizan para la elaboración de otros productos (desodorantes, roll-on, shampoos, cremas sólidas, etc.) las capacidades de proceso rebasan con mucho a las demandas, es necesario esperar a que haya equipo de envasado disponible para vaciar los recipientes.

Por otro lado, en el área de envasado sólo se pueden utilizar tres equipos para la elaboración del producto cuya capacidad instalada es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Línea 7} &= 900 \text{ piezas/hr.} \\
 \text{Línea 11} &= 660 \text{ piezas/hr.} \\
 \text{Línea 12} &= \underline{660 \text{ piezas/hr.}} \\
 &2220 \text{ piezas/hr.}
 \end{aligned}$$

$$2220 \text{ piezas/hr.} * 22 \text{ horas/día} = 48840 \text{ piezas/día.}$$

$$48840 \text{ piezas/día} * 0.290 \text{ kg./día} = 14163 \text{ kg./día.}$$

$$14163 \text{ kg./día} * 24 \text{ días/mes} = 339.9 \text{ ton/mes}$$

Que es la capacidad teórica de envasado con que se cuenta para la crema líquida. También éstas líneas se utilizan para envasar shampoos. La utilización para este producto sería entre 18.8 y 30% dejando la capacidad restante para el envasado de shampoos. Teóricamente la capacidad tanto en el área de procesos como en envasado es suficiente para evitar agotamiento de productos. Verifiquemos ahora la utilización real de estas líneas.

Análisis del rendimiento

Línea 7	loción - crema	shampoo
Prod. bruta	1100 pz/hr.	1500 pz/hr.
Prod. std.	900 pz/hr.	1200 pz/hr.

Operación : Llenado

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
	Total obtenible				std. obtenible								
MES	Días op.	Turnos	Cambios	pz/hr	pz/hr	pz/hr	pz/hr	Prod. real	UR%	U. std.	pz/hr real	Pérdida vs. std.	
Julio	23	3	4	1250	690000	1090	601680	314377	45.56	52.25	436.63	47.750133	
Agosto	24	3	5	1310	754560	1120	645120	354816	47.02	55	492.8	45	
Septiembre	24	3	3	1160	668160	980	564480	289766	43.37	51.33	402.45	48.666738	
Octubre	22	3	3	1190	628320	992	523776	297679	47.38	56.83	413.44	43.166735	
Noviembre	25	3	2	1120	672000	934	560400	308220	45.87	55	428.08	45	
Diciembre	23	3	4	1270	701040	1086	599472	302233	43.11	50.42	419.77	49.583467	
	141	3	21	1217	4E+06	1034	3E+06	2E+06	45.38	53.47	432.2	46.527845	

Tabla 9

Análisis del rendimiento

Línea 2 - 11	loción - crema	shampoo
Prod. bruta	790 pz/hr.	1000 pz/hr.
Prod. std.	660 pz/hr.	830 pz/hr.

Operación : Llenado

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
	Total obtenible				std. obtenible								
MES	Días op.	Turnos	Cambios	pz/hr	pz/hr	pz/hr	pz/hr	Prod. real	UR%	U. std.	pz/hr real	Pérdida vs. std.	
Julio	23	3	2	890	491280	720	397440	182160	37.08	45.83	253	54.166667	
Agosto	24	3	1	901	518976	760	437760	184588	35.57	42.17	256.37	57.833516	
Septiembre	24	3	3	860	495360	710	408960	176193	35.57	43.08	244.71	56.916813	
Octubre	22	3	2	887	468336	792	418176	206997	44.2	49.5	287.5	50.500029	
Noviembre	25	3	2	920	552000	803	481800	189909	34.4	39.42	263.76	60.583437	
Diciembre	23	3	3	947	522744	817	450984	227371	43.5	50.42	315.79	49.583356	
	141	3	13	900.8	3E+06	767	3E+06	1E+06	38.39	45.07	270.19	54.930636	

Tabla 10

Análisis del rendimiento

Línea 2 - 12	loción - crema	shampoo
Prod. bruta	790 pz/hr.	1000 pz/hr.
Prod. std.	660 pz/hr.	830 pz/hr.

Operación : Llenado

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
	Total obtenible				std. obtenible								
MES	Días op.	Turnos	Cambios	pz/hr	pz/hr	pz/hr	pz/hr	Prod. real	UR%	U. std.	pz/hr real	Pérdida vs. std.	
Julio	23	2	2	962	531024	792	437184	248466	46.79	56.83	345.09	43.166722	
Agosto	24	1	1	924	532224	761	438336	261175	49.07	59.58	362.74	40.416712	
Septiembre	24	3	3	860	495360	724	417024	207590	41.91	49.78	288.32	50.22109	
Octubre	22	2	2	936	494208	806	425568	202854	41.05	47.67	281.74	52.333352	
Noviembre	25	1	1	949	569400	812	487200	290290	50.98	59.58	403.18	40.416667	
Diciembre	23	1	1	968	534336	821	453192	282489	52.87	62.33	392.35	37.666817	
	141	1.667	10	933.2	3E+06	786	3E+06	1E+06	47.11	55.96	345.57	44.036893	

Tabla 11

Como se puede observar, el promedio de producción por día (unidades/día) real de éstas líneas durante los últimos seis meses es la siguiente:

Línea 7 = 432 piezas/hr.
 Línea 11 = 270 piezas/hr.
 Línea 12 = 346 piezas/hr.
 1048 piezas/hr.

1048 piezas/hr. * 22 horas/día = 23056 piezas/día.
 23056 piezas/día * 0.290 kg./día = 6686.24 kg./día.
 6686.24 kg./día * 24 días/mes = 160.5 ton/mes

Si tomamos en cuenta únicamente la carga para loción crema (64 - 102 ton/mes), vemos que la capacidad que se requiere para envasado de ésta es de:

$64/160.5 = 39.9\%$ como mínimo y $102/160.5 = 63.5\%$ como máximo.

Dejando la capacidad restante para el envasado de shampoo. Con esto, se puede concluir lo siguiente:

- La capacidad a pesar de los bajos índices de eficiencia es suficiente para satisfacer la demanda, por lo que los agotamientos y las demoras se dan por una mala coordinación entre las fabricaciones.
- Es conveniente especializar los equipos ya que con esto se logra un aumento en su eficiencia como se puede ver en el análisis de la línea 12 donde observamos que el número de cambios es menor y la utilización con respecto al estándar es la mejor.

Por supuesto, resulta conveniente tener el registro de los factores que originan éstas pérdidas en la producción. El problema consiste en que no se ha documentado verdídicamente el tipo y la magnitud de éstas.

Lote económico.

Otro dato importante que interviene en la elaboración del plan maestro son los pedidos mínimos para nivelar y estabilizar la producción (lote económico), para esto se obtuvieron los siguientes datos:

<u>Costos relacionados con el inventario.</u>	<u>Millones por año.</u>
Almacén, arrendo y manejo de materiales.....	2.9.
Seguros.....	1.3
Costos administrativos.....	0.6
Renta de equipo.....	1
Servicios(luz, agua, teléfono, etc.).....	<u>1.6</u>
	7.4
Inventario anual promedio.....	102

Costo de capital.....	40
Cargo anual por manejo de inventarios: $40 + 102/7.4 = 53\%$	

<u>Costos relacionados con el déficit.</u>	<u>Millones por año.</u>
Deterioros, daños, hurtos.....	0.5.
Obsoletos.....	0.4.
Compensación al cliente por no surtir a tiempo.....	<u>0.2.</u>
	1.1.
Inventario anual promedio.....	102.
Costo de capital.....	40.
Cargo anual por déficit: $(40 + 102/1.1) = 132\%$	

<u>Costo de ordenar.</u>	<u>\$ por año.</u>
Costo anual del departamento de programación.....	150000.
(salario del jefe y 1 analista)	
Costo anual de surtir órdenes.....	<u>800000.</u>
(Salario del personal del almacén para surtir órdenes).	950000.
Total de órdenes surtidas al año.....	15000
Costo de ordenar: $950000/15000 \text{ ord.} = 63.3/\text{ord.}$	

<u>Costo por unidad.</u>	<u>\$</u>
19A Armand Dupree.....	4.4
19C Cristell.....	5.3
19D Rene Minot.....	4.0
19E Aquarrell.....	6.2
19F Shantung.....	4.8
19G Sofisticada.....	4.5
19H Dazzling.....	5.0
19I Facination.....	3.9
...	
19K Dailly Rich.....	4.7
19M Azzis.....	5.8
19N Carla Musk.....	4.0
19P Glicerina y Limón.....	4.5
19R Women Lash.....	<u>4.8</u>
	61.9

$$\bar{x} = 4.76\$ / \text{unidades}$$

Tomando de la tabla 7 los datos concernientes de la sumatoria de la demanda de los trece productos tenemos lo siguiente:

$$\bar{x} = 282.7 * 1000 = 282700.$$

Dado que la capacidad de producción está entre 64 y 102 ton/mes, tomaremos la mayor como tasa de producción. Si aplicamos la ecuación de lote económico (2.9) tenemos el siguiente resultado.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(63.3)(282700)}{(0.53 * 4.76) \left(1 - \frac{282700}{351724}\right)}} \sqrt{\frac{(0.53 * 4.76) + (1.32 * 4.76)}{(1.32 * 4.76)}} = 5197 \text{ unidades/ pedido.}$$

Otro dato necesario es el del Tamaño máximo del lote con inventario:

$$S = \sqrt{\frac{2kd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}{h}} \sqrt{\frac{p}{p+h}}$$

$$S = \sqrt{\frac{2(63.3)(282700) \left(1 - \frac{282700}{351724}\right)}{(0.53 * 4.76)}} \sqrt{\frac{(1.32 * 4.76)}{(0.53 * 4.76) + (1.32 * 4.76)}} = 2717 \text{ unidades/ pedido.}$$

Con un costo promedio de:

$$CP(Q^*, S) = \frac{kd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}{Q'} + cd + \frac{hS^2}{2Q'} + \frac{p(Q' - S)^2}{2Q'}$$

$$CP(Q^*, S) = \frac{63.3 * 282700 \left(1 - \frac{282700}{351724}\right)}{5197} + 4.76 * 282700 + \frac{(0.53 * 4.76) * 2717^2}{2 * 5197} + \frac{(1.32 * 4.76) * (5197 - 2717)^2}{2 * 5197}$$

$$CP(Q^*, S) = \$1,351,837.42.$$

Por ultimo los datos del inventario al iniciar el periodo enero-febrero es el siguiente:

Nota: El horizonte de planeación para el MRP es de dos meses:

Inventario	Producto terminado (locion-crema)		días.
19A	Armand Dupree	4200	4.1
19C	Cristell	6400	6.8
19D	Rene Minot	2100	2.9
19E	Aquarell	3500	3.6
19F	Shantung	1700	1.7
19G	Sofisticada	7600	8.1
19H	Dazzling	2700	2.7
19I	Facination	3100	3.5
19K	Daily Rich	4200	4.58
19M	Azzis	8300	9.4
19N	Carla Musk	1900	1.9
19P	Glicerina y limon	2200	2.2
19Q	Women Lash	3900	4.7
	Total	51800	56.18

Tabla 12

Plan maestro de producción.

El plan maestro es un plan ajustado de la producción en el tiempo de la producción necesario para mantener los niveles convenientes de inventario de producto terminado para determinar la cantidad a producir se hace uso de la siguiente ecuación:

$$P = PP + IF - II.$$

Donde:

- P = Cantidad de unidades a producir.
- IF = Inventario final de unidades que se desea mantener.
- PP = Pronostico de producción.
- II = Inventario inicial.

Se requiere mantener un nivel de existencias que produzca el costo total máximo con respecto al agotamiento de existencias y costos cargados al inventario de seguridad, para esto, se calcula un inventario final o de seguridad.

Se necesita calcular el promedio diario de requerimiento de unidades (unidades/día) de acuerdo con 23 días hábiles:

Enero	=	14652
Febrero	=	12509
Marzo	=	10665
Abril	=	11483
Mayo	=	15226
Junio	=	12883
Julio	=	11043
Agosto	=	9578
Septiembre	=	11378
Octubre	=	11591
Noviembre	=	12126
Diciembre	=	14348

Donde:

$$\text{La media} = \bar{x} = 12290 \text{ unidades}$$

$$\text{La desviación estándar} - \sigma = 1643$$

Si tomamos en cuenta que son 13 productos de la línea, como estándar máximo de producción 900 pz/hr. y que el tiempo de entrega para el lote económico ($Q_0 = 5197$) es de:

Tiempo de surtido de orden.....	3 horas.
Tiempo de proceso.....	5 horas.

Tiempo de envasado..... $\frac{5197/900 \text{ u/hr.} = 5.77 \text{ hrs.}}{14 \text{ hrs.}}$

Tenemos que para fabricar una orden de los 13 productos, se requieren:

$$13 * 14 / 23 = 8 \text{ días.}$$

que es el tiempo total de entrega ($L = 8$ días).

El siguiente paso consiste en calcular la desviación estándar de la distribución de la demanda por día sobre el tiempo de adelanto de entrega, esto es:

$$\phi = \sqrt{L * D^2}$$

Donde:

ϕ = Desviación estándar sobre el tiempo de adelanto.

L = Tiempo de entrega.

D = Desviación estándar.

D^2 = Varianza.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$\phi = 4647$$

Posteriormente hay que expresar el riesgo de agotamiento de existencias durante el mes, esto es, el consumo mensual promedio de unidades por 23 días entre la cantidad económica del lote (Q_0).

$$\frac{12290 \text{ unidades/día} * 23 \text{ días/mes}}{5197 \text{ unidades/pedido}} = 54.4$$

ó 54 veces aproximadamente durante el mes. La probabilidad permisible de agotamiento se expresa en porcentaje y se resta de 100%, para este caso, suponiendo que se permite un agotamiento al mes tenemos:

$$P = 1/54 = 0.018 = 1.8\%$$

La probabilidad de que no haya agotamiento es :

$$100 - 1.18 = 98.14\%$$

Si observamos el área bajo la curva normal, la probabilidad de que no ocurra agotamiento, se encuentra en los puntos 2.08, para una certeza confiable del 98.14%. Por último para obtener el inventario de seguridad requerido sólo se multiplica:

$$\text{Inventario de seguridad} = \phi * \text{Probabilidad} = 4647 * 2.08 = 9665.76 \text{ unidades.}$$

Para cada artículo si consideramos ($\bar{x} = 12290$ unidades/día), tenemos que el consumo promedio por día, para cada uno de los 13 productos de la línea, es:

$$\frac{12290}{13} = 945 \text{ unidades/día/artículo}$$

Tomando en cuenta el inventario de seguridad.

$$\frac{9676 \text{ unidades}}{945 \text{ unidades/día}} = 10.24 \text{ días}$$

Inventario de seguridad = 10 días de consumo promedio por artículo.

Si observamos los datos del inventario final tenemos:

$$\frac{51800 \text{ unidades}}{12290 \text{ unidades/día}} = 4.2 \text{ días}$$

Se puede concluir que resulta económico aumentar de 4.2 a 10 días de consumo promedio por artículo como inventario final o de seguridad para tener un nivel de confianza del 84.4% de que no ocurran agotamientos. Tomando en cuenta éstos parámetros, el plan maestro de producción se elabora como se muestra a continuación:

Podemos observar que la cantidad a producir en enero será mayor a la de febrero debido a que se incrementará el inventario final de 4 a 10 días de consumo promedio.

Plan Maestro de Producción									
		Enero				Febrero			
CLAVE	DESCRIPCION	P.P.	I.F.	II.	PRODUCCION	P.P.	I.F.	II.	PRODUCCION
19A	Armand Dupree	21850	9804.3	4200	27454.348	22550	11071	9804.3	23817.081
19C	Cristell	23650	10674	6400	27923.913	24550	12119	10674	25995.135
19D	Rene Mnot	21960	10004	2100	29864.348	23010	11457	10004	24462.795
19E	Aquarell	25600	11452	3500	33552.174	26340	12900	11452	27787.826
19F	Shantung	23160	10252	1700	31712.174	23580	11429	10252	24756.398
19G	Sofisticada	24750	11048	7600	28197.826	25410	12410	11048	26771.698
19H	Dazzling	23150	10487	2700	30936.957	24120	11948	10487	25580.663
19I	Facination	21110	9034.8	3100	27044.783	20780	9738.1	9034.8	21483.313
19K	Daily Rich	26670	11870	4200	34339.565	27300	13305	11870	28735.197
19M	Azzis	22430	10030	8300	24160.435	23070	11290	10030	24330.041
19N	Carla Musk	25420	11435	1900	34954.783	26300	12943	11435	27808.075
19P	Glicerina y limon	28440	12896	2200	39135.652	29660	14705	12896	31469.11
19Q	Wbmen Lash	27260	12248	3900	35607.826	28170	13848	12248	29769.793
TOTAL		315450			404884.78	324840	Tabla 13		342767.12

P.P. = Pronostico de producción revisado y actualizado por planeación.

I.F. = Inventario de seguridad 10 días de consumo promedio del siguiente periodo.

I.I. = Inventario inicial del periodo.

PRODUCCION = Cantidad de unidades a producir = PP + IF - II.

Enero = 23 días.

Febrero = 21 días.

Marzo = 24 días.

II.3.3. Planeación de requerimiento de materiales.

Uno de los problemas más significativos, y en el cuál las empresas invierten gran cantidad de sus recursos, son los materiales; la industria de los cosméticos no es la excepción ya que por la naturaleza de los productos es muy importante determinar la cantidad exacta de materias primas y el momento preciso para recibirlas. Por otra parte, la razón de que se le ponga mucha atención a éste renglón, es que para la mayoría de las empresas, los problemas de materiales relacionados con cantidades en existencias muy pequeñas o demasiado grandes pueden ser causa del fracaso de los negocios. Si se deja de tener existencia de un artículo crítico podría dar como resultado paros en la producción. Además, los compradores esperan que se tengan existencias que necesitan, sino la empresa pierde clientes, no sólo para ese artículo, sino para muchos otros en el futuro.

En conclusión, la correcta planeación del requerimiento de materiales contribuye muy significativamente a las ganancias de la empresa además de aumentar sus ingresos.

Explosión del consumo de materiales.

Es la explosión del consumo de materiales la descomposición del producto en todos sus componentes, esto es: Materias primas y materiales de empaque con el objeto de determinar la cantidad de materiales para la manufactura de artículos.

La cantidad de materiales requeridos expresa en la siguiente ecuación, que es lo mismo que la cantidad a producir. Para la determinación del inventario final o de seguridad, se considera lo siguiente:

- Factibilidad de compra en el mercado.
- Disponibilidad de compra-vendedor.
- Desviaciones de ventas.
- Tiempos de entrega.
- Ubicación del proveedor.
- Clasificación de materiales ABC (De acuerdo a su nivel de desplazamiento en almacén).
- Obsolescencia.
- Rechazos de materiales, etc.

Todo lo anterior se toma con desviaciones normales, de lo contrario el costo de seguridad total es carísimo.

Para optimizar el lote requerido, si el proveedor tiene un lote de entrega menor a éste, el lote de entrega se divide en el número de veces que lo capte el lote requerido.

También el área de compras negocia que los proveedores mantengan un stock en sus almacenes pues es la base para hacer tirajes atractivos para el proveedor, apoyada en todos los casos con una orden de compra programada con entregas diferidas con un margen de elasticidad por parte de los proveedores para adelantar o atrasar las entregas de lo que resultan dos objetivos:

- Para el proveedor hacer tirajes de producción económicos manteniendo inventarios para futuras entregas programadas.
- Para la empresa: Recibiendo lote optimo y contando con inventario con el proveedor.

La MRP regulada en el tiempo inicia con una lista de los artículos con base en un programa maestro de producción (MPS) y determina la cantidad de todos los componentes y materiales requeridos y la fecha en que se necesitan. Si tomamos en cuenta un horizonte de planeación a 2 meses, podemos seguir la siguiente cronología:

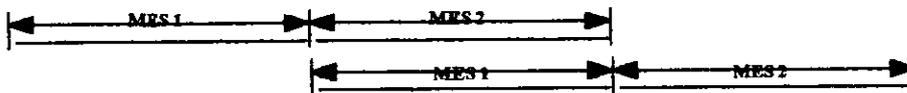


Figura 20

Al concluir el período inmediato anterior (mes 1) corremos el programa de MRP con los nuevos datos del plan maestro para:

- 1.- Ajustar el período que inicia (mes1) con adelantos y atrasos en las entregas según las necesidades del MPS.
- 2.- Colocar los requerimientos a proveedores del siguiente período (mes2).

De ésta forma, al terminar el primer período (mes1) sólo ajustamos las entregas del período siguiente (mes2) ya que ellas están colocadas desde un período anterior. Con esto podemos lograr ventajas importantes tanto para el proveedor como para la empresa, una de ellas es que normalmente no se cancelan pedidos, que lo más grave es que las ventas estén por debajo de lo pronosticado, y por otro lado, en caso de existir sobreventas, se pueda pedir al proveedor que adelante sus entregas y le demos tiempo para preparar su suministro para la sobredemanda.

Por supuesto en los casos en los cuáles los tiempos de entrega sobrepasan por ejemplo 1 mes porque son materiales de importación, se tiene que tomar un horizonte más grande (hasta 6 meses) para asegurar el suministro de dichos productos.

Lo importante, es informar de alguna manera a los proveedores las necesidades que se tendrán en determinados períodos para que éstos a su vez, prevengan sus suministros y puedan reaccionar a las fluctuaciones del mercado.

A continuación se enlistan las corridas de MRP para cada uno de los 13 productos que de acuerdo con el MPS se pretenden llevar a cabo:

19A - Armand Dupree	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	21850						22550				
Requerimientos totales		5463	5463	5462.5	5462.5		5638	5638	5638	5637.5	
Recepciones planeadas				3454			0	0	817		
Disponibles de acuerdo al plan	4200	-1263	-6725	-8734	-14196	9804	4167	-1471	-6292	-11929	
Requerimientos netos		5463	5463	5462.5	5462.5		5638	5638	5638	5637.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	11454			8000	8000	7817	0	
Nivel real de inventario.	4200	-1263	1275	3812.5	9804	9804	4167	6529	8892	11071	

Tabla 14

19C - Cristell	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	23650						24550				
Requerimientos totales		5913	5913	5912.5	5912.5		6138	6138	6138	6137.5	
Recepciones planeadas				3924			0	0	2995		
Disponibles de acuerdo al plan	6400	487.5	-5425	-7414	-13326	10674	4537	-1601	-4744	-10881	
Requerimientos netos		5913	5913	5912.5	5912.5		6138	6138	6138	6137.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	11924			8000	8000	9995	0	
Nivel real de inventario.	6400	487.5	2575	4662.5	10674	10674	4537	6399	8262	12119	

Tabla 15

19D - Rene Minot	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	21960						23010				
Requerimientos totales		5490	5490	5490	5490		5753	5753	5753	5752.5	
Recepciones planeadas				5864			0	0	1463		
Disponibles de acuerdo al plan	2100	-3390	-8880	-8506	-13996	10004	4252	-1501	-5791	-11543	
Requerimientos netos		5490	5490	5490	5490		5753	5753	5753	5752.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	13864			8000	8000	8463	0	
Nivel real de inventario.	2100	-3390	-880	1630	10004	10004	4252	6499	8747	11457	

Tabla 16

19E - Aquarell	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	25600						26340				
Requerimientos totales		6400	6400	6400	6400		6585	6585	6585	6585	
Recepciones planeadas				9552			0	0	4788		
Disponibles de acuerdo al plan	3500	-2900	-9300	-6148	-12548	11452	4867	-1718	-3515	-10100	
Requerimientos netos		6400	6400	6400	6400		6585	6585	6585	6585	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	17552			8000	8000	11788	0	
Nivel real de inventario.	3500	-2900	-1300	300	11452	11452	4867	6282	7697	12900	

Tabla 17

19F - Shantung	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	23160						23580				
Requerimientos totales		5790	5790	5790	5790		5895	5895	5895	5895	
Recepciones planeadas				7712			0	0	757		
Disponibles de acuerdo al plan	1700	-4090	-9880	-7958	-13748	10252	4357	-1538	-6676	-12571	
Requerimientos netos		5790	5790	5790	5790		5895	5895	5895	5895	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	15712			8000	8000	8757	0	
Nivel real de inventario.	1700	-4090	-1880	330	10252	10252	4357	6462	8567	11429	

Tabla 18

19G - Sofisticada	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	24750						25410				
Requerimientos totales		6188	6188	6187.5	6187.5		6353	6353	6353	6352.5	
Recepciones planeadas				4198			0	0	2772		
Disponibles de acuerdo al plan	7600	1413	-4775	-6765	-12952	11048	4696	-1657	-5238	-11590	
Requerimientos netos		6188	6188	6187.5	6187.5		6353	6353	6353	6352.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	12198			8000	8000	10772	0	
Nivel real de inventario.	7600	1413	3225	5037.5	11048	11048	4696	6343	7991	12410	

Tabla 19

19H - Dazzling	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	23150						24120				
Requerimientos totales		5788	5788	5787.5	5787.5		6030	6030	6030	6030	
Recepciones planeadas				6937			0	0	1581		
Disponibles de acuerdo al plan	2700	-3088	-8875	-7726	-13513	10487	4457	-1573	-6022	-12052	
Requerimientos netos		5788	5788	5787.5	5787.5		6030	6030	6030	6030	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	14937			8000	8000	9581	0	
Nivel real de inventario.	2700	-3088	-875	1337.5	10487	10487	4457	6427	8397	11948	

Tabla 20

19I - Facination	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	21110						20778				
Requerimientos totales		5278	5278	5277.5	5277.5		5195	5195	5195	5194.5	
Recepciones planeadas				3045			0	0	481		
Disponibles de acuerdo al plan	3100	-2178	-7455	-9688	-14965	9035	3841	-1354	-6068	-11262	
Requerimientos netos		5278	5278	5277.5	5277.5		5195	5195	5195	5194.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	11045			8000	8000	5481	0	
Nivel real de inventario.	3100	-2178	545	3267.5	9035	9035	3841	6646	9452	9738	

Tabla 21

19K - Dailly Rich	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	26670						27300				
Requerimientos totales		6668	6668	6667.5	6667.5		6825	6825	6825	6825	
Recepciones planeadas				10340			0	0	7735		
Disponibles de acuerdo al plan	4200	-2468	-9135	-5463	-12130	11870	5045	-1780	-870	-7695	
Requerimientos netos		6668	6668	6667.5	6667.5		6825	6825	6825	6825	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	18340			8000	8000	12735	0	
Nivel real de inventario.	4200	-2468	-1135	197.5	11870	11870	5045	6220	7395	13305	

Tabla 22

19M - Aazis	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	22430						23070				
Requerimientos totales		5608	5608	5607.5	5607.5		5768	5768	5768	5767.5	
Recepciones planeadas				160			0	0	3330		
Disponibles de acuerdo al plan	8300	2693	-2915	-8363	-13970	10030	4263	-1505	-3943	-9710	
Requerimientos netos		5608	5608	5607.5	5607.5		5768	5768	5768	5767.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	8160			8000	8000	8330	0	
Nivel real de inventario.	8300	2693	5085	7477.5	10030	10030	4263	6495	8728	11290	

Tabla 23

19N - Carla Musk	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	25420						26300				
Requerimientos totales		6355	6355	6355	6355	6355		6575	6575	6575	6575
Recepciones planeadas				10955				0	0	6808	
Disponibles de acuerdo al plan	1900	-4455	-10810	-6210	-12565	11435	4860	-1715	-1482	-8057	
Requerimientos netos		6355	6355	6355	6355		6575	6575	6575	6575	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	18955			8000	8000	11808	0	
Nivel real de inventario.	1900	-4455	-2810	-1165	11435	11435	4860	6285	7710	12943	

Tabla 24

19P - Glicerina y limon	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	28440						29660				
Requerimientos totales		7110	7110	7110	7110	7110		7415	7415	7415	7415
Recepciones planeadas				15136				0	0	10469	
Disponibles de acuerdo al plan	2200	-4910	-12020	-3994	-11104	12896	5481	-1934	1120	-6295	
Requerimientos netos		7110	7110	7110	7110		7415	7415	7415	7415	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	23136			8000	8000	15469	0	
Nivel real de inventario.	2200	-4910	-4020	-3130	12896	12896	5481	6066	6651	14705	

Tabla 25

19Q - Women Lash	ENERO					FEBRERO					
	Periodo 1	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Requerimiento total	27260						28170				
Requerimientos totales		6815	6815	6815	6815	6815		7043	7043	7043	7042.5
Recepciones planeadas				11608				0	0	8770	
Disponibles de acuerdo al plan	3900	-2915	-9730	-4937	-11752	12248	5206	-1837	-110	-7152	
Requerimientos netos		6815	6815	6815	6815		7043	7043	7043	7042.5	
Plan de realizacion de ordenes		8000	8000	19608			8000	8000	13770	0	
Nivel real de inventario.	3900	-2915	-1730	-545	12248	12248	5206	6163	7121	13848	

Tabla 26

II.3.4. Programación de la producción y carga de maquinas.

La planeación y el control y programación de la producción determinan en última instancia el comportamiento del sistema de producción, si hay capacidad suficiente, si las órdenes se entregaron en el momento oportuno y si los materiales se encuentran disponibles, parecerá que la programación es una tarea sencilla, en realidad no es así, a medida que aumentan el número de trabajos y de máquinas, las combinaciones crecen, si se tienen en cuenta también la dinámica del tiempo y las prioridades cambiantes de los sistemas, la determinación del mejor programa es sumamente difícil. Los objetivos de tiempo y cantidad, de un programa de producción son desde luego los objetivos finales de la planeación, sin embargo antes de iniciar el análisis de éste caso, conviene recordarlos:

- Cumplir con las cantidades y tiempos de entrega requeridos por el mercado, dentro de los parámetros que se determinen como objetivos del sistema de producción.
- Colaborar a mantener bajos los costos de producción haciendo que los recursos invertidos se aprovechen al máximo.
- Facilitar el desarrollo del sistema productivo proporcionando la información requerida así como aquella necesaria para controlar otros sistemas relacionados con la producción.

Como se recuerda, se cuenta con cuatro capacidades de recipientes que se usan para la fabricación de éste producto:

- 2 recipientes de 3000 kg.
- 2 recipientes de 2000 kg.
- 2 recipientes de 1000 kg.
- 2 recipientes de 500 kg.

También sabemos que el lote económico (Q_0) (2.9) es:

$$Q_0 = 5197 \text{ unidades.}$$

Y que el costo promedio (2.8) es:

$$CP = \$ 1,351,837.00$$

El contenido de cada unidad es de 0.290 kg. por lo que para fabricar el lote de 5197, se tienen que procesar:

$$5197 * 0.290 = 1507.13 \text{ kg. de producto a granel.}$$

Para fabricar éste lote, se utilizarían los recipientes de 2000 kg., pero desperdiciaríamos el 25% de su capacidad.

Veamos ahora cuál es el costo para utilizar otras capacidades:
Utilizando(2.10) y (2.11):

$$q = Q/Q_0$$

$$p = 0.5(1/q + q)$$

$$PCP = CP * p$$

Análisis de capacidad instalada contra lote económico				
Lote económico=5197		Costo promedio =1351837		
Capacidad (unidades)	q	p	Costo promedio de pedido	%vs. CP
500 kg = 1724	0.33173	1.673116	2261779.44103511	67.31155
1000 kg = 3448	0.66346	1.085355	1467223.22850293	8.535513
2000 kg = 6897	1.327112	1.040314	1406334.83293911	4.031391
3000 kg = 10345	1.990571	1.24647	1685024.11493728	24.64699

Tabla 27

Podemos ver que la penalización en costo por desviarnos hacia 1000 ó 2000 kg. no es muy significativo ya que la curva CP (Costo promedio) es relativamente plana en torno a su mínimo lo cual resulta conveniente, ya que da libertad en el uso real de las cantidades ordenadas previamente.

Para este caso, se observa que se pueden utilizar los recipientes de 1000 ó 2000 kg. a su máxima capacidad para lotes de 3448 ó 6897 unidades sin alterar significativamente el costo total del lote.

Por otro lado, en el área de envasado se pueden utilizar tres equipos para la elaboración del producto:

Análisis de capacidad estandar contra real y tiempos de cambio.					
Líneas	Capacidad estandar	Capacidad real	Cambios/mes	Tpo prom * cambio	Total tpo* cambios
Línea 7	990 u/hr.	432	3.5	7.7	6195
Línea 11	660	270	2.1	9.5	19.95
Línea 12	660	346	16	9.5	15.2

Tabla 28

Como se puede observar, la capacidad real es susceptible de incrementarse si disminuimos el número de cambios promedio, esto se logra especializando los equipos para que envasen un sólo producto ya sea loción-crema ó shampoo. Del análisis de rendimiento en III.3.2, observamos que:

141 días * 24 horas/día entre 6 meses = 564 hr/mes., que son las horas disponibles por mes (promedio)

$$61.95/564 * 100 = 10.98\%$$

$$19.95/564 * 100 = 3.53\%$$

$$15.2/564 * 100 = 2.69\%$$

Que es el porcentaje de tiempo utilizado en cambios. Si eliminamos los cambios tenemos:

$$\text{Línea 7 } 432 \text{ u/hr} * 1.10 = 475 \text{ u/hr.}$$

$$\text{Línea 11 } 270 \text{ u/hr} * 1.03 = 279 \text{ u/hr.}$$

$$\text{Línea 12 } 346 \text{ u/hr} * 1.02 = 355 \text{ u/hr.}$$

Que son los incrementos en la producción que se pueden esperar si hacemos cero cambios durante el mes (de loción - crema a shampoos o viceversa).

Veamos ahora tabla 29 cuáles serían los tiempos totales de fabricación, tomando en cuenta los parámetros de capacidad real y considerando que el tiempo de proceso para la elaboración del granel es de 5 horas para cualquier capacidad de recipiente:

	Capacidad real	Tiempo de envasado		Tpo de proceso	Tiempo total	
		1000 kg.-3400 u.	2000 kg.- 6800 u.		1000 kg. - 3400 u.	2000 kg. - 6800 u.
Línea 7	475 u/hr.	7.15 hrs.	14.31 hrs.	5 hrs.	12.16 hrs.	19.31 hrs.
Línea 11	279 u/hr.	12.18 hrs.	24.36 hrs.	5 hrs.	17.18 hrs.	29.36 hrs.
Línea 12	355 u/hr.	9.57 hrs.	19.15 hrs.	5 hrs.	14.57 hrs.	24.15 hrs.

Tabla 29

Para determinar la línea de envasado a especializar más conveniente para éste producto, se analizaron las siguientes opciones:

- 1.- Línea 7 con 1 reactor de 1000 kg. y 1 reactor de 2000 kg.
- 2.- Línea 12 con un reactor de 1000 kg. y un reactor de 2000 kg.
- 3.- Línea 11 + 12 con un reactor de 1000 kg. y 1 reactor de 2000 kg.

Diagrama de actividades múltiples					
Diagrama 1					
Producto Locion- crema					
Reactor 1, 1000 kg - 3400 u.		Línea 7		Reactor 2, 2000kg - 6800 u.	
Tiempo hrs.		Tiempo (hrs.)		Tiempo (hrs.)	
0				0	
2	Procesando lote (1000 kg) (5 hrs)		Envasado del lote de 2000 kg (14.31 hrs.)	2	Vaciando recipiente
4				4	
6				6	
8	Ocioso (9.31 hrs.)			8	
10				10	
12				12	
14				14	
16			Envasado lote de 1000 kg (7.15 hrs.)	16	Procesando lote 2000 kg (5 hrs.)
18	Vaciando recipiente			18	
20				20	
22				22	
Resumen					
Tiempo ciclo = 21.46 hrs.		Tiempo ciclo = 21.46 hrs.		Tiempo ciclo = 21.46 hrs.	
Tiempo de proceso = 5 hrs.		Tiempo de proceso = 21.46 hrs.		Tiempo de proceso = 5 hrs.	
Tiempo ocioso = 9.31 hrs.		Tiempo ocioso = -		Tiempo ocioso = -	

Tabla 30

Diagrama de actividades múltiples			
Diagrama 2			
Producto Locion- crema			
Reactor 1, 1000 kg. - 3400 u.	Linea 11		Reactor 2, 2000kg - 6800 u.
Tiempo hrs.	Tiempo (hrs.)		Tiempo (hrs.)
0		0	0
2	Procesando lote (1000 kg) (5hrs.)		2
4		Envasado del lote de 2000 kg. (24.36 hrs)	4
6			6
8			8
10			10
12			12
14			14
16			16
18	Ocioso (19.36 hrs.)		18
20			20
22			22
24			24
26			26
28			28
30	Vaciado recipiente	Envasando lote de 1000 kg. (12.18 hrs.)	30
32			32
34			34
36			36
38			38
Resumen			
Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	
Tiempo de proceso = 5 hrs.	Tiempo de proceso = 36.54 hrs.	Tiempo de proceso = 5 hrs.	
Tiempo ocioso = 19.36 hrs.	Tiempo ocioso = -	Tiempo ocioso = -	

Tabla 31

Diagrama de actividades múltiples			
Diagrama 3			
Producto Locion- crema			
Reactor 1, 1000 kg. - 3400 u.	Linea 12		Reactor 2, 2000kg - 6800 u.
Tiempo hrs.	Tiempo (hrs.)		Tiempo (hrs.)
0		0	0
2	Procesando lote (1000 kg) (5hrs.)		2
4		Envasado del lote de 2000 kg. (19.5 hrs)	4
6			6
8			8
10	Ocioso (14.5 hrs.)		10
12			12
14			14
16			16
18			18
20			20
22	Vaciado recipiente	Envasando lote de 1000 kg. (9.57 hrs.)	22
24			24
26			26
28			28
30			30
Resumen			
Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	Tiempo ciclo = 36.54 hrs.	
Tiempo de proceso = 5 hrs.	Tiempo de proceso = 36.54 hrs.	Tiempo de proceso = 5 hrs.	
Tiempo ocioso = 19.36 hrs.	Tiempo ocioso = -	Tiempo ocioso = -	

Tabla 32

Como se puede observar en los diagramas las opciones más viables son la tabla 30 y 32 por ser los sistemas con menor tiempo ocioso:

La opción 1 con 9.31 hrs.

La opción 3 con 14.3 hrs.

Se puede pensar que la opción 1 es la mejor, ya que es el sistema que tiene menor tiempo ocioso, esto implica que las líneas 11 y 12 estén especializadas con loción-crema, lo cuál implica tener 10 operarios (5 por máquina) para ambas líneas mientras que para la línea 7, únicamente requerimos 5 operarios lo que constituye un buen ahorro, considerando esto, la alternativa 1 es la más viable, esto es:

Un reactor de 1000 kg.

Un reactor de 2000 kg.

Línea 7 de envasado

Con lo anterior podemos esperar un aumento en la productividad de la línea 7 de 9.95% y de 432 a 475 unidades/hora, por el sólo efecto de evitar los cambios.

Contando con la información anterior se puede proceder a elaborar el programa de producción tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Capacidad ocupada disponible.
- Materiales disponibles.
- Inventario de producto terminado.
- Status de entregas del programa actual.

En la siguiente tabla, se resume de manera objetiva, los resultados obtenidos

- Objetivo:	Se incrementó la productividad en un 9.95%, tan solo con hecho de hacer los cambios en la línea de producción.
- Productividad:	Se incremento el número de piezas de 435 a 472 piezas por hora, utilizando, 5 operarios en vez de diez como anteriormente se venía utilizando.

Es importante dar a conocer, que la finalidad del presente trabajo, es demostrar que utilizando las herramientas adecuadas de Investigación de Operaciones, optimizando, el uso de maquinaria y equipo se puede incrementar la productividad, lo cuál redundará en un gran ahorro para la empresa.

CONCLUSIONES

El gerente mexicano está acostumbrado a dirigir su compañía conforme se van sucediendo los acontecimientos, es decir, toma decisiones de acuerdo con las circunstancias; pocos son los que prevén situaciones futuras.

La planeación de la producción es una herramienta que el gerente mexicano tiene para mejorar la situación de un sistema productivo, ya que busca aquellas debilidades que tiene, las analiza y crea estrategias para convertirlas en fortalezas, de igual forma se involucra con las otras áreas para que el crecimiento de la empresa sea uniforme.

La importancia de la planeación es que prever situaciones futuras, es flexible y permite que se ajuste al entorno de la empresa o industria y a su situación interna; de igual forma permite una evaluación continua, además de que se puede aplicar en todas las empresas o industrias, no importa el tamaño o su giro de producción o comercialización.

Es necesario tener una metodología que permita un análisis completo de la empresa a estudiar, la propuesta en el presente trabajo es aplicable a cualquier tipo de empresa o industria.

El caso práctico se enfoca a la aplicación de la metodología de la planeación en una empresa la cual se dedica a la fabricación de cosméticos, en la que se tuvo que hacer un análisis por partes de todo su funcionamiento, abarcando la administración, producción y entorno.

En la primera parte del trabajo se realiza una compilación de la información; es importante hacer notar que, el resultado y la planeación serán veraces de acuerdo con la credibilidad de los datos obtenidos, de otra forma el trabajo no serviría de nada.

Cuando la información obtenida es verdadera, se procede a analizar toda la información, la cual lleva al planeador, casi de manera inmediata, a localizar aquellas debilidades con las que se deban trabajar y priorizar las fortalezas; saltarán a la vista aquellas partes en las cuales sea urgente un ajuste, reestructuración o implante del sistema, por ello, en este trabajo fue necesario jerarquizar las necesidades para comenzar por aquellas que eran necesarias para cualquier tipo de desarrollo.

Hecho esto, se realizaron las alternativas de solución evaluándolas, eligiendo la mejor, desarrollándola para su mejor comprensión y ubicándola en el tiempo; es importante hacer notar que en ésta parte de la planeación se fijaron objetivos que deben ser acordes con la realidad, de otra forma no funcionará la metodología.

En nuestro caso particular (empresa de cosméticos) la función de planeación, programación y control de la producción se realiza en diferentes áreas, las cuales lo hacen deficientemente.

Se realizaron estrategias de corrección, para eliminar debilidades y una vez planteadas éstas, se desarrollaron estrategias de crecimiento teniendo como base una empresa saneada.

Finalmente se realizó la evaluación, seguimiento y retroalimentación del sistema en función de los resultados.

La Comisión Nacional de la Calidad en el Trabajo y Productividad de los Estados Unidos declaró una política sobre productividad, señalando tres principales factores que intervienen:

- Recursos humanos.
- Tecnología e inversión de capital

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Reglamentación por parte del gobierno.

El nivel general de educación es un factor importante para obtener una mejor productividad; el uso de computadoras y otros equipos sofisticados exige empleados mejor preparados para ser productivos; la motivación a los empleados es necesaria, el sueldo no basta, las condiciones de trabajo deben ser buenas y seguras. Se ha vuelto evidente que todos los empleados desean participar de la planeación del trabajo y que pueden contribuir positivamente al mejoramiento de la productividad.

El factor principal del mejoramiento constante de la productividad a largo plazo es la tecnología, que depende de la investigación y el desarrollo. El gobierno federal también debe participar en el apoyo directo a la investigación en las universidades para ayudar a desarrollar nueva tecnología. Para que la industria y los servicios puedan aprovecharla, tienen que invertir en nueva maquinaria, equipo y otras instalaciones, el gobierno puede hacer mucho para facilitar esa inversión, por ejemplo:

- Fomentar el ahorro personal, a fin de que haya capital disponible para invertir.
- Disminuir los impuestos a las utilidades, de manera que haya un incentivo, así como capital disponible para invertir en nuevas instalaciones.
- Autorizar tasas de depreciación que proporcionen flujo de efectivo para la nueva inversión.
- Alentar directamente la inversión con mayores créditos fiscales.

La reglamentación excesiva, por parte del gobierno ha afectado negativamente a la productividad, porque el talento y la inversión se han destinado a actividades que no la mejoran. El gobierno podría eliminar la reglamentación que sea innecesaria, así como efectuar un análisis de costo beneficio para detectar las necesidades, por ejemplo, las que se relacionan con la salud y la seguridad.

Para tener éxito al fomentar el mejoramiento de la productividad las mediciones deben ser entendidas y su validez aceptada por las personas que las emplean; hay una gran diferencia entre decir: este proyecto mejorará mucho la productividad de la operación, a decir, este proyecto mejorara mucho la calidad de la operación en un 22%.

Las relaciones más comunes para medir la productividad en México son las siguientes:

- Productos obtenidos/material utilizado.
- Productos obtenidos/horas de trabajo.
- Productos obtenidos/horas hombre ocupadas.
- Salarios pagados/horas de trabajo.
- Salarios pagados/horas hombre ocupadas.

Un punto muy importante que espero se haga en el futuro dentro de la compañía es la implementación del programa BPCS (Bussines Planning Control System), es decir un sistema que en sus menús, de trabajo les permitirá a ellos(la compañía), poder implementar mejores, sistemas de trabajo, pero siempre será indispensable la mano del hombre, ya se tiene que conocer a fondo el funcionamiento del sistema productivo.

Referencias:

- Adkins, A.C. Jr. **EOQ in the Real World**, *Production and Inventory Management* 25, No. 4 (Fourth Quarter 1984).
- Barish, N. N. Y S. Kaplan. **Economic Análisis for Engineering and Managerial Decisión Making**, "a. ed. Nueva York: Mcgraw-Hill.
- Bedworth, D, and J. Bailey, **Integrated Production Control Systems**, 2nd. Ed. New York: Jhon Wiley (1987).
- Buchan, J. Y E. Koenigsberg. **Scientific Inventory Management**, Englewood Clifs, N.J. Prentice-Hall.
- DeGarmo, E. P., J. R. Canada y W. G. Sullivan. **Engineering Economy 7ª**. Ed. Nueva York Macmillan.
- Dr. Juan Prawda Wittwmberg, **Métodos y modelos de investigación de operaciones vol II.**, Ed. Limusa, (1981)
- Elwood S. Buffa y William H. Taubert, **Sistemas de producción e inventarios**, Ed. Noriega Editores, (1998).
- Fogarty Blackstone Hoffmann **Administración de la producción e inventarios**. Ed. CECSA (1994).
- Gabriel Salvendy, **Biblioteca del ingeniero industrial**, Grupo Noriega Editores, México D.F. (1993).
- H. T. Hayslett, **Estadística simplificada**, Ed. Sayrols (1995).
- James C. Van Horne, **Fundamentos de administración financiera**, Ed. Prentice-Hall (1997).
- James H. Greene Ph.D., **Production and Inventory Control Handbook**, APICS (American Production and Inventory Control Society), (1995).
- James L. Riggs, **Sistemas de producción**, Ed. Limusa-Wiley, (1999).
- Keith Locker, **La producción industrial y su admnistración**, Ed. Representaciones y servicios de ingeniería, (1990).
- Kurt Gieck, **Manual de fórmulas técnicas**, Ed. Ediciones Alfa-omega (1989).
- Love, S.F. **Inventory Control**, Nueva York, Mcgraw-Hill.
- Makidrakis, Wheelwright, **Métodos de pronósticos**, Ed. Limusa, (1999).
- Mascia Alfredo, **Productividad de empresas**, Editorial Selección Contable Buenos Aires Argentina (1995).

- **Mcleavey, D. W. and S. L. Narasimhan. Production Planning, and Inventory Control, Boston; Allyn and Bacon 1985.**
- **Meredith, Administración de operaciones, Ed. Limusa Wiley, (1999).**
- **Norman Gaither, Greg Frazier, Administración de producción y operaciones, Ed. Thomson Editores.**
- **Ostwald, P.F. Cost Estimating, 2a. ed. Englewood Cliff, N. J. Prentice Hall.**
- **Pendergast, C., ed. Productivity: The Link to Economic and Social Progress, Washington D.C. Work in America Institute.**
- **Russell L. Ackoff, Planeación de empresas. Ed. Limusa (1979).**
- **Ramón Companys Pascual, Planificación y programación de la producción, Ed. Marcombo Boixareu Editores (1990).**
- **Richard J. Hopeman, Administración de la producción y operaciones, .Ed. Limusa (1994).**
- **Riggs, J.L. y G. H. Félix, Productivity by objectives, Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall.**
- **Sheele, Westermann y Wimert, Como implantar el control de producción, Ed. Ediciones Deusto (1980).**
- **Schonberger, R.J. Selecting the Right Manufacturing Inventory System: Western And Japanese Approaches. Production and Inventory Control 24 No. 2 (1983).**
- **Stuart, R. D. Cost Estimating, Nueva York, Wiley.**
- **Sutton C.J., Economía y estrategias de la empresa, Ed. Limusa, (1983)**
- **T.M. West Engineering Economics Nueva York Mcgraw-Hill.**
- **William R. Osgod, Métodos efectivos de planeación de negocios, Ed. Limusa, (1985).**

ANEXO

- Pronóstico calculado

$$\bar{F}_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha) \bar{F}_t$$

Donde:

D_t = Demanda actual.

\bar{F}_t = Último pronóstico.

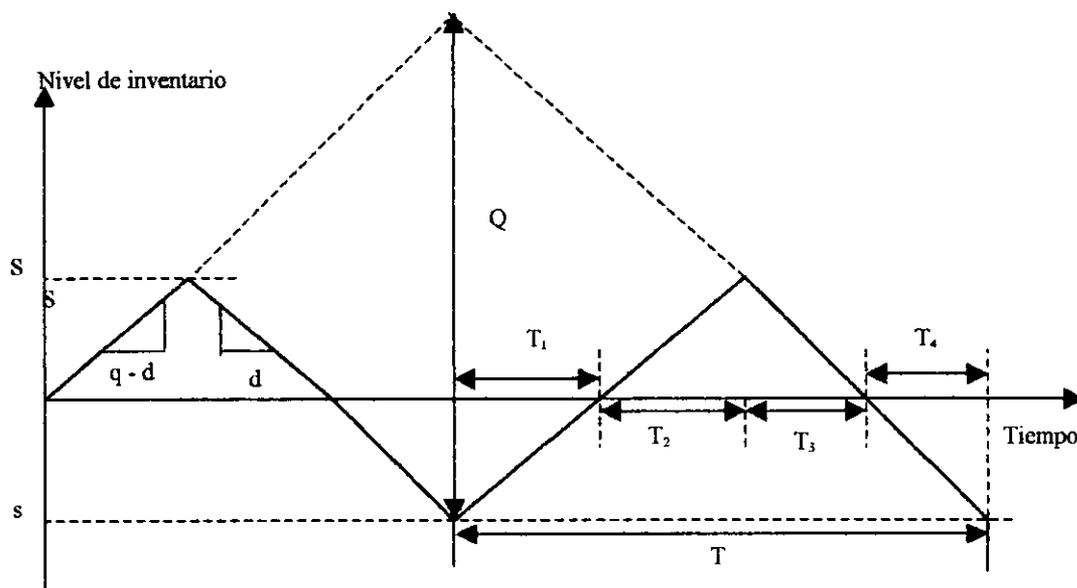
\bar{F}_{t+1} = Pronóstico del periodo siguiente.

α = Constante de suavizamiento.

- Desviación media absoluta.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_{t+1}|}{n}$$

- Determinación del modelo sin producción y déficit y la función de costos asociada.



Supuestos:

- Demanda constante (d).
- Entrega continua (q).
- Se acepta déficit.

Notación:

- d: Demanda constante (art./u. de tiempo).
 q: Tasa de producción (art./u. de tiempo).
 Q: Cantidad a pedir (artículos).
 S: Nivel máximo de inventario (artículos).
 T: Longitud del periodo (u. de tiempo).
 s: Nivel máximo de déficit.
 T₁: Tiempo con producción y con déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₂: Tiempo con producción y sin déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₃: Tiempo sin producción y sin déficit en el periodo (u. de tiempo).
 T₄: Tiempo sin producción y con déficit en el periodo (u. de tiempo).
 k: Costo fijo por iniciar la producción.(u.m.).
 c: Costo del artículo (u.m./art.).
 h: Costo por llevar inventario (u.m./art./u. de tiempo).
 p: Costo por déficit (u.m./art./u. de tiempo).

Relaciones:

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = T$$

$$\left. \begin{array}{l} (q-d)T_1 = s \Rightarrow T_1 = \frac{s}{q-d} \\ (q-d)T_2 = S \Rightarrow T_2 = \frac{S}{q-d} \end{array} \right\} \frac{s+S}{q-d} = T_1 + T_2$$

$$\left. \begin{array}{l} S = dT_3 \Rightarrow T_3 = \frac{S}{d} \\ s = dT_4 \Rightarrow T_4 = \frac{s}{d} \end{array} \right\} \frac{S+s}{d} = T_3 + T_4$$

$$Q = dT \Rightarrow T = \frac{Q}{d}$$

$$Q = q(T_1 + T_2) \Rightarrow Q = q \left(\frac{s+S}{q-d} \right) = \frac{s+S}{1 - \frac{d}{q}}$$

Función de costo total:

$$CT(Q, S) = k + cQ + h \left[\left(\frac{S}{2} \right) T_2 + \left(\frac{S}{2} \right) T_3 \right] + p \left[\left(\frac{s}{2} \right) T_1 + \left(\frac{s}{2} \right) T_4 \right]$$

$$\begin{aligned} CT(Q, S) &= k + cQ + \frac{h}{2} S(T_2 + T_3) + \frac{p}{2} s(T_1 + T_4) \\ &= k + cQ + \frac{hS}{2} \left[\frac{S}{q-d} + \frac{S}{d} \right] + \frac{ps}{2} \left[\frac{s}{q-d} + \frac{s}{d} \right] \\ &= k + cQ + \frac{hS}{2} \left[\frac{Sd + Sq - Sd}{d(q-d)} \right] + \frac{ps}{2} \left[\frac{sd + sq - sd}{d(q-d)} \right] \\ &= k + cQ + \frac{h}{2} \left[\frac{S^2 q}{d(q-d)} \right] + \frac{p}{2} \left[\frac{s^2 q}{d(q-d)} \right] \end{aligned}$$

Utilizando la función de costo promedio:

$$\begin{aligned} CP(Q, S) &= \frac{CT(Q, S)}{T} \\ &= \frac{k}{T} + \frac{cQ}{T} + \frac{h}{2T} \left[\frac{S^2 q}{d(q-d)} \right] + \frac{p}{2T} \left[\frac{s^2 q}{d(q-d)} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CP(Q, S) &= \frac{kd}{Q} + cd + \frac{hd}{2Q} \left(\frac{S^2 q}{d(q-d)} \right) + \frac{pd}{2Q} \left(\frac{s^2 q}{d(q-d)} \right) \\ &= \frac{kd}{Q} + cd + \frac{h}{2Q} \left(\frac{S^2}{\left(\frac{1-d}{q} \right)} \right) + \frac{p}{2Q} \left(\frac{s^2}{\left(\frac{1-d}{q} \right)} \right) \end{aligned}$$

$$\text{Sea } Q' = Q \left(1 - \frac{d}{q}\right)$$

$$CP(Q', S) = \left(\frac{kd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}{Q'} \right) + cd + \frac{hS^2}{2Q'} + \frac{p(Q' - S)^2}{2Q'}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2k \left(1 - \frac{d}{q}\right) d}{h}} \sqrt{\frac{h+p}{p}}$$

$$Q^* = \frac{Q'}{\left(1 - \frac{d}{q}\right)} = \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{q}\right)} \sqrt{\frac{2kd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}{h}} \sqrt{\frac{h+p}{p}}$$

$$Q^* = \frac{\sqrt{2kd}}{\sqrt{h \left(1 - \frac{d}{q}\right)}} \sqrt{\frac{h+p}{p}}$$

Sustituyendo tenemos:

$$S = \sqrt{\frac{2k \left(1 - \frac{d}{q}\right) d}{h}} \sqrt{\frac{p}{p+h}}$$

$$T = \frac{\sqrt{2k}}{\sqrt{hd \left(1 - \frac{d}{q}\right)}} \sqrt{\frac{h+p}{p}}$$