



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN INGENIERIA DE
PRODUCCION**

**MODULO II: PLANEACION Y CONTROL DE LA
PRODUCCION**

TEMA

INVENTARIOS

**EXPOSITOR: M. EN I. PATRICIA AGUILAR JUAREZ
PALACIO DE MINERIA
SEPTIEMBRE DEL 2000**

FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIPLOMADO "INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN"
MODULO III
PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
(INVENTARIOS)

M. I. PATRICIA AGUILAR JUÁREZ

CAPITULO I

CONCEPTOS DE CONTROL DE INVENTARIOS

INTRODUCCIÓN

Ya desde tiempos remotos, cuando el hombre se dio cuenta de que no siempre era posible obtener los artículos que necesitaba en el momento en que surgía dicha necesidad, concibió la idea de aprovisionarse de aquellos artículos que le resultaran más indispensables, por ejemplo, tal vez, agua y alimentos. Seguramente también pensó en la posibilidad de conservar tanto como le fuera posible sin tomar en consideración lo que realmente gastaría. Tal vez fue esa la primera y más rudimentaria expresión de un inventario, que se ha venido afinando a través del tiempo.

Actualmente, el uso de los inventarios se ha generalizado al grado de que no solamente se utilizan en prácticamente todas las empresas, sino que todos manejamos pequeños inventarios familiares: La despensa, el botiquín, etc.

Ciertamente, para manejar estos pequeños inventarios familiares no requerimos desarrollar toda una teoría, ni realizar ningún tipo de análisis sofisticado, pues generalmente procedemos por ensayo y error, sin embargo, esto no es factible en el caso de una empresa, en donde su crecimiento y supervivencia dependen, entre otras cosas, del manejo adecuado de sus inventarios.

Antes de tratar de plantear o resolver algún problema de inventarios, se necesita tener conocimiento de ciertos conceptos básicos de la teoría de inventarios.

El objetivo de este capítulo, es proporcionar este conocimiento, y para lograrlo, se presentan primero, algunos antecedentes de la teoría de inventarios y ciertas definiciones básicas, que nos permitan, en seguida, identificar claramente, las funciones de un inventario. A continuación se revisan los objetivos del control de inventarios, y finalmente, se analizan los costos involucrados dentro de un sistema de inventarios.

1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA TEORÍA DE INVENTARIOS

Hace aproximadamente 300 años, la administración de los inventarios era relativamente sencilla. Los inventarios eran considerados por los comerciantes, productores y aseguradores, principalmente como una medida de riqueza. La riqueza y poder de un negocio o un pueblo era evaluada en términos del número de trigales, cabezas de ganado, libras de oro, etc., que tenían guardados en almacenes. Pappilo (1697) hablando de los inventarios decía que:

" La existencia o riqueza de una reino no consiste solamente en nuestro dinero, sino también en nuestras mercancías y embarques para comerciar, y almacenes surtidos con todos los materiales necesarios".

En este siglo, en los albores de los años 20's, los encargados de tomar las decisiones en las organizaciones empezaron a poner mayor énfasis en la liquidez de los capitales, tales como los inventarios, hasta convertirse para ellos en una importante meta que perseguir, por el bien de la misma organización y la seguridad del monto de las transacciones comerciales. En este sentido, Whitin (1957) reportó lo siguiente:

" Frecuentemente, los inventarios se conocen como el "cementerio" de los negocios Americanos, como existencias en exceso, que han sido una causa importante del fracaso de dichos negocios. También se considera a los inventarios como una influencia desestabilizadora de los negocios en curso... Los hombres de negocios han desarrollado un miedo casi patológico del crecimiento de los inventarios".

La mayoría de los miedos patológicos a los cuales se refiere Whitin, datan de 1920 - 1921, cuando se reconoció la primera "depresión de inventario; causó, en su momento, un fenómeno comúnmente conocido como "hand-to-mouth buying" (compra de la mano a la boca) en la economía americana (McGill, 1927). Como el nombre lo sugiere, durante esta depresión, se hizo mucho énfasis en la necesidad de conseguir tasas rápidas de retorno de los inventarios, entendiéndose como tasa de retorno de un inventario, el cociente

$$\text{retorno del inventario} = \frac{\text{ventas anuales ó uso (en costo)}}{\text{inventario promedio (en \$)}}$$

Algunos administradores sobre-reaccionaron tratando de conseguir inventarios cercanos a cero, con resultados desastrosos. La alta gerencia en muchas empresas ha revertido completamente su actitud

de 250 años antes, respecto a la deseabilidad de mantener inventario.

Las altas tasas de inflación, que se hicieron comunes en los 70's, en la economía mundial, alteraron permanentemente los pasados patrones de gasto de las personas, las empresas y los gobiernos. A finales de los 70's la tasa de interés principal (la pagada a los más importantes prestamistas) había sobrepasado, en algunos países tales como Canadá, el 20% anual. Se hicieron comunes tasas estratosféricas en países poco desarrollados.

Actualmente, los inventarios son vistos por la mayoría de los más grandes administradores como un gran riesgo potencial y rara vez como una medida de riqueza. Persiste un miedo constante en las mentes de la mayoría de los planeadores, en el sentido de que el almacenamiento de mercancías en exceso de la demanda actual puede requerir drásticas rebajas en los precios, mientras que se podría vender antes de que se convierta en inútil como resultado de la obsolescencia por cambios de estilo o tecnología. La obsolescencia es, realmente, de origen reciente, pero promete ir incrementando su importancia en el futuro como resultado de que los tiempos de vida se hacen cada vez más cortos.

La mayoría de los administradores, hoy en día, reconocen la importancia de balancear las ventajas y desventajas de llevar inventarios. Sin embargo, algunos de los antiguos miedos aún persisten. Como expresó algún el presidente de una compañía:

"Acepto que los inventarios juegan un papel crucial en mis operaciones. Pero no puedo perder de vista el otro lado de la moneda. Mientras los inventarios son algo que necesito para sobrevivir, también representan materiales con los que me puedo apuñalar".

Pero balanceando las ventajas y desventajas de la inversión en inventario en el futuro puede no ser tan simple como en el pasado. En 1980 la industria automotriz japonesa superó a la de los Estados Unidos. La Toyota se convirtió en el segundo productor más grande del mundo. Vendió más automóviles que toda la industria del Reino Unido, y las ventas japonesas sobrepasaron a las de Francia en Francophone Africa. Los sistemas japoneses de planeación de la producción, la administración de los inventarios, y el diseño organizacional fueron acreditados como las estrategias principales para lograr esta asombrosa hazaña. El japonés ha demostrado una debilidad en la aproximación occidental a la administración estratégica, reconocida anteriormente por Skinner (1969):

La manufactura ha sido dominada durante mucho tiempo, por expertos y especialistas.... Como resultado, los altos ejecutivos tienden a evitar involucrarse en elaborar nuevas políticas de producción.... función que podría ser una buena ventaja y estar unida a la

estrategia corporativa....

Puede parecer extraño pensar en la producción solamente como una arma competitiva, actualmente la historia de la industria de auto de los Estados Unidos, muestra que a finales de los 50's la manufactura se había convertido en un factor neutral en la competencia. Excepto probablemente para su confianza en las economías de escala, tendieron a competir por medio de estilo, mercadeo, y redes exclusivas. La investigación realizada por Abernathy, entre otros en 1981, demuestra que una explicación válida del **suceso japonés** debió iniciar con el factor de " proceso productivo ", una amalgama de practicas administrativas y sistemas conectados con administración de inventarios y planeación de la producción y control. Mientras que nosotros pensábamos en términos de el nivel de existencias óptimo y las cantidades a ordenar, los japoneses examinaban intercambios entre diferentes tipos de sistemas de producción. Ellos mismos desarrollaron un sistema de producción que efectivamente eliminó la necesidad de un nivel significativo de inventario. Tal sistema requiere un extensivo reajuste organizacional, e investigaciones que solamente los niveles más altos de ejecutivo podrían autorizar.

Lo que ha sucedido es ahora lógicamente obvio. Los sistemas de decisión sobre el manejo de los inventarios en la nueva competencia de la industria internacional del futuro, no puede estar muy alejada de sus procesos de producción. El control de los inventarios, la planeación de la producción, y la estrategia corporativa, están muy relacionadas.

1.2 DEFINICIONES BÁSICAS

Como ya se mencionó anteriormente, nuestro objeto de estudio son cierto tipo de modelos de inventarios, que nos permitan analizar y resolver algunos problemas de control de inventarios. Pero antes de iniciar nuestro estudio, es necesario hacer una pausa y dar un marco de referencia para situarnos exactamente en el problema y el ámbito en que se desarrollará el presente trabajo. Para ello, es necesario precisar ciertos conceptos básicos como:

- ¿ Qué es un modelo ?
- ¿ Qué tipo de modelos se manejarán ?
- ¿ Qué es un inventario ?
- ¿ Qué es el control de inventarios ?

Empezaremos por decir que un modelo es una abstracción de una situación real, que se hace con el fin de simplificar el estudio de dicha realidad, pero que debe recopilar las principales características de ella.

Una forma de caracterizar a los modelos, es clasificarlos, primeramente, en dos tipos:

- + Físicos: Representan o simulan físicamente algunos aspectos del comportamiento de un sistema real.
- + Simbólicos: Representan por medio de símbolos, en muchas ocasiones gráficos, los elementos y el comportamiento de la situación real. Su interpretación requiere conocer el código de la simbología utilizada.

A su vez, los modelos simbólicos se pueden dividir en:

- Matemáticos: Deterministas
Probabilistas
- No matemáticos.

Los modelos que se manejarán en este trabajo, son de tipo simbólico y matemático, tanto deterministas como probabilistas ya que facilitan la toma de decisiones con base en criterios analíticos exactos que permiten minimizar los costos asociados al sistema de inventario.

En relación con el concepto de inventario, una definición generalizada es la siguiente:

Un inventario es una cantidad de bienes o materiales con un valor monetario, que se encuentran bajo el control de una organización o empresa, y que se mantienen por algún tiempo en forma improductiva, esperando su uso o venta. Es también un sistema regulador de las actividades de oferta y demanda.

Un inventario puede estar formado por uno o más artículos en donde cada artículo puede ser materia prima, alguna parte manufacturada ó ensamblada, o bien algún producto terminado.

Así, se conoce como control de inventarios a las actividades y técnicas de manutención de las existencias de artículos en los niveles deseados, independientemente de que sean materias primas, trabajos en proceso, o productos terminados.

En la industria manufacturera, existe una estrecha relación entre el control de la producción y el control de inventarios. Una decisión de finiquitar una orden de producción reducirá el inventario de materia prima, incrementará temporalmente el inventario de trabajos en proceso, y eventualmente, hará crecer el de producto terminado. De igual manera, la decisión de elevar el nivel de inventario de una parte manufacturada, dará como resultado la liberación de una orden de producción.

Es claro que no todos los inventarios son iguales, cada uno tiene sus características propias y de acuerdo a ellas se debe elegir un modelo apropiado para analizarlo. Sin embargo, sí podemos encontrar en cualquier inventario, las siguientes componentes básicas:

- * Número de productos: Uno ó varios.
- * Tipo de demanda: Determinista o estocástica.
- * Tipo de Oferta: Determinista o estocástica.
- * Horizonte de Planeación: Un período, varios períodos ó bien un número infinito de períodos.
- * Costos: Por pedido, por artículo, por llevar inventario o por déficit.
- * Forma analítica de la función de costos: lineal, convexa, cóncava u otra.
- * Tiempo de entrega de los artículos: Determinista, estocástico.
- * Política de Operación del Inventario: Revisión continua, revisión periódica.

1.2 FUNCIONES DE LOS INVENTARIOS

En la sección anterior, se dijo que un inventario es un sistema regulador entre los procesos de oferta y demanda. Esta definición sugiere que un inventario existe porque los procesos de oferta y demanda difieren en las tasas en las cuales, proveen o requieren existencias. Por ello, cualquier propósito significativo para su existencia estará basado en el deseo o la necesidad de que estas

dos tasas difieran.

Se puede decir entonces, que el papel principal de un inventario en la industria, es servir como un amortiguador, acoplando estados sucesivos de producción y distribución, con el fin de lograr mayor eficiencia. Un papel secundario es servir como protección contra aumentos de precios y fluctuaciones en demandas.

Dentro de este marco general, se pueden identificar las siguientes funciones básicas de un inventario:

1) Suavizar las Operaciones de una empresa

Regularmente, los procesos de demanda sufren variaciones, de alguna manera previsibles, aunque no controlables. Estas fluctuaciones muchas veces ocurren de acuerdo a la temporada del año, ó ciclos comerciales o fiscales, y se pueden resolver modificando la producción cada vez que se requiera, lo cual exige la existencia de materia prima, o bien produciendo y almacenando con anticipación a las demandas pico.

2) Explotación del Mercado

Frecuentemente, los movimientos en el mercado hacen que resulte económicamente ventajosa la creación de un inventario. Las variaciones de precios de los bienes y productos de un mercado o bien de la materia prima, pueden motivar la adquisición prematura o la producción sobre pedido. La posibilidad de un incremento en los costos de la mano de obra puede hacer útil la constitución de un inventario.

3) Protección contra déficit de material

Al enfrentarnos a las fluctuaciones impredecibles en los procesos de oferta y demanda, se corre el riesgo de que, en un momento dado, exista escasez de material y se experimente una lucha con los clientes, interrupción en las operaciones, etc. Un inventario es un "seguro" contra dicha situación. La necesidad de la existencia de tales inventarios aumenta de acuerdo al crecimiento de las fluctuaciones, y al tiempo que transcurre entre una fluctuación aleatoria y su compensación.

4) Economías de escala

Aún cuando los procesos de oferta y demanda se pudieran controlar de manera que fueran iguales e invariantes en el tiempo, no sería deseable hacerlo, puesto que implicaría un gran número de pequeñas remesas y desprendería las economías con pocas remesas pero de gran tamaño, cuando ocurre que en muchas ocasiones, se obtienen descuentos por volumen con un consecuente ahorro en el costo promedio por artículo.

5) Control Económico

Un argumento a favor de los inventarios grandes, es que requieren menor control y que es más barato mantener grandes inventarios que revisar los niveles de inventario con mucha frecuencia. Sin embargo, es importante saber cuanto se gasta en diseñar, implantar y mantener un inventario, para determinar su eficiencia y decidir la existencia del mismo.

Cabe decir que existen también algunas corrientes que consideran que lo óptimo es llegar a tener un inventario cero.

1.3 OBJETIVOS DEL CONTROL DE INVENTARIOS

Dentro de una misma empresa, el control de inventarios puede tener objetivos diferentes dependiendo del departamento de que se trate. Tales objetivos pueden ser por ejemplo:

- + El departamento de ventas quisiera estar preparado para atender los pedidos de sus clientes lo más pronto posible, por lo que le gustaría tener en existencia una cantidad suficiente de productos terminados, o bien, de material para producir rápidamente los artículos requeridos.

- + El departamento de producción desea ser eficiente, lo cual implica que preferirá mantener un nivel alto de producción para reducir el costo de la misma por producto. Para ello se requiere tener en existencia una cantidad suficiente de

materiales, componentes, y trabajos en proceso para que no se pare la producción por falta de material.

- + El departamento de compras quiere obtener los mejores precios de compra. Por ello prefiere hacer pocos pedidos grandes en lugar de muchos pequeños. Además está interesado en constituir inventarios en prevención de alzas en los precios y escasez en el mercado.
- + El departamento de Finanzas desearía minimizar todas las formas de invertir en inventarios por el costo de capital y los efectos negativos que tienen los inventarios grandes en los activos.
- + El departamento de personal y relaciones industriales considera adecuada la creación de un inventario durante la época de baja demanda y estabilizar así el nivel de empleados, evitando despidos y una fuerte rotación de personal.
- El departamento de ingeniería prefiere minimizar los inventarios puesto que no se aplazarían demasiado los cambios en ingeniería, mientras que con inventarios grandes dichos cambios se podrían hacer hasta agotar los diseños anteriores.

Como se puede observar, existen objetivos contradictorios entre departamentos de una misma empresa, y el considerar únicamente los objetivos de alguno de ellos, podría acarrear graves consecuencias en otros, por ello, se propone evaluar los objetivos de cada uno, determinando, para cada departamento, el costo asociado a la constitución de un inventario, y minimizar la suma de dichos costos. Si alguno de los costos es difícil de estimar, el administrador debe fijar el nivel que se podría alcanzar y minimizar la suma de los costos restantes, considerando esto como una restricción.

Otra manera de decidir consiste en relacionar los alcances de los objetivos con un beneficio, y elegir aquella política de inventario que maximice los beneficios. Ambas técnicas proporcionan el mismo resultado, si se considera la privación de beneficios como costo de oportunidad.

1.4 COSTOS EN UN INVENTARIO

La función de un inventario se puede expresar, de manera resumida, como "evitar los costos asociados con el hecho de no mantener ningún inventario". Sabemos que el mantener un inventario tiene un costo, sin embargo, se intenta que dichos costos sean menores que aquellos que se quiere evitar.

La actividad de mantener un inventario, involucra dentro del costo total, diversos costos que se pueden clasificar como sigue:

- + **Costos por Ordenar:** Son los costos en que se incurre por el simple hecho de hacer un pedido. En ocasiones se incrementan por realizar muchos pedidos pequeños en un mismo período de tiempo, en lugar de unos cuantos grandes. En órdenes de compra, estos costos pueden tomar la forma de cargos por flete, o la carencia de descuentos por cantidad. Para órdenes de venta o producción estos costos se pueden reflejar en reparaciones adicionales de las máquinas, y posiblemente de también de arranque y de materiales. Por otro lado, tanto si se compra como si se vende o se produce, las órdenes adicionales crean costos por papeleos adicionales, inspección y adquisición de materiales.
- + **Costos por llevar inventario:** Estos costos empiezan con la inversión. El dinero invertido en la adquisición de materiales, está exento de producir alguna ganancia. Esto resulta en un costo de oportunidad, que es normalmente expresado como un porcentaje de la inversión, y aunque no existe un acuerdo sobre el valor apropiado de dicho porcentaje, al parecer los más significativos en este rubro, son los costos de capital. Los inventarios grandes traen consigo costos adicionales por manejo, obsolescencia y deterioro de los artículos en inventario, renta de almacenes, etc.
- + **Costos por déficit:** Cuando se agota la existencia, las demandas no pueden ser satisfechas por el inventario, y esto tiene consecuencias tales como la pérdida probable de clientes y ventas, costos adicionales por trámites excesivos para procesar la reorden, y tal vez, penalizaciones por el retraso. Asimismo, se debe considerar un costo asociado a la interrupción de la producción, y aunque fuera posible satisfacer la demanda de alguna manera alterna, esto involucra costos adicionales por comprar con urgencia, o bien por comprar a otro proveedor, a costos más elevados, en el caso en

que la producción sea externa. Si el producto fuera producido en la misma empresa, se generarían costos por tiempo extra.

- + **Costos del sistema:** Se refieren a los costos que dependen de la cantidad y calidad del esfuerzo realizado en el control de inventarios. La cantidad mencionada, atiende a la frecuencia con que se realizan los procedimientos de control, y afecta directamente costos de revisión de inventarios, pronósticos y generación de registros, entre otras cosas. Con calidad se indica el nivel de sofisticación de los procedimientos de control.
- + **Costos por material:** En general los costos de los materiales no se modifican por la decisión de mantener inventarios. Las excepciones son los descuentos por cantidad y fluctuaciones en el precio.

CAPITULO 2

MODELOS BÁSICOS

INTRODUCCIÓN

Tanto en el estudio como en la investigación de cualquier tema, es indispensable comenzar haciendo un breve repaso de los fundamentos, puesto que estos constituyen una base firme para la mejor comprensión de dicho tema, y en su caso, para permitir que exista una continuidad en la investigación.

Respecto al objetivo del presente trabajo, podríamos identificar como fundamentos a la terminología y conceptos básicos de la teoría de inventarios, y también a los modelos que representan a los problemas más sencillos de entre los que son objeto de estudio de la misma materia.

Hasta el momento, hemos cubierto lo referente a la terminología y conceptos básicos, por ello el objetivo de este capítulo es presentar, muy brevemente, algunos modelos básicos de la teoría de inventarios, tanto deterministas como aleatorios, así como los principales resultados que se conocen acerca de dichos modelos, y para ello se presentarán, en la primera sección, los modelos básicos de tipo determinista, y en la segunda aquellos de tipo aleatorio.

2.1 CONCEPTOS GENERALES

Un inventario en el manejo de operaciones o producción, se entiende como un recurso escaso que está en espera de satisfacer una demanda futura.

Un problema de inventario involucra la formulación de reglas de decisión que responden a:

- ¿ cuándo es necesario efectuar un pedido ?,
- ¿ cuánto se debe ordenar ?,

y las reglas de decisión se enfocan a satisfacer la demanda a costo mínimo, o maximizar la ganancia.

El sistema de inventario puede verse como un sistema con los siguientes componentes (fig 2.1):

- a) Patrón de demanda.
- b) Patrón de oferta.
- c) Restricciones de operación.
- d) Mecanismo de decisión o política de pedidos.
- e) Costo total del inventario.

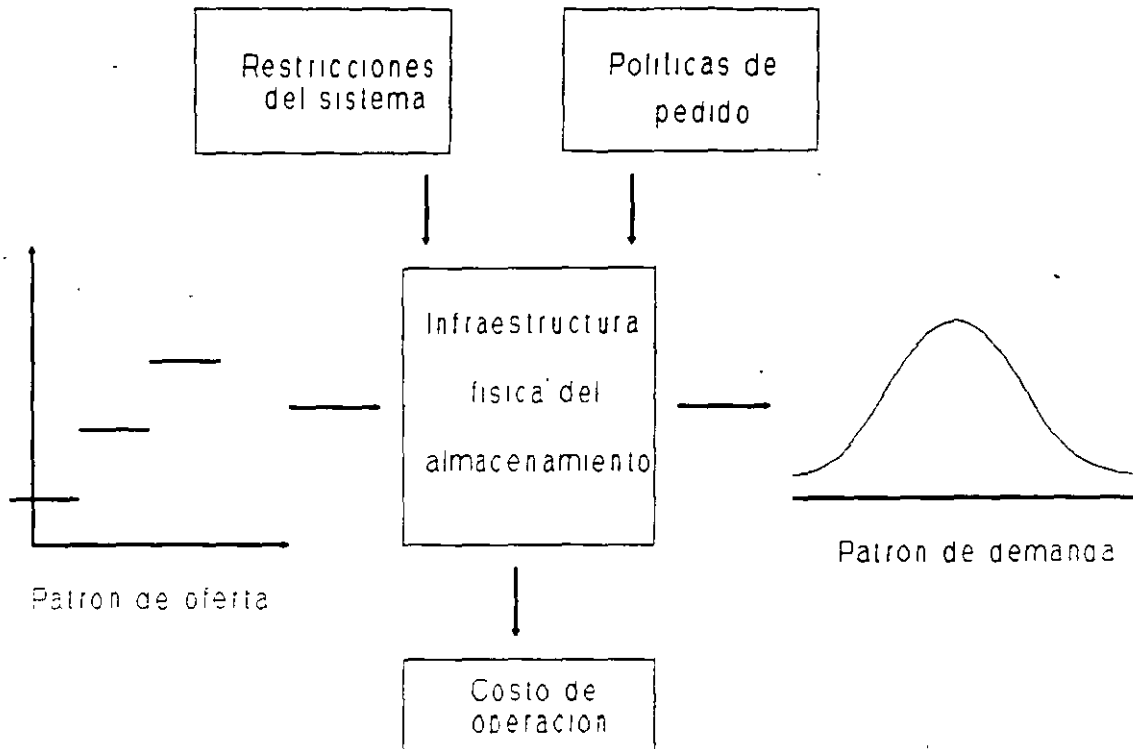


Fig 2.1 Los componentes del sistema de inventario.

Acerca de estos componentes, en los modelos básicos, podemos decir lo siguiente:

- a) Demanda: Se supone que se tiene una demanda conocida y constante de artículos, denotada por d .
- b) Oferta: Es la parte controlable del sistema de inventarios y queda determinada por:
 - Q = tamaño del pedido.
 - T = tamaño del ciclo de los niveles de inventario.
 - S = nivel máximo de inventario.
- c) Restricciones de Operación: Son las propias del sistema que se analiza.
- d) Políticas de pedidos: Está relacionada con la elección de los valores Q , T o S , o alguna variante de ellos.
- e) Costo de inventario: Es usual considerar un costo total por unidad de tiempo, derivado de los costos promedio de un ciclo. Los componentes de estos costos, por unidad de tiempo,

son:

Costo total = Costo por ordenar + costo por inventario
+ costo por déficit + costo de la compra ó
producción.

Cada uno de los costos involucrados en el cálculo del costo total, se calculan en el caso determinista como se muestra a continuación:

1) Costo por ordenar, por unidad de tiempo.

$$f(I_0) = kI_0$$

donde I_0 es el número de pedidos por unidad de tiempo, y k es el costo de cada pedido. (Nótese que se supone linealidad).

2) Costo por mantener inventario, por unidad de tiempo.

$$f(I) = hI$$

en donde I es el número de artículos en inventario, y h el costo de mantener un artículo en inventario, por unidad de tiempo.

Es importante notar que también en este costo existe una suposición de linealidad, así como tener presente que sus unidades son [Unidades monetarias/unidad de tiempo].

3) Costo por déficit por unidad de tiempo.

$$f(y) = py$$

donde y es el nivel de artículos faltantes en inventario (o demanda insatisfecha), mientras que p es el costo por tener un artículo de demanda insatisfecha, por unidad de tiempo. Al igual

que en el caso anterior, las unidades son [u.monetarias/u.de tiempo]

4) Compra (o costo de producción) de artículos por unidad de tiempo.

$$f(D) = cd$$

donde d es el número de artículos a satisfacer por unidad de tiempo y c el costo de cada artículo.

Así, se tiene que el costo total por unidad de tiempo es

$$CT = f(I_0) + f(I) + f(y) + f(D) ,$$

o bien (en el caso determinista),

$$CT = kI_0 + hI + py + cd ,$$

y el costo incremental es

$$CIN = f(I_0) + f(I) + f(y) .$$

Es importante notar que el costo que se utiliza en la solución de los problemas, es el costo por unidad de tiempo, que es un costo promedio. Esto se debe a que si el problema se prolongara en el tiempo, indefinidamente, el costo total también crecería constantemente acercándose al infinito, y este problema se puede solucionar utilizando, precisamente, costos promedio en lugar de costos totales, o bien, usando algún factor de descuento.

2.2 MODELOS DETERMINÍSTAS

En el caso de modelos de inventario con demanda determinísta, se distinguen cuatro modelos clásicos que corresponden a cuatro casos del problema de pedido (o lote) económico, y sus variantes, y que se analizan en el marco de su desarrollo en el plano almacenamiento - tiempo. A saber, los casos son los siguientes:

Caso 1: Sin producción y sin déficit.

Caso 2: Con producción y sin déficit.

Caso 3: Sin producción y con déficit.

Caso 4: Con producción y con déficit.

MODELO SIN PRODUCCIÓN Y SIN DÉFICIT.

En este modelo se parte de los siguientes supuestos:

- 1) La demanda de artículos es una constante conocida d (No. de artículos/U. de tiempo).
- 2) El tiempo de entrega de los pedidos es cero.
- 3) No se permite que exista déficit.
- 4) Los costos son conocidos:
 k = costo por ordenar (u. m.)
 c = costo por comprar artículos, en u. m. por artículo.

h = costo por llevar inventario, en u. m. por artículo y por unidad de tiempo.

- 5) El tamaño del pedido es fijo, e igual a Q unidades.
- 6) El tamaño del período de tiempo también es fijo e igual a T unidades de tiempo.

El desarrollo de los niveles de inventario a lo largo del tiempo, cuando se ha decidido ordenar una cantidad Q cada vez que se llega a un nivel de inventario igual a cero, se muestra en la siguiente figura.

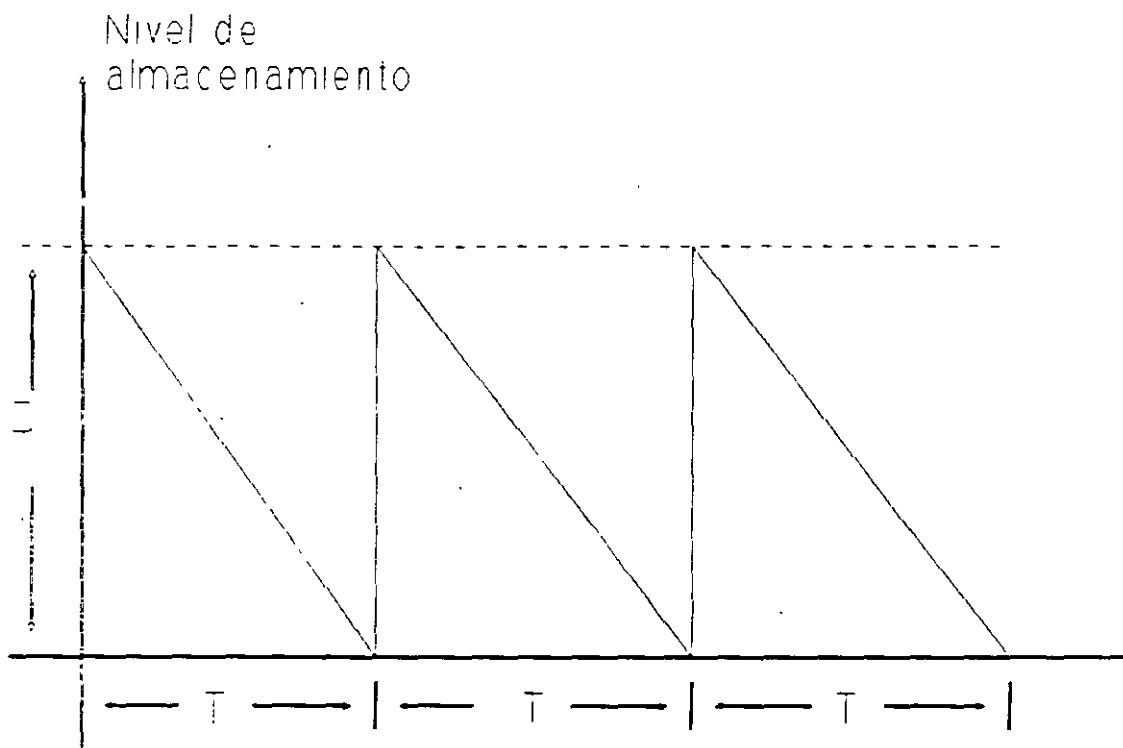


Fig 2.2 Inventario en el modelo sin producción y sin déficit

Es claro que es posible analizar el problema por período, tenemos los siguientes resultados:

Costo por período:

$$CP = k + cQ + h(Q/2)T$$

Costo total por unidad de tiempo:

$$\begin{aligned}
 CT(Q) &= \frac{CP}{T} \\
 &= k + cQ + \frac{h\left(\frac{Q}{2}\right)T}{T} \\
 &= \frac{kd}{Q} + \frac{hQ}{2} + cd
 \end{aligned}$$

Utilizando métodos de Cálculo Diferencial, se puede minimizar esta función y se obtiene que los valores óptimos para el tamaño del pedido, el tamaño del período, y el costo total, son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 Q^* &= \sqrt{\frac{2kd}{h}} \\
 T &= \sqrt{\frac{2k}{hd}} \\
 CT(Q^*) &= \sqrt{2ndk} + cd
 \end{aligned}$$

MODELO CON PRODUCCIÓN Y SIN DÉFICIT.

Las suposiciones de este modelo son las siguientes:

- 1) El número de artículos demandados por unidad de tiempo es d , y es una constante conocida.
- 2) La cantidad de artículos producidos por unidad de tiempo q , también es una constante conocida, que además tiene la característica de que $q > d$.
- 3) El nivel máximo de almacenamiento de artículos es una constante conocida que se denota por S .
- 4) El tamaño del período de tiempo es también fijo e igual a T unidades de tiempo, y en él se pueden reconocer dos partes:
 T_1 es el tiempo durante el cual existe producción.

T_2 es el tiempo dentro del ciclo, en el que no existe producción.

- 5) El tamaño del pedido es fijo e igual a Q unidades.
- 6) No se permite déficit.
- 7) Los costos son conocidos:
 - c = costo de producción de un artículo (u. m.).
 - h = costo por almacenamiento de un artículo por unidad de tiempo (u. m. / unidad de tiempo).
 - k = costo por iniciar la producción (u. m.).

El desarrollo del sistema de inventario representado por este modelo, se muestra en la siguiente figura.

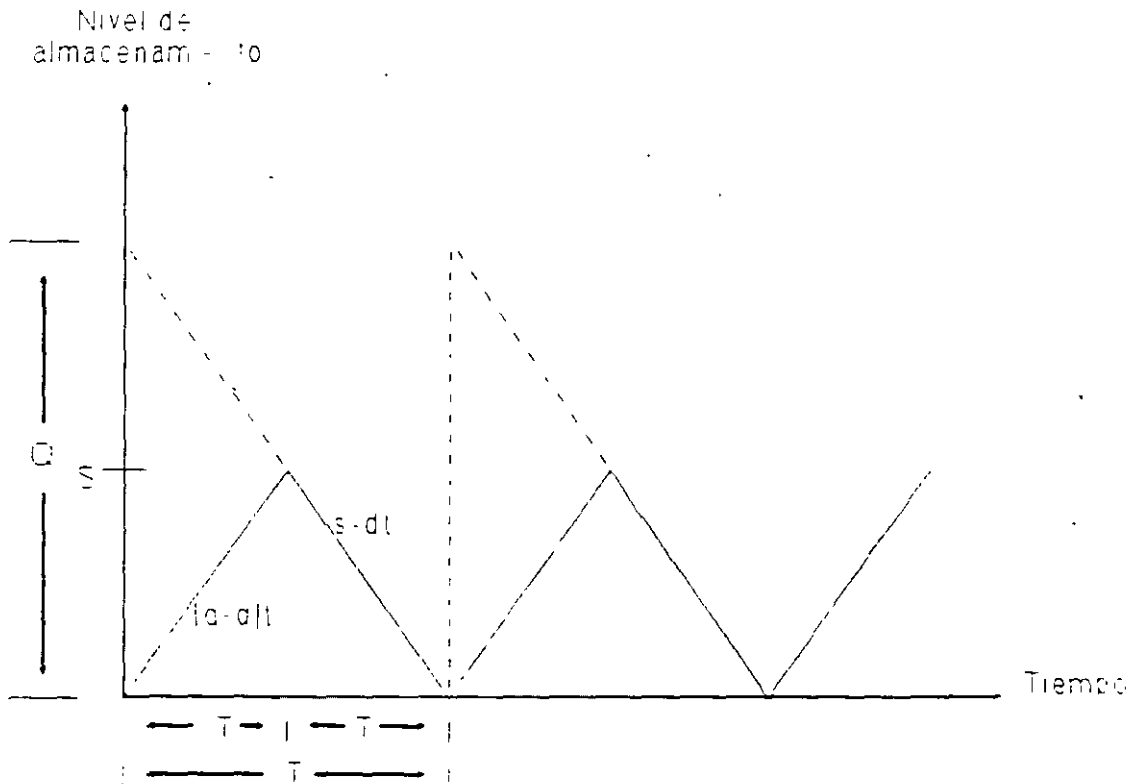


Fig 2.3 Inventario en el modelo con producción y sin déficit.

Al igual que en el modelo anterior, es posible analizar el sistema por período, y los resultados que se obtienen son los siguientes:

Costo por período:

$$CP = k + cQ + h\left(\frac{s}{2}\right)T$$

Costo promedio:

$$\begin{aligned}CT(Q) &= \frac{CP}{T} \\ &= \frac{kd}{Q} + h\left(\frac{S}{2}\right) + cd\end{aligned}$$

Se puede observar que existen las siguientes relaciones básicas entre los parámetros del sistema:

$$Q = qT_1, \quad Q = dT, \quad S = (q - d)T_1$$

de donde se obtiene que

$$S = (q - d) \frac{Q}{q} = \left(1 - \frac{d}{q}\right)Q$$

y aplicando estas relaciones al costo promedio, se llega a la siguiente expresión

Costo promedio:

$$\begin{aligned}CT(Q) &= \frac{kd}{Q} + \left[h\left(1 - \frac{d}{q}\right)\right] \frac{Q}{2} + cd \\ &= \text{costo por ordenar por unidad por u. de tiempo} \\ &\quad + \text{costo por almacenamiento por u. de tiempo} \\ &\quad + \text{costo de producción por u. de tiempo.}\end{aligned}$$

y los valores óptimos para el tamaño del pedido, la longitud del período y el costo total son:

$$\begin{aligned}Q^* &= \sqrt{\frac{2kd}{h\left(1 - \frac{d}{q}\right)}} \\ T^* &= \frac{Q^*}{d} = \sqrt{\frac{2k}{hd\left(1 - \frac{d}{q}\right)}} \\ CT(Q^*) &= \sqrt{2h\left(1 - \frac{d}{q}\right)kd} + cd\end{aligned}$$

MODELO CON DÉFICIT Y SIN PRODUCCIÓN

El tipo de problema de inventario que se resuelve utilizando este modelo, se puede representar gráficamente como sigue:

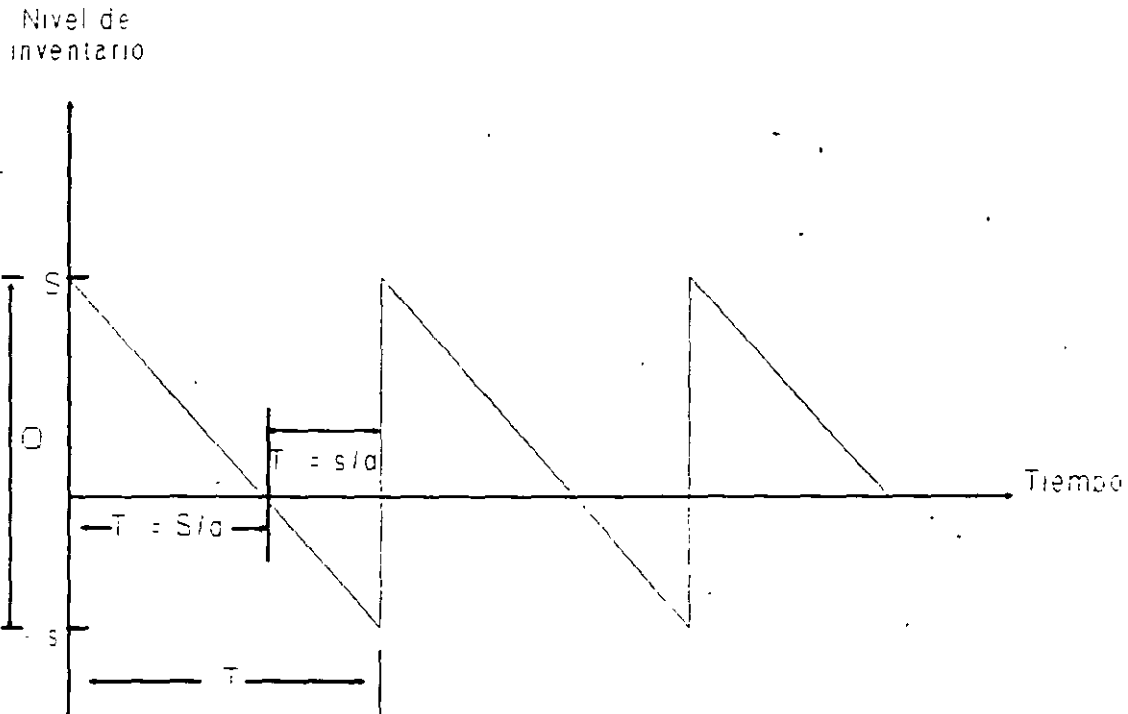


Fig 2.4 Inventario en el modelo sin producción y con déficit.

Las suposiciones básicas de este modelo, se relacionan a continuación:

- 1) La demanda d es una constante conocida, y sus unidades son número de artículos / u. de tiempo.
- 2) Se tiene una capacidad máxima de inventario fija e igual a S artículos.
- 3) Aunque está permitido tener un déficit, el nivel máximo permitido para él es s unidades.
- 4) El tamaño del pedido es una constante fija igual a Q artículos.
- 5) El tamaño del período es T unidades de tiempo.

6) Los costos son fijos y conocidos:

k = costo por ordenar (por pedido).

c = costo por artículo (u. m. / art.).

h = costo por llevar inventario (u. m./ art. x tiempo).

p = costo por tener déficit (u. m. / art. x tiempo).

Costo por período:

En este caso, el costo total del sistema se compone así:

$$\begin{aligned} CP = & \text{costo fijo por ordenar} \\ & + \text{costo de compra de materiales} \\ & + \text{costo por almacenamiento} \\ & + \text{costo por déficit ,} \end{aligned}$$

es decir,

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

y como $T = Q/d$, se tiene que el costo promedio es

$$CT(Q, S) = \left[\frac{k d}{Q}\right] + c d + \left[\frac{h S^2}{2 Q}\right] + \left[\frac{p (Q - S)^2}{2 Q}\right]$$

Se puede demostrar que $CT(Q, S)$ es una función convexa, por lo que aplicando derivadas parciales para calcular los valores de Q y S que minimizan el valor de la función se obtiene que

$$Q^* = \sqrt{\frac{2kd}{h}} \sqrt{\frac{(p+h)}{p}}$$

$$s^* = \sqrt{\frac{2kd}{h}} \sqrt{\frac{p}{(p+h)}}$$

$$s^* = \sqrt{\frac{2kd}{p}} \sqrt{\frac{h}{(p+h)}}$$

Nótese que si $p \rightarrow \infty$ entonces $Q = S$, y $s = 0$, lo cual corresponde al modelo sin déficit y sin producción; y si $k = 0$ entonces $Q = S = s = 0$ lo cual significa que no se requiere ningún modelo, puesto que en el momento en que se solicita un artículo, se ordena y no se mantiene ninguno almacenado ya que el costo del almacenamiento es muy elevado.

MODELO CON PRODUCCIÓN Y DÉFICIT

Este modelo es un caso más general que el anterior, y su desarrollo en el tiempo se muestra en la siguiente figura.

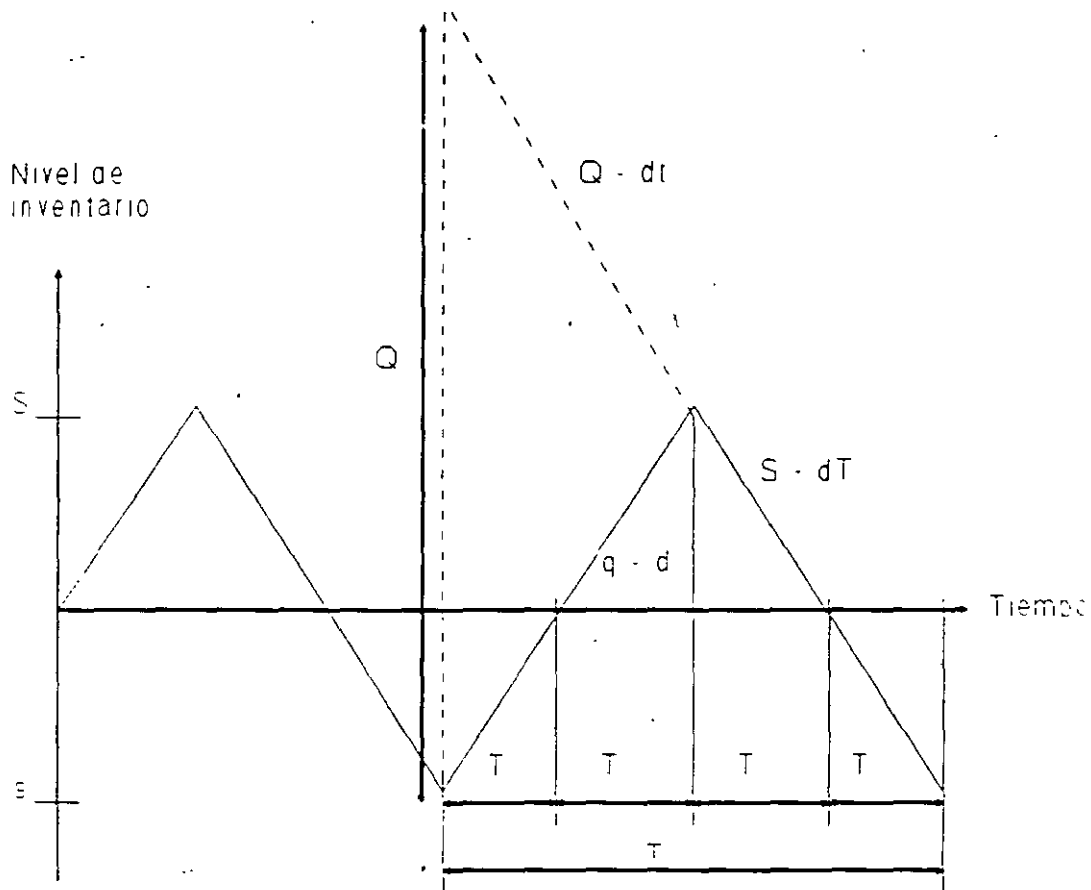


Fig 2.5 Inventario en el modelo con producción y déficit.

Los principales supuestos de este modelo son los siguientes:

- 1) La demanda es conocida e igual a d unidades por u. de tiempo.
- 2) El nivel máximo de inventario es S unidades.
- 3) El nivel máximo de déficit es s unidades.
- 4) El tamaño de la producción es Q y es uno de los parámetros del modelo.
- 5) La producción es continua, con una rapidez de q unidades por unidad de tiempo.

6) Los costos son fijos:

k = costo por iniciar la producción.

c = costo unitario por producir.

h = costo por almacenar por artículo y por u. de tiempo.

$$CT(Q, s) = \frac{kd}{Q} + cd + h \left[\frac{s^2}{2Q \left(1 - \frac{d}{q}\right)} \right] + p \left[\frac{(s - Q) \left(1 - \frac{d}{q}\right)^2}{2Q \left(1 - \frac{d}{q}\right)} \right]$$

de donde, utilizando técnicas del cálculo vectorial, se obtiene

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

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

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

Nótese que si $q \rightarrow \infty$ se tiene, precisamente, el modelo anterior.

2.3 MODELOS ESTOCÁSTICOS

El modelo que se considera en esta ocasión, consiste en un sólo período, pero con demanda estocástica, tipificada por una función de distribución que se supone conocida. Supóngase que al inicio del período se tiene una cantidad Q de artículos. Si D es la demanda en dicho período, existen los dos casos que se muestran a continuación.

p = costo por déficit por artículo y por u. de tiempo.

Costo por período:

El costo total por período se puede calcular como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CP = k + cQ + h \frac{S}{2} (T_2 + T_3) + p \frac{S}{2} (T_1 + T_4)$$

En donde se satisfacen las relaciones que se indican a continuación:

$$\begin{aligned} Q &= q(T_1 + T_2) \\ S + s &= (q - d)(T_1 + T_2) \\ \frac{Q}{q} &= T_1 + T_2 \\ S &= Q \left[1 - \frac{d}{q} \right] - s \\ T_1 &= \frac{S}{q - d} ; T_2 = \frac{S}{q - d} \\ T_3 &= \frac{S}{d} ; T_4 = \frac{S}{d} \end{aligned}$$

y por lo tanto se tiene que

$$CP = k + cQ + \frac{hS}{2} \left[\frac{Sq}{d(q - d)} \right] + p \left(\frac{S}{2} \right) \left[\frac{sq}{d(q - d)} \right]$$

Costo promedio:

Considerando además que $T = Q/d$, y haciendo algunos desarrollos algebraicos se tiene que el costo promedio del sistema se puede

calcular como



Fig 2.6 Casos posibles en modelos de inventario estocástico.

Se supone en ambos casos, que la demanda D ocurre de manera instantánea, y que no existe forma de pedir más artículos para satisfacer la demanda.

Se considera también que los costos tiene la siguiente estructura:

- k = costo fijo por ordenar ($k > 0$).
- c = costo unitario del artículo.
- h = costo por llevar inventario, por artículo.
- p = costo por déficit. (Es una penalización por cada artículo demandado que no se satisface).

El problema consiste en determinar la cantidad de artículos que se debe tener al iniciar el funcionamiento del sistema, de manera que se minimicen los costos totales. Existen básicamente dos casos:

Caso 1: El nivel inicial del inventario es cero.

Es claro que si $p \leq c$ entonces $Q^* = 0$, pero ¿ qué sucede si $p > c$?

Sea $CT(Q)$ el costo por satisfacer una demanda estocástica D dado que se inició elevando el nivel de inventario hasta Q unidades, entonces

$$CT(Q) = \text{costo fijo por ordenar} + \text{costo de materiales} \\ + \text{costo de almacenamiento} + \text{costo por déficit},$$

es decir,

$$CT(Q) = k + cQ + \int_0^Q h(Q - D) f(D) dD + \int_Q^{\infty} p(D - Q) f(D) dD .$$

Se puede demostrar que la función $CT(Q)$ es convexa, y por ello, es posible utilizar el criterio de la derivada para obtener el valor de Q que permite que el costo total sea óptimo. Los resultados son los siguientes:

$$F(Q) = 1 - \frac{c + h}{p + h}$$

y por tanto,

$$1 - F(Q) = \frac{c + h}{p + h}$$

en donde $F(Q)$ resume el comportamiento estocástico de la demanda, y es la probabilidad de que dicha demanda sea menor o igual que Q . Obsérvese además que si $p \rightarrow \infty$, entonces $F(Q) = 1$, y por tanto Q debe ser muy grande; y si $p = c$ entonces $Q = 0$.

Caso 2: El nivel inicial del inventario es x .

$$CT(Q) = \text{costo por ordenar} + \text{costo de materiales} \\ + \text{costo por almacenamiento} + \text{costo por déficit} ,$$

es decir,

$$\begin{aligned}
 CT(Q) &= k + cQ + \int_0^{x+Q} h(x+Q-D) f(D) dD + \int_{x+Q}^{\infty} p(D-x-Q) f(D) dD \\
 &= k + c(x+Q) + \int_0^{x+Q} h(x+Q-D) f(D) dD + \int_{x+Q}^{\infty} p(D-x-Q) f(D) dD \\
 &= k + L(x+Q) - cx
 \end{aligned}$$

donde

$$L(u) = cu + \int_0^u h(u-D) f(D) dD + \int_u^{\infty} p(D-u) f(D) dD$$

y $L(u)$ es la función convexa en u que se muestra en la figura siguiente.

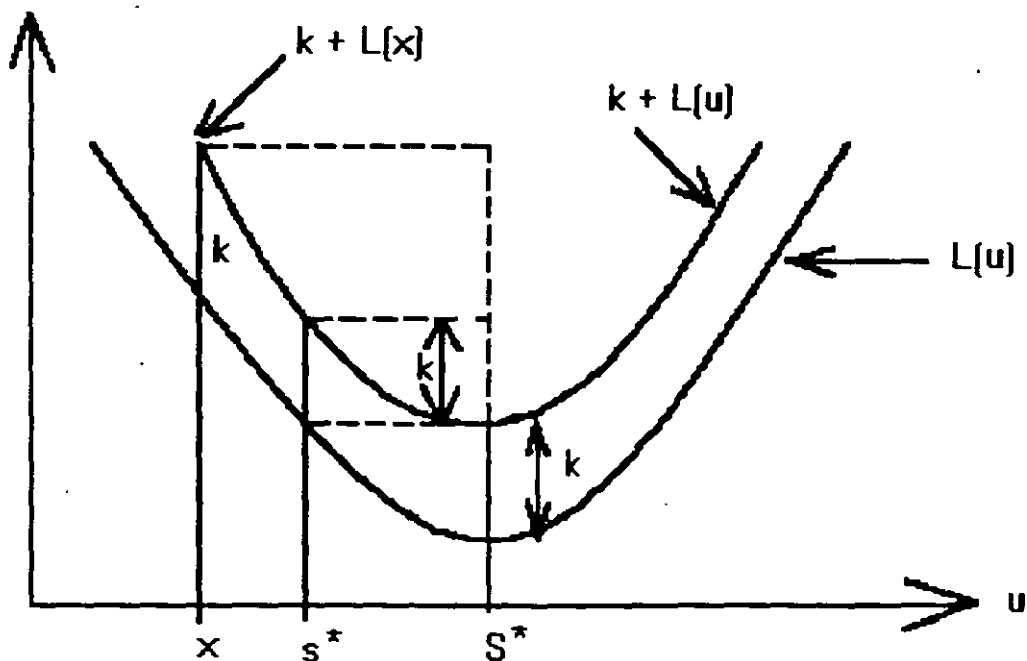


Fig 2.7 Inventario estocástico con nivel inicial x .

Por lo tanto,

$$CT(Q) = \begin{cases} k + L(x + Q) - cx & \text{si } Q > 0 \\ L(x) - cx & \text{si } Q = 0 \end{cases}$$

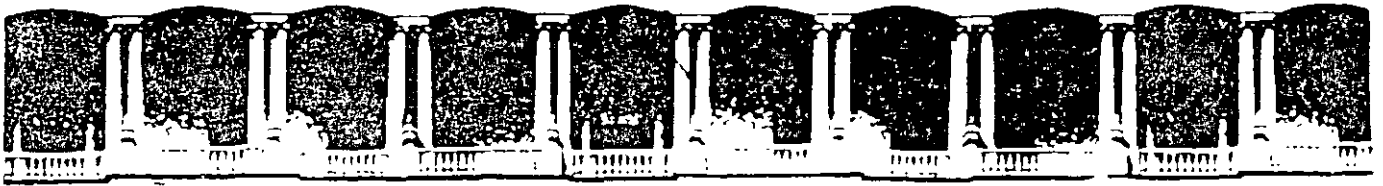
Si S^* es el valor de u que maximiza $L(u)$, y $x \leq S^*$, entonces el costo mínimo es

$$CT(Q^*) = \begin{cases} k + L(S^*) - cx & \text{si } Q = S^* - x \\ L(x) - cx & \text{si } Q = 0 \end{cases}$$

y por tanto, la política óptima de operación de este sistema de inventarios, conocida como política (s^*, S^*) , es tal que

$$Q^* = \begin{cases} 0 & \text{si } x \geq s^* \\ s^* - x & \text{si } x < s^* \end{cases}$$

$$L(S^*) + k = L(s^*)$$



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

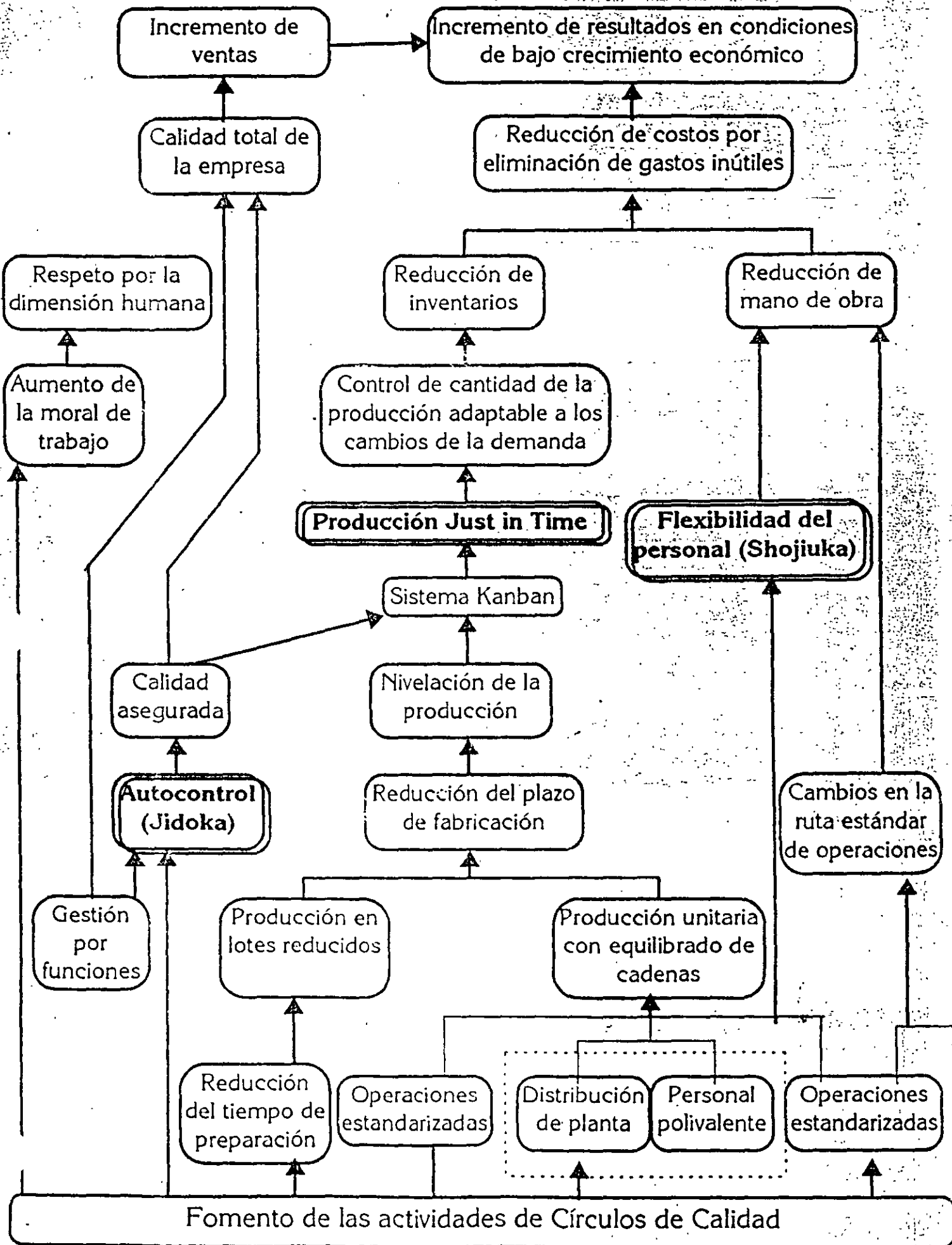
**DIPLOMADO EN INGENIERIA DE
PRODUCCIÓN**

**MODULO II: PLANEACION Y CONTROL DE LA
PRODUCCION**

TEMA

SISTEMA TOYOTA

**EXPOSITOR: M. EN I. SILVINA HERNANDEZ GARCIA
PALACIO DE MINERIA
SEPTIEMBRE DEL 2000**



“ SISTEMA TOYOTA” (Puntos Clave)

Mediante la puesta en práctica de conceptos clave se logra un flujo continuo de producción adaptado a las variaciones, en cantidad y variedad de la demanda.

- Just-in-time (JIT). Significa ante todo producir las unidades necesarias, en cantidad y en el tiempo preciso.
- Autocontrol (Jidoka en japonés). Debe interpretarse como autocontrol de los defectos y sirve de soporte al concepto de producción en el momento oportuno, al impedir la entrada en el flujo; como resultado de cada proceso, de unidades defectuosas que perturbarían el proceso siguiente.
- Flexibilidad en el trabajo (Shojinka en japonés). Que supone la variación del número de trabajadores en función e las variaciones de la demanda.
- Pensamiento creativo ó Ideas innovadoras(Soifuku). Mediante el aprovechamiento de las sugerencias del personal.

**¿Cuál será entonces la técnica más adecuada para la
administración de la manufactura?**

-Debe buscar:

- Minimizar costos.
- Simplificar operaciones
- Cumplir con los requerimientos
- La eliminación de desperdicios
- Minimizar la inversión sin poner en peligro la operación.
- Buscar ahorros globales

¿Cuál será entonces la técnica más adecuada para la administración de la manufactura?

- Casi siempre es un híbrido.
- Puede cambiar a lo largo del tiempo
- Depende del producto, la demanda y del tipo de empresa

VENTAJAS DE LOS SISTEMAS PUSH Y PULL

CARACTERÍSTICAS DE LAS FUNCIONES	SISTEMA DE EMPUJE PUSH	SISTEMA DE JALÓN PULL
Utilización de la mano de obra	Especialización de actividades, segmentos, fijos de trabajo, puestos fijos	Orientación flexible del trabajo, producción libre de defectos, puestos variables
Personal de apoyo	Empleo de fuerte personal de apoyo, diseño de puestos	Solución conjunta de problemas, grupos de trabajo, cambios rápidos
Orientación principal	Programas predeterminados e interrumpidos	Flexibilidad y agilidad en la respuesta rápida
Maquinaria	Maquinaria individual y especializada	Maquinaria más pequeña, más sencilla, más barata
Inventarios	Altas existencias, grandes recorridos	Evitar el exceso de inventarios, producir sólo lo que se necesita
Proceduras	Contratos que ofrecen ventajas competitivas	Relaciones estrechas con los mismos, en forma de equipo

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TARJETAS KANBAN A EMITIR

Una de las fórmulas empleadas para calcular el número de tarjetas Kanban entre dos operaciones sucesivas conectadas es la siguiente:

$$D = \frac{\text{Demanda promedio durante el tiempo principal + las existencias de seguridad}}{\text{No. de piezas transferidas en cada contenedor}}$$
$$N = \frac{D(TE + TP)(1 + \alpha)}{C}$$

Donde N= Número de tarjetas
D= Nivel de producción diario (demanda diaria en unidades)
TE= Tiempo de espera para el contenedor antes de empezar su procesamiento (decimales de día)
TP= Tiempo de procesamiento para contenedor (decimales de día)
C= Número de piezas transferidas en cada contenedor (no más de 10% de la demanda diaria)
 α = Coeficiente de seguridad. Variable política no más de 10%, que refleja la eficiencia de las estaciones de trabajo.

-Un sistema *Kanban* no es para todo el mundo, funciona mejor cuando el flujo es uniforme y la mezcla de productos es estable.

-Las operaciones de preparación son cortas en todas las estaciones de trabajo, para cambiar la producción con la frecuencia que sea necesario.

-El *Kanban* no funciona bien en sistemas con muchos números de inventarios activos, por que si no, se aumentaría los inventarios y se complica el control.

Cambiando hacia un desempeño de clase mundial con producción esbelta.

- Elimina el desperdicio al enfocarse en la reducción del inventario.
- Utilizan técnicas JIT para reducir inventario y desperdicios.
- Construyen sistemas que ayudan a los empleados a producir una parte perfecta cada vez.
- Reducen los requerimientos de espacio.
- Desarrollan relaciones estrechas con los proveedores.
- Formación de proveedores.

JIT

La definición del JIT enfocada a producción es la siguiente: producir la cantidad que se necesita, utilizando el mínimo de recursos y eliminando los desperdicios en el proceso de producción.

JIT

Concretamente, el JIT se define como la reducción o eliminación absoluta de todo lo que signifique desperdicios en las actividades de compras, producción, distribución, y en aquellas actividades administrativas que le sirven de apoyo.

- Jit es un viaje interminable
- Las definiciones que tienen los clientes respecto a calidad así como criterio para evaluar el producto, deben de guiar el diseño del producto y el sistema de producción.

JIT

También el JIT puede ser entendido a través de un conjunto de cambios que propone y que conllevan a una alteración radical de manera en que trabaja una empresa, estas modificaciones implican acciones encaminadas a resolver problemas, considerados estos como las causas reales de ineficiencia industrial, que se traducen como fuentes potenciales de desperdicios.

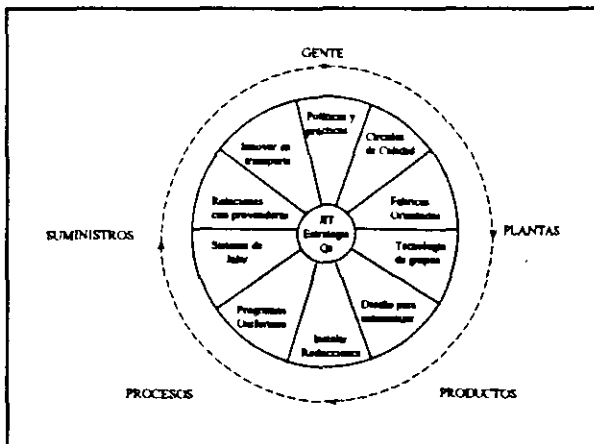
Estos cambios se denominaran como "cambios del JIT" y se en listas a continuación:

- Mejor suministro
- Cambio en la configuración de la planta.
- La reducción de los tiempos de montaje
- El sistema de "pull" la producción, denominado Kanban.
- El mantenimiento total.

Para lograr sus propósitos, el JIT exige calidad, y precisamente aquella que consiste en hacer hacer las cosas bien la primera vez, conocida como Calidad en el Origen.

SISTEMAS JUSTO A TIEMPO (JIT)

- Una filosofía de manufactura basada en la eliminación planificada de cualquier desperdicio y la mejora continua de la productividad. Abarca todas las actividades de manufactura, desde el diseño hasta la entrega y, enfatiza cero inventarios, cero defectos y reducción de tiempos de entrega.
- Todo desperdicio debe eliminarse
- El inventario es un desperdicio
- Flexibilidad en manufactura indispensable
- Respeto y apoyo de todas las áreas
- Integración con proveedores
- Participación de todo el personal
- Ejecución para identificar problemas



El método JIT comprende lo siguiente:

A. Reducción de los tiempos de preparación para lograr menores lotes de producción.

B. Mayor uso de procesos de flujo secuencial tales como las líneas dedicadas al ensamble y celdas de Tecnología de Grupos

C. Empleo incrementado de trabajadores multifuncionales.

D. Aumento en la flexibilidad del equipo y de la capacidad

E. Incremento al mantenimiento preventivo.

F. Mayor estabilidad y consistencia en el programa.

G. Relaciones de más largo plazo con los proveedores

H. Entregas más frecuentes por parte de los proveedores.

I. Mayor apoyo técnico de los proveedores.

J. Programas que involucren a los trabajadores, tales como círculos de calidad.

K. Control estadístico de proceso

L. La prerrogativa de parar la producción.

M. Análisis de causa y efecto.

Toyota ha establecido los sistemas y métodos siguientes:

- 1 - Sistema Kanban para conseguir la producción "Just in Time"
- 2 - Método de nivelación de la producción para adaptarse a las modificaciones de la demanda.
- 3 - Reducción del tiempo de preparación para disminuir a su vez el plazo de fabricación.
- 4 - Estandarización de operaciones para conseguir el equilibrio de la cadena
- 5 - Disposición de maquinaria (distribución de planta) y polivalencia del personal según el concepto de flexibilidad del trabajo
- 6 - Fomento de las actividades en grupos reducidos y del sistema de sugerencias para reducir la mano de obra y elevar la moral de los trabajadores (actividad de círculos de calidad).
- 7 - Sistema de control visual para la puesta en práctica del concepto de autocontrol
- 8 - Sistema de "gestión de funciones" para promover la Calidad Total en la compañía, etc

El sistema Kanban se apoya, en el marco del sistema Toyota de producción, en los elementos siguientes:

- Nivelado de la producción.
- Reducción del tiempo de producción.
- Distribución de planta de la maquinaria.
- Estandarización de tareas
- Mejora de métodos.
- Autocontrol

KANBAN

- Herramienta de información para la producción y transporte (movimiento) basada en identificadores (Kanbans)
"Kanban de Transporte" especifica clase y cantidad de producto que ha sido retirado por el proceso subsiguiente del proceso precedente
"Kanban de Producción" especifica clase y cantidad de producto que el proceso precedente debe producir
- No crear productos defectuosos
- Retirar solo lo que se necesita, y solo acompañado del Kanban
- Producir solo la cantidad y frecuencia requerida por la siguiente estación.
- Kanban es punto final
- Estabilizar y racionalizar toda la cadena

KANBAN

En el JIT se propone una forma de operación que resulta ser totalmente contraria, la idea fue tomada de la manera como se desempeñan los supermercados americanos y consta de dos etapas.

La primera etapa, etapa de proceso, inicia cuando un cliente compra artículos, la información de la cantidad sustraída es controlada por una caja registradora.

En la segunda etapa del Kanban, el departamento de compras el supermercado utiliza los datos de la caja registradora para reponer las cantidades y las diferentes variedades de artículos vendidos, estos artículos de reposición se encuentran en los almacenes

¿Qué es un KANBAN?

Un Kanban es una herramienta para conseguir la producción "Just in Time". Se trata usualmente, de una tarjeta en una funda rectangular de plástico. Se utilizan principalmente 2 tipos el Kanban de transporte y el Kanban de producción. El primero especifica el tipo y la cantidad de producto a retirar por el proceso posterior, mientras el Kanban de producción indica el tipo y la cantidad a fabricar por el proceso anterior, denominándose con frecuencia Kanban de proceso

Kanban de Transporte

Almacén Estante No	Codigo Artículo	Proceso Anterior						
Artículo No								
M Nombre								
Tipo de coche		Proceso Siguiente						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Cupos Caja</td> <td style="width: 33%;">Tipo Caja</td> <td style="width: 33%;">Balada No</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Cupos Caja	Tipo Caja	Balada No			
Cupos Caja	Tipo Caja	Balada No						

Kanban de Producción

<small>Almacén</small> Estado No.	<small>Código Artículo</small>	<small>Proceso</small>
<small>Artículo No.</small>		
<small>Id. Número</small>		
<small>Tipo de fecha</small>		

REGLAS DEL KANBAN

Regla I - El proceso posterior recogerá del anterior los productos necesarios en las cantidades procesadas del lugar y el momento oportuno.

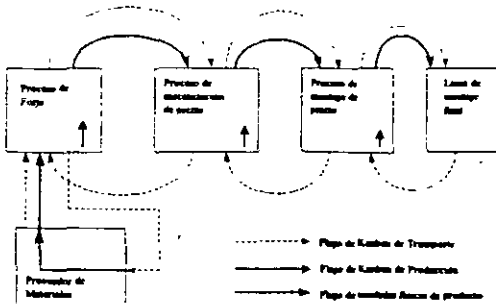
Regla II - El proceso precedente deberá fabricar sus productos en las cantidades recibidas por el proceso siguiente.

Regla III - Los productos defectuosos nunca deben pasar al proceso siguiente.

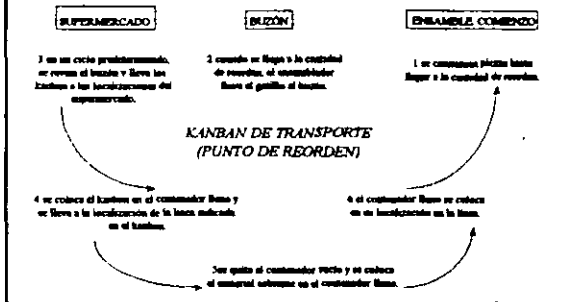
Regla IV - En número de Kanban debe minimizarse.

Regla V - El Kanban habrá de utilizarse para lograr la adaptación a pequeñas fluctuaciones de la demanda (Ajuste de la producción mediante Kanban).

CADENA DE KANBAN Y UNIDADES FISICAS



KANBAN. FUNCIONAMIENTO



ESTABLECIMIENTO DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN POR UNIDAD

$$N = \frac{T}{C + m}, \text{ o bien } T = mN, \text{ donde } mN = \text{Tiempo total de preparación}$$

Notaciones de la fórmula

- N = Capacidad de producción en unidades de producto
- C = Tiempo de ejecución por unidad
- m = Tiempo de preparación por unidad
- T = Tiempo total de operación

DETERMINACIÓN DEL CICLO DE FABRICACIÓN

$$\text{Ciclo de fabricación} = \frac{\text{Tiempo efectivo diario de operación}}{\text{Cantidad de producción diaria requerida}}$$

**Principio 1 de la manufactura
sincrónica**

No concentrarse en balancear las
capacidades, sino en sincronizar el flujo

- **Recurso que es cuello de botella:** Cualquier recurso cuya capacidad es igual o menor que la demanda que se le impone
- **Recurso que no es cuello de botella:** Cualquier recurso cuya capacidad es mayor que la demanda que se le impone

Tiempo de producción: Tiempo empleado para procesar un producto

Tiempo de preparación: Tiempo empleado en la preparación para procesar un producto

Tiempo ocioso de espera: Tiempo no empleado en la preparación o en el procesamiento

Tiempo desperdiciado: El empleado en la transformación de materiales que no se puede convertir en rendimiento específico. Puede incluir productos de calidad inaceptable, materiales de producción en proceso que no se necesita, o producto terminado para el cual no hay demanda.

Una *restricción* es cualquier elemento que impida al sistema alcanzar la meta de ganar más dinero.

Cada empresa tiene cuando menos una restricción de lo contrario, podría ganar cantidades ilimitadas de dinero

TIPOS DE RESTRICCIONES

- *De mercado*
- *De materiales*
- *De capacidad*
- *Logísticas*
- *Administrativas*
- *Conductuales*

TIPOS DE RESTRICCIONES

- *Restricciones de mercados:* El Factor crítico que impulsa a cualquier planta manufacturera es la demanda del mercado, que determina los límites del rendimiento específico dentro de los cuales debería funcionar la empresa.

TIPOS DE RESTRICCIONES

- **Restricciones de Materiales:** Si no se cuenta con los insumos necesarios, se debe cerrar el proceso de manufactura. Los administradores han conocido este axioma desde que empezaron los trabajos de producción.

TIPOS DE RESTRICCIONES

- **Restricciones de capacidad:** Existen dos factores muy importantes que influyen directamente en la capacidad de una planta para mantener el flujo de producción deseado en una forma uniforme y oportuna.

TIPOS DE RESTRICCIONES

- **Restricciones logísticas:** Cualquier restricción inherente al sistema de planeación y control de la manufactura utilizando en la empresa, se cataloga como una restricción logística. El efecto primario de este tipo de restricción es que actúa como un lastre para el flujo uniforme de los artículos a través del sistema.

TIPOS DE RESTRICCIONES

- **Restricciones administrativas:** Son las estrategias y políticas de la empresa implantadas por la dirección, y que perjudican todas las decisiones relacionadas con la manufactura.

TIPOS DE RESTRICCIONES

- **Restricciones conductuales:** Hasta cierto grado, las empresas se pueden caracterizar por las actitudes y conducta de su fuerza de trabajo. En el momento en el cual se ejerciten conductas que vayan en contra de los principios de la manufactura sincrónica, estas conductas se vuelven una restricción para el sistema

Recurso restrictivo de la capacidad

- Cualquier recurso que, si no se programa o maneja en la forma correcta, probablemente ocasione que el flujo real del producto planeado a través de la planta se desvie del flujo del producto.

Principio 2 de la manufactura sincrónica: El valor marginal del tiempo en un recurso de cuello de botella, es igual a la tasa de rendimiento específico de los productos trabajados en ese recurso

Principio 3 de la manufactura sincrónica: El valor marginal del tiempo en un recurso que no es cuello de botella es insignificante.

Poner en acción (en funcionamiento): Se refiere al empleo de un recurso o centro de trabajo para procesar materiales o productos.

Utilización: Se refiere a poner en acción un recurso que haga una aportación positiva al desempeño (rendimiento específico) de la empresa.

Principio 4 de la manufactura sincrónica:

La magnitud de la utilización de un recurso que no es cuello de botella, se controla por las otras restricciones internas del sistema.

Principio 5 de la manufactura sincrónica.

Los recursos se deben utilizar, no basta con ponerlos en funcionamiento.

Recurso restrictivo de la capacidad

- Cualquier recurso que, si no se programa o maneja en la forma correcta, probablemente ocasiona que el flujo real del producto planeado a través de la planta se desvie del flujo del producto.

Principio 6 de la manufactura sincrónica:

El lote de transferencia no tiene que ser ni debería ser igual al lote de proceso.

**Principio 7 de la manufactura
sincrónica:**

El tamaño de un lote de proceso
puede ser variable tanto con el
paso del tiempo como en su
movimiento en la planta.

Lote de proceso:

La cantidad e un producto trabajado
(procesado) en un recurso antes de
cambiar ese recurso para producir un
producto diferente.

Lote de transferencia:

La cantidad de unidades que se
mueven al mismo tiempo de un
recurso al siguiente.

FIGURA 4.2 LOS EFECTOS ESPERADOS DE LAS CUATRO CATEGORÍAS BÁSICAS DE RECURSOS

	Cuello de botella	No es cuello de botella
RRC	Restringirá flujo real, en cantidad y en tiempo	Restringirá la sincronización del movimiento real, pero no la cantidad
	Se debe considerar al planear el flujo del producto	Se debe considerar al planear el flujo del producto
No es RRC	Puede restringir el flujo tanto en cantidad como en tiempo	No restringe el flujo, ni en cantidad ni en tiempo
	No hay que considerarlo al planear el movimiento del producto	No hay que considerarlo al planear el flujo del producto

EL CONCEPTO DEL SISTEMA TAMBOR-AMORTIGUADOR-CUERDA PARA LA SINCRONIZACIÓN. (TAC)

- A fin de que en una planta manufacturera se puedan lograr los beneficios de una operación sincrónica, se necesita un control logístico que sea manejable y que produzca un comportamiento predecible.

Definición de los elementos de TAC

- Desde el punto de vista del desarrollo de planes de producción buenos y manejables, las restricciones críticas en una planta manufacturera son: demanda del mercado, y capacidad y limitaciones de los materiales.

**RESTRICCIONES CRITICAS
PARA ESTABLECER UN
PLAN BÁSICO DE
PRODUCCIÓN**

PRIMERA

- Las cantidades propuestas del plan de producción, no deberán exceder la demanda del mercado proyectada.

SEGUNDA

- Debe haber suficiente suministro de materiales para apoyar el plan de producción.

TERCERA

- El flujo propuesto del producto requerido para apoyar el plan de producción no debe sobrecargar las capacidades procesadoras de los recursos.

La estrategia TAC

1. Establecer el PMP de modo que sea congruente con las restricciones del sistema. (Tambor.)
2. Proteger el rendimiento específico del sistema contra las inevitables pequeñas fluctuaciones, con el empleo de amortiguadores de tiempo en algunos de los pocos puntos más o menos críticos del sistema. (Amortiguador.)
3. Ligar la producción en cada recurso con el toque de tambor. (Cuerda.)

SMED

("Single Minute, Exchange Die")

Reducción de los tiempos de cambio de útiles a menos de un dígito.

Preparación Interna

Es la parte de una operación de cambio de útiles que se tienen que realizar Mientras la máquina esta parada.

Preparación Externa

Es la parte de una operación de cambio de útiles que debe tener lugar mientras la máquina está en operación.

La filosofía SMED

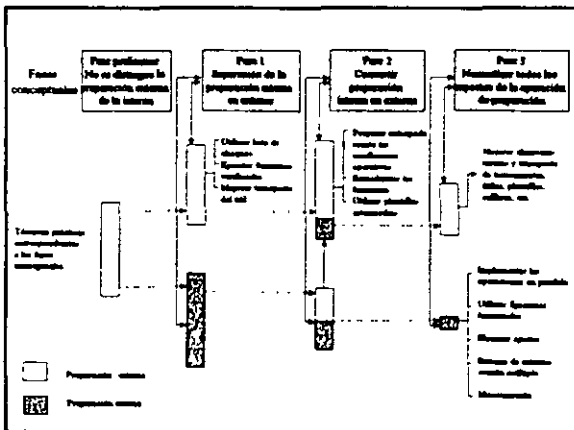
- Fase Preliminar Las preparaciones internas y externas no están separadas
- Primera fase La preparación externa se separa claramente de la interna.
- Segunda fase: Elementos previamente considerados, parte de la preparación interna, se transforman en preparación externa.
- Tercera fase Se mejora regularmente cada elemento de las preparaciones internas

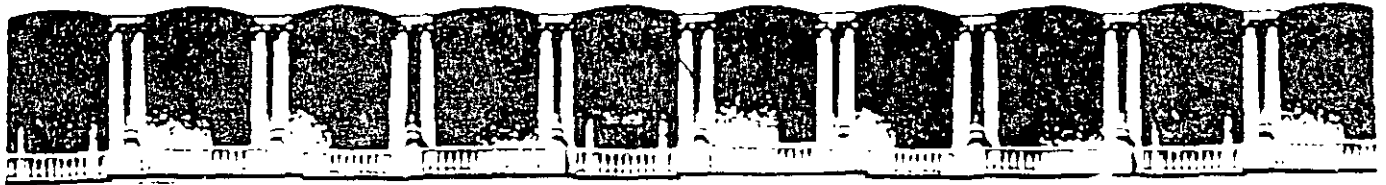
Las mejoras pueden ser:

- Plantillas intermediarias.
- Operaciones en paralelo.
- Estandarización de funciones.
- Accesorios de anclaje funcionales.
- Eliminación de los ajustes.
- Mecanización.

El logro de cambio de útiles SMED provee los siguientes beneficios

- Resulta posible la producción en pequeños lotes
- La producción llega a ser lo suficientemente flexible como para acomodarse a los cambios en la demanda.
- Se minimizan los stocks (inventarios) en proceso





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO DE INGENIERIA DE
PRODUCCIÓN**

**MODULO II: PLANEACION Y CONTROL DE LA
PRODUCCION**

TEMA

PLANEACION DE LA PRODUCCION

**EXPOSITOR: DR. SAMUEL HIDALGO ORELLANA
PALACIO DE MINERIA
SEPTIEMBRE DEL 2000**

TEMA 5

PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Instructor: **Dr. Samuel Hidalgo Orellana**
Doctor en Ingeniería Industrial

Objetivo:

Dar a conocer dos de los métodos más importantes en la gestión de los procedimientos de la planeación de requerimientos de material, denominados MRP I y planeación de los requerimientos de manufactura., también llamado MRP II

PRINCIPIOS DEL MRP

1. La lógica del MRP se aplica a todos los tipos de productos y procesos que comprenden componentes múltiples.
2. El número total de partes es corto, numérico y único.
3. Las listas de materiales constituyen la estructura de los sistemas modernos; deben ser muy exactas y estructuradas en forma apropiada.
4. El control de los cambios de diseño de ingeniería para las listas de materiales es tan vital para el éxito de una compañía como los nuevos diseños.
5. El MRP simplemente mecaniza la lógica fundamental de la fabricación.
6. La planeación de los materiales es solo el inicio del proceso de adquisición; la ejecución lo complementa.
7. La lógica del MRP es universalmente aplicable; la forma de aplicarla depende del medio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

DIPLOMADO EN INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

CONTENIDO

1. DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
2. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
3. PLANEACIÓN ESTRATEGICA DE LA PRODUCCIÓN
4. LOGÍSTICA INDUSTRIAL Y SISTEMAS DE COMERCIALIZACIÓN
5. ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN

Objetivo General

Habilitar a los profesionistas para el conocimiento y dominio de las técnicas de ingeniería de producción, que les permita el desarrollo de soluciones reales, originales y creativas, para hacer frente a las nuevas exigencias que plantea la situación del país y de la industria

MODULO II

Planeación y Control de la Producción

Objetivo del Módulo

Introducir al participante en los conceptos de planeación y control de la producción a través de las actividades de formulación, planificación y control de inventarios.

Temas

1. Introducción

- Funciones de las organizaciones
- Objetivos
- Tendencia de la producción
- Características de la planeación de la producción
- Localización funcional

2. Modelos de sistemas de producción

- Sistemas continuos
- Sistemas intermitentes
- Sistemas de proyectos
- Factores esenciales del desarrollo de la industria

3. Pronósticos

- Modelos de pronósticos
- Selección del modelo óptimo

4. Inventarios

- Concepto de inventario
- Principios básicos para el control de inventarios
- Características de la demanda y del sistema de control
- Costos de inventario
- Modelos clásicos de inventarios y su optimización y control

5. **Planeación de la producción**

- **Planeación de los requerimientos de materiales (MRP I)**
- **Planeación de los recursos de manufactura (MRP II)**

6. Sistemas de producción

- Sistemas de producción JIT
- Sistemas de producción KANBAN
- Sistemas de producción OPT.

PRESENTACIÓN

En un ambiente tan competitivo como en el que se desenvuelven hoy en día las empresas, el conocimiento de las últimas técnicas en gestión de la producción constituye siempre un camino adecuado para alcanzar una mejora en la eficiencia y competitividad de éstas. Es ahí donde los sistemas MRP se presentan como un conjunto de técnicas que ayudan a una mejor gestión en la manufactura. por su incidencia básicamente, en la reducción de los niveles de Inventarios. El MRP como conocimiento integrado ha ido evolucionando continuamente , inicialmente se concibió solamente para el Planeamiento de requerimientos de materiales (MRP I) , para luego evolucionar e integrar todas las áreas de la empresa constituyéndose en un Planeamiento de recursos de manufactura (MRP II).

Debido a la importancia de esta teoría y la poca información que se tiene sobre él , es que presenté en forma resumida los principales conceptos y procedimientos que este sistema involucra, así como su relación con el proceso productivo tradicional.

He creído conveniente también tratar un tema que es bastante discutido en el ambiente empresarial de hoy, el sistema japonés de TOYOTA o sistema "JUST IN TIME" y la relación con el MRP II , ¿Debe reemplazar el JIT al MRP?, ¿Qué relación existe entre éstos dos conceptos?, ¿Puede el MRP II complementar al JIT?, etc. y muchas otras cuestionantes que se tiene y que muchas veces son erróneamente interpretadas. Al respecto incluyo un artículo muy interesante.

La teoría esta complementada con casos de empresas peruanas que vienen aplicando estos sistemas dentro de sus plantas. En su mayoría son empresas líderes del sector al que se dedican, estas han tenido a bien concederme una entrevista, de la cual presento un resumen indicando las principales características, dificultades , ventajas y desventajas que han tenido con su sistema MRP.

Muchas han sido las personas que han dado su valiosa colaboración para la elaboración del presente trabajo, a ellos mi agradecimiento y sobre todo a las empresas por su aporte al presente y en especial a VOLVO PERÚ S.A. por haber dedicado su valioso tiempo en explicarme muy detenidamente el funcionamiento de su sistema, así como por la revisión y sugerencias que hizo al presente trabajo.

OBJETIVOS

1. Presentar los conceptos y procedimientos básicos de los sistemas MRP (MRPI , MRPII) , para su real comprensión y utilización, teniendo en consideración sus ventajas y limitaciones
2. Difundir la aplicabilidad de estos conceptos a la empresa peruana , su presencia, las ventajas y consideraciones que se deben tener para implantar un sistema MRP con éxito.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas MRP (Materials Requirement Planing) son una solución relativamente nueva a un problema clásico en producción: el de controlar y coordinar los materiales para que se hallen a punto cuando son precisos y al propio tiempo sin necesidad de tener un excesivo inventario.

La gran cantidad de datos que hay que manejar y la enorme complejidad de las interrelaciones entre los distintos componentes trajeron consigo que, antes de los años sesenta, no existiera forma satisfactoria de resolver el problema mencionado, lo que propició que las empresas siguiesen, utilizando los stocks de seguridad y las técnicas clásicas, así como métodos informales, con el objeto de intentar evitar en lo posible problemas en el cumplimiento de la programación debido a falta de stocks; por desgracia, no siempre conseguían sus objetivos, aunque casi siempre incurrían en elevados costos de posesión.

Hay que esperar a los años sesenta para que la aparición del ordenador abra las puertas al MRP (Planificación de las necesidades de Materiales) que, como veremos más adelante, es más que una simple técnica de gestión de Inventarios. El MRP no es un método sofisticado surgido del ambiente universitario, sino que, por el contrario, es una técnica sencilla, que procede de la práctica y que, gracias al ordenador, funciona y deja obsoletas las técnicas clásicas en lo que se refiere al tratamiento de artículos de demanda dependiente. Su aparición en los programas académicos es muy reciente. La popularidad creciente de esta técnica es debida no sólo a los indiscutibles éxitos obtenidos por ella, sino también a la labor publicitaria realizada por la A.P.I.C.S. (American Production and Inventory Society), que ha dedicado un considerable esfuerzo para su expansión y conocimiento, encabezado por profesionales como J. Orlicky, O. Wight, G. Plossl y W. Goddard. Todo ello ha propiciado que el número de empresas que utilizan esta técnica haya crecido en forma rapidísima.

Cabe señalar que los sistemas MRP no constituyen un cuerpo de conocimientos cerrado, sino que han estado evolucionando en forma continua. Inicialmente se usaba el MRP para programar inventarios y producción (Sistemas MRP I) luego se fue incluyendo la planificación de capacidad de recursos (Sistemas MRP II), y por último una vez desarrollado los otros sistemas, se amplía el sistema a la planificación y control de otros departamentos de la empresa (Sistemas MRP III).

Para efectos del presente trabajo consideraremos como sistema MRP II a todos los avances posteriores al sistema MRP I. es decir, planeamiento de capacidad de recursos, e integración de todas las áreas funcionales de la empresa.

Por último es interesante resaltar que mediante esta técnica se consigue coordinar conjuntamente las actividades de las distintas áreas de la empresa, lo cuál está de acuerdo con la concepción sistémica de la misma y es la mejor forma de conseguir beneficios sustanciales en la aplicación del MRP.

MRP I

El MRP I o Planificación de necesidades de Materiales, es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks, basado en un soporte informático que responde a las preguntas:

¿QUÉ?

¿CUÁNTO?

¿CUÁNDO?

Se debe fabricar y/o aprovisionar.

El Objetivo del MRP (al MRP I le llamaremos simplemente MRP) es brindar un enfoque mas efectivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa.

El procedimiento del MRP está basado en dos ideas esenciales:

- 1) La demanda de la mayoría de los artículos no es independiente, únicamente lo es la de los productos terminados.
- 2) Las necesidades de cada artículo y el momento en que deben ser satisfechas estas necesidades, se pueden calcular a partir de unos datos bastantes sencillos: las demandas independientes y la estructura del producto (enriquecido con los plazos de elaboración y aprovisionamiento).

Así pues, MRP I consiste esencialmente en un cálculo de necesidades netas de los artículos (productos terminados, subconjuntos, componentes, materia prima, etc) introduciendo un factor nuevo, no considerado en los métodos tradicionales de gestión de stocks, que es el plazo de fabricación o compra de cada uno de los artículos, lo que en definitiva conduce a modular a lo largo del tiempo las necesidades, ya que indica la oportunidad de fabricar (o aprovisionar) los componentes con el debido decalaje respecto a su utilización en la fase siguiente de fabricación.

En la base del nacimiento de los sistemas MRP está la distinción entre demanda independiente y demanda dependiente.

Demanda Independiente

Se entiende por demanda independiente aquella que se genera a partir de decisiones ajenas a la empresa, por ejemplo la demanda de productos terminados acostumbra a ser externa a la empresa en el sentido en que las decisiones de los clientes no son controlables por la empresa (aunque sí pueden ser influidas).

También se clasificaría como demanda independiente la correspondiente a piezas de recambio.

Demanda Dependiente

Es la que se genera a partir de decisiones tomadas por la propia empresa, por ejemplo aún si se pronostica una demanda de 100 coches para el mes próximo (demanda independiente) la Dirección puede determinar fabricar 120 este mes, para lo que se precisaran 120 carburadores , 120 volantes, 600 ruedas,.... etc La demanda de carburadores, volantes, ruedas es una demanda dependiente de la decisión tomada por la propia empresa de fabricar 120 coches.

Es importante esta distinción, porque los métodos a usar en la gestión de stocks de un producto variarán completamente según éste se halle sujeto a demanda dependiente o independiente. Cuando la demanda es independiente se aplican métodos estadísticos de previsión de esta demanda, generalmente basados en modelos que suponen una demanda continua, pero cuando la demanda es dependiente se utiliza un sistema MRP generado por una demanda discreta. El aplicar las técnicas clásicas de control de inventarios a productos con demanda dependiente (como se hacía antes del MRP) genera ciertos inconvenientes

	Técnicas Clásicas	M.R.P
- Tipo de demanda	Independiente (aleatoria).	Dependencia (predeterminada)
- Determinación de la demanda.	Previsión estadística en base a la demanda histórica.	Explosión de las necesidades en base al Plan Maestro de Producción.
- Distribución de la demanda.	Dispersa y considerada continua.	Discreta.
- Tipo de artículos	Finales y piezas de repuesto.	Partes y componentes.
- Lote empleado	Lote económico	En base a distintas técnicas.
- Base de los pedidos	Reposición	Necesidades
- Base del Control	Curva ABC.	Todos los artículos.
- Stocks de seguridad	Necesario para paliar la aleatoriedad de la demanda.	Tiende a desaparecer salvo en los productos finales.
- Objetivos directos	Satisfacción del cliente	Satisfacción de las necesidades de producción.

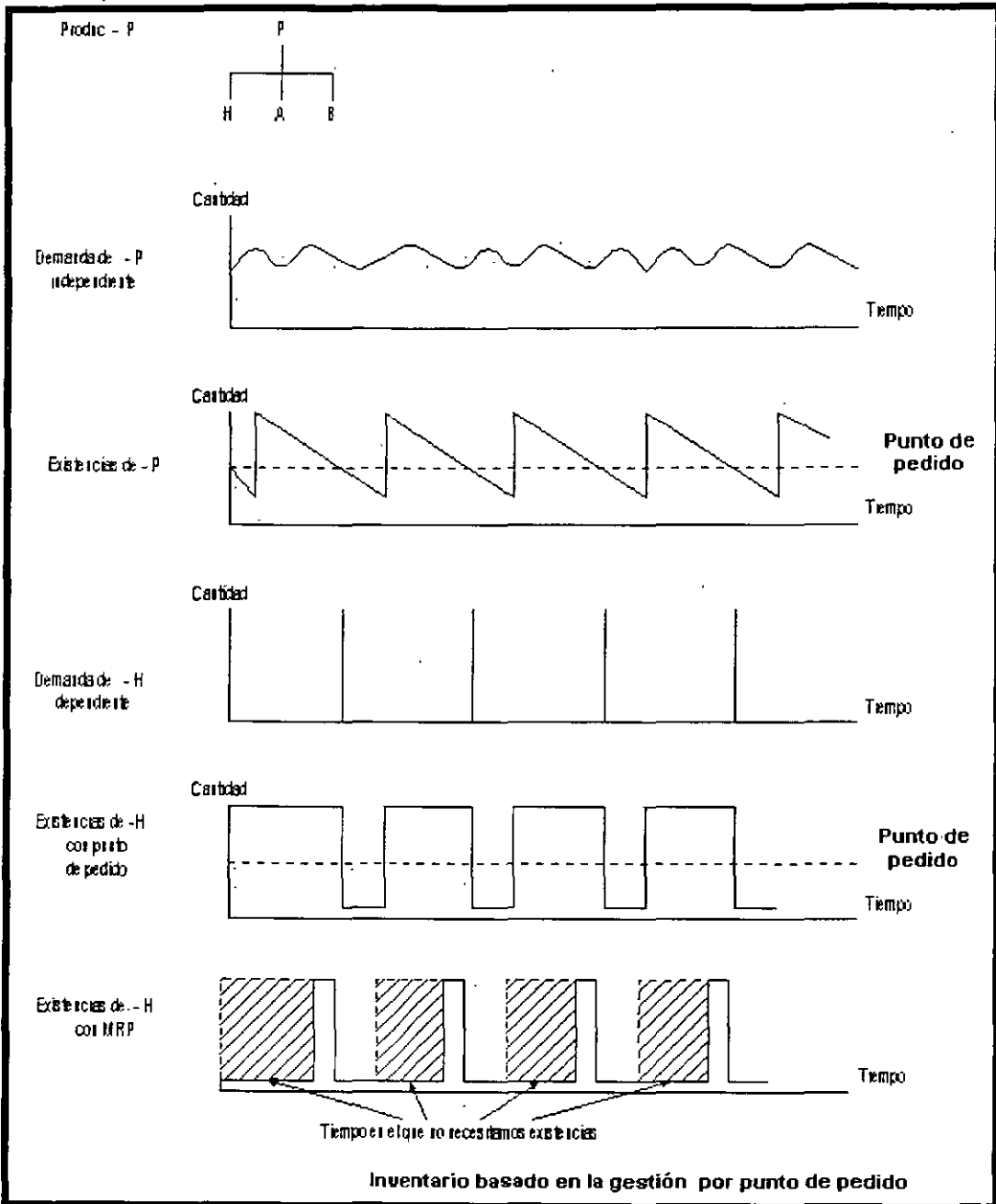
Gestión de stocks o inventarios basada en el sistema punto de pedido

Mediante un ejemplo veremos la diferencia entre las demandas dependiente e independiente y sus implicancias al aplicar el punto de pedido.

El producto terminado P (ver figura 2) está formado por tres componentes H, A y B. La demanda de P es homogénea en el tiempo, es decir, tiene un nivel constante al que se suman oscilaciones de carácter aleatorio. La gestión de P mediante un sistema de punto de pedido no ofrece inconvenientes mayores, las existencias de P varían siguiendo la tradicional curva de dientes de sierra, y cada vez que dichas existencias se reducen al valor del punto de pedido se emite una orden de fabricación de un lote predeterminado (Lote económico) del producto P. Sin embargo, el comportamiento de las existencias de las componentes es totalmente diferente. Consideremos H, por ejemplo. Si es una componente exclusiva de P el consumo de H no se distribuirá en el tiempo, sino que se concentrará en instantes muy concretos (aquellos que corresponden a la fabricación de un lote de P). Por tanto las existencias de H, supuesta una gestión por punto de pedido, no seguirán una curva de dientes de sierra, sino una curva dentada con bajadas y subidas bruscas por encima y por debajo del punto de pedido. Todo ello llevará a tener en stock una cantidad importante de la componente H durante mayor parte del tiempo. Un sistema MRP sólo lanzará un reaprovisionamiento de H cuando esté prevista la fabricación de P, en consecuencia la mayor parte del tiempo el stock de H será reducido (cuando no nulo), y sólo alcanzará un valor apreciable inmediatamente antes de que dicha componente vaya a necesitarse para fabricar P.

El Concepto de MRP I, por tanto, es bien sencillo: como se dijo, se trata de saber qué se debe aprovisionar y/o fabricar, en qué cantidad, y en qué momento para cumplir con los compromisos adquiridos

Figura 2 : Gestión de stocks o inventarios basada en el sistema de punto de pedido



Otra consideración interesante la podemos observar en la ruptura del flujo de materiales, cuando se necesitan diversos componentes no debe hacerse de forma aislada (técnicas clásicas, punto de pedido), sino coordinadamente. Imaginemos, por ejemplo que controlamos de forma independiente los stocks de 20 componentes, consiguiendo para cada uno de ellos un nivel de servicio del 95%: la probabilidad de construir sin problemas de stocks el conjunto completo es de $(0,95)^{20}$, es decir, del 36%, lo cual quiere decir que cuando menos en un 64% de ocasiones faltará al menos un elemento para formar el conjunto en el tiempo deseado.

Las consideraciones mencionadas no hacen mas que aclararnos, la utilidad y necesidad de un manejo y control de inventarios del tipo MRP cuando nos encontremos con demandas dependientes.

Naturalmente, un sistema MRP, aunque es sencillo desde un punto de vista conceptual, no lo es tanto desde el punto de vista de su realización práctica: en particular, la gran cantidad de datos a manejar simultáneamente y el volumen de cálculos en ellos implicados, obligan al uso de ordenadores para su manipulación eficiente. De hecho, aunque las ideas básicas y el diseño conceptual del MRP datan; de la década de los 50, han debido esperar 20 años a su realización práctica por falta de ordenadores de capacidad y precio adecuados, de paquetes (software) suficientemente flexibles, y de la mentalización y cultura empresarial necesarias.

EL SISTEMA MRP

El sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes o ficheros de Información principales que a su vez suelen ser generados por otros subsistemas específicos.

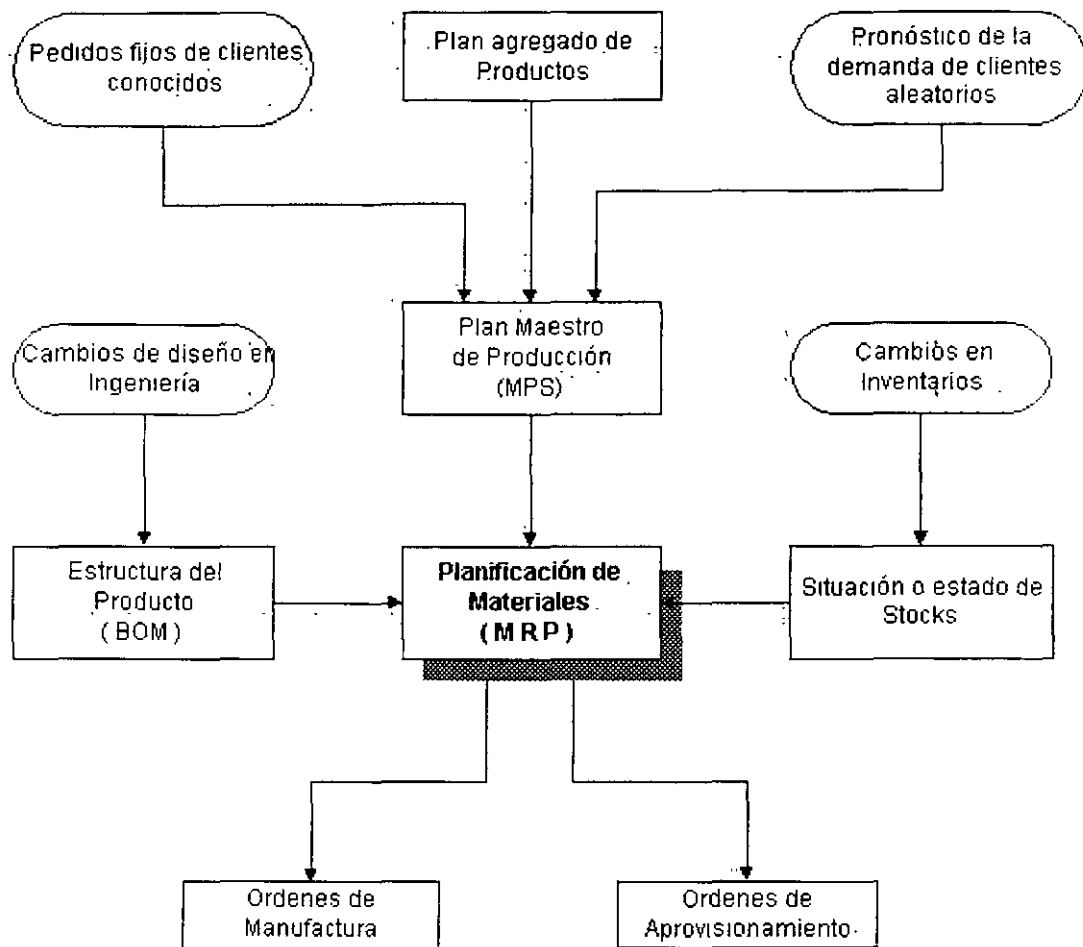
MPS (Master production schedule) : Plan maestro detallado de producción, que nos

dice en base a los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda, qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos debe tenerse terminados.

Plan maestro de producción

PRODUCTO	01	02	03	04	05	
Producto 1		400		600		800
Producto 2	100	50			600	
sub producto 1		50	500	200		200

BOM (Bill of Materials): Lista de materiales que indica de qué partes o componentes está formada cada unidad, y permite por tanto calcular las cantidades de cada componente que son necesarios para fabricarlo. Así como los cambios de Ingeniería, que reflejan las modificaciones en el diseño de producto, cambiando la lista de materiales.



Lógica de procesamiento del MRP.

La lógica de procesamiento del MRP (ver cuadro de la pag. siguiente) acepta el programa maestro y determina los programas componentes para los artículos de menores niveles sucesivos a lo largo de las estructuras del producto. Calcula para cada uno de los periodos (normalmente periodos semanales); en el horizonte del tiempo de programación, cuántos de cada artículo se necesitan (necesidades brutas), cuantas unidades del inventario existente se encuentran ya disponibles (Disponibilidades), los pedidos pendientes de recibir, la cantidad neta (necesidades netas) que se debe de planear al recibir las nuevas entregas (recepciones planeadas) y cuándo deben colocarse las órdenes para los nuevos embarques (ordenes planeadas) de manera que los materiales lleguen exactamente cuando se necesitan. Este procesamiento de datos continúa hasta que se han determinado los requerimientos para todos los artículos que serán utilizados para cumplir con el programa maestro de producción.

Procesamiento del MRP						
Producto 1	Período					
CONCEPTOS	01	02	03	04	05	06
NECESIDADES BRUTAS		400		600		900
DISPONIBILIDADES	600	600	200	200	100	100
PEDIDOS PENDIENTES				500		
NECESIDADES NETAS						800
RECEPCIONES PLANEADAS						800
ORDENES PLANEADAS				800		

Los Datos de partida están sombreados

La información suministrada por el MRP hacen de ella algo mas que una técnica de gestión de inventarios, constituyendo simultáneamente un método de programación de la producción, pues no solo nos indica cuando deben emitirse los pedidos a los proveedores y en que cuantía, sino también cuando debemos comenzar la fabricación y/o el montaje entre los distintos lotes que deban producirse en la empresa.

INFORMACIÓN FINANCIERA DE ALGUNAS EMPRESAS MEXICANAS¹

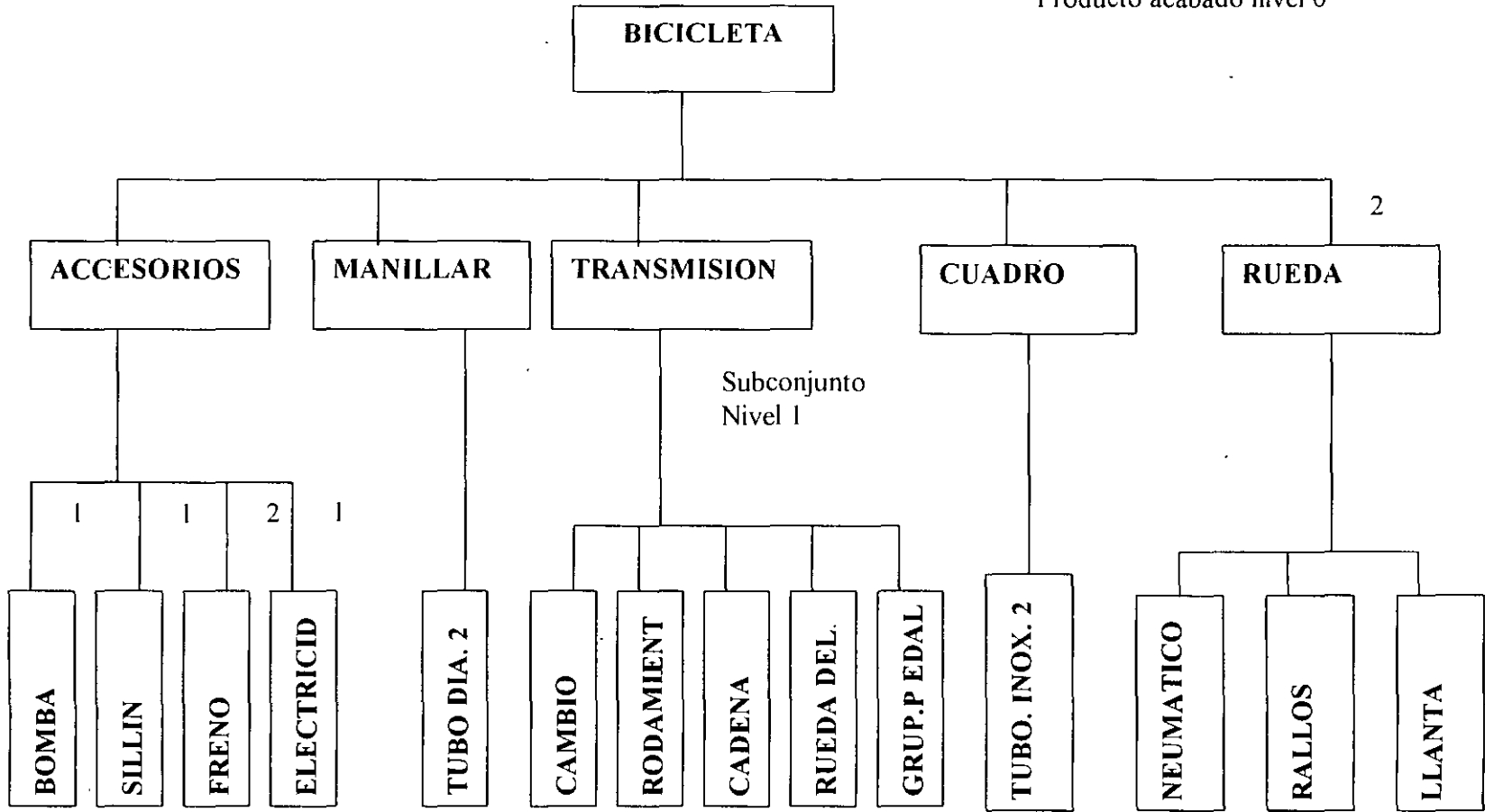
EMPRESA	TOTAL DE ACTIVOS 1992	INVERSIÓN EN INVENTARIOS 1992	% QUE REPRESENTA EL INVENTARIO
<i>(MILLONES DE PESOS)</i>			
APASCO S.A. DE C.V.	3,276,347	268,660.45	8.2
COMISIÓN FEDERAL DE ELCTRICIDAD	151,316,382	8,050,032	5.35
EL PUERTO DE LIVERPOOL S.A. DE C.V.	3,473,792	389,065	11.2
GRUPO INDUSTRIAL BIMBO S.A. DE C.V.	3,638,581	1,157,068	31.8
INDUSTRIAL MINERA DE MÉXICO S.A. DE C.V.	2,50,956	176,469	7.2
KIMBERLY CLARK DE MÉXICO S.A. DE C.V.	3,667,625	584,986	15.95
MEXICANA DE AVIACIÓN S.A. DE C.V.	4,032,268	32,745	8.14
PALACIO DE HIERRO S.A. DE C.V.	1,432,687	279,231	19.49
PETROLESOS MEXICANOS	153,469,300	20,457,458	13.33
TELEFONOS DE MÉXICO	43,543,636	2,751,958	6.32
TELEINDUSTRIA ERICSON S.A. Y SUSBSIDIARIAS	1,004,604	460,912	45.88
SALINAS Y ROCHA S.A.	1,704,899	335,140	19.6

¹ Fuente: Narro. Elena. - Un sistema de inventario multiproducto. T-UNAM. octubre 1994

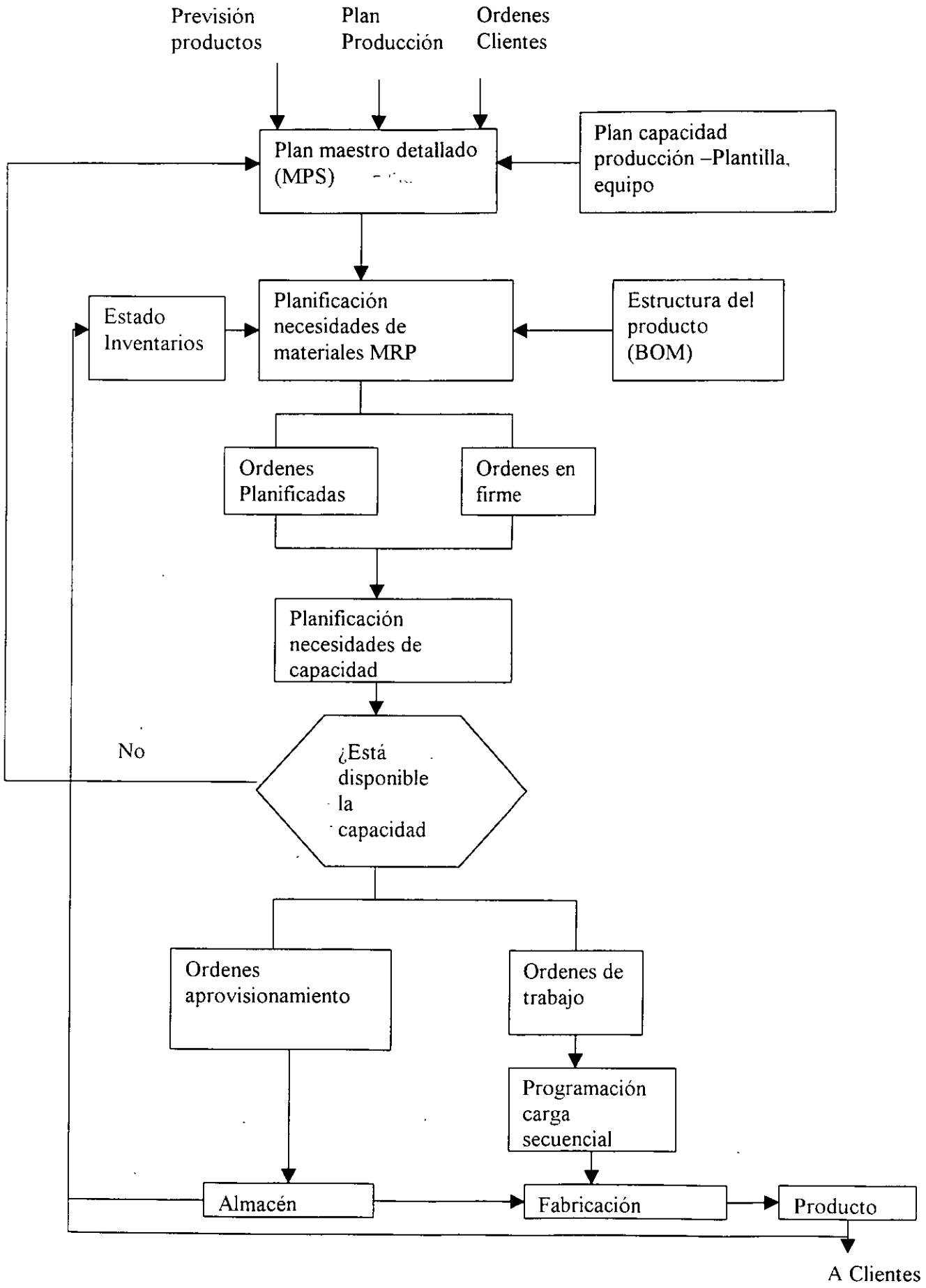
JERARQUIA DE LA PLANEACIÓN

Horizonte del plan	Intentos de respuesta
Plan estratégico 5 – 10 años	<ul style="list-style-type: none"> ¿En que negocio nos encontramos ahora? ¿En qué queremos estar? ¿Qué se debe de hacer ahora para estar listos? ¿Qué se necesita en seguida?
Plan de negocio 2-5 años	<ul style="list-style-type: none"> ¿En qué forma clasifican ahora los productos y los mercados? ¿Cuáles están decayendo? ¿Con qué rapidez? ¿Cuáles están maduros, estables? ¿Cuáles están creciendo? ¿Con qué rapidez? ¿Qué nuevos productos se necesitan? ¿Qué acciones se necesitan?
Plan de producción 2-5 años	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué tan bien se esta utilizando el plan actual? ¿Qué solicitudes se harán en relación con él? ¿Qué nuevas tecnologías estarán involucradas? ¿Qué nuevos productos serán producidos? ¿Qué productos dejarán de fabricarse? ¿Qué planta, equipo nuevo se necesitaran?
Programa maestro de producción ¼ - 1 año	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué productos específicos se van a elaborar? ¿Cuántos?, ¿Cuándo? ¿Qué otros materiales se necesitan? ¿Cuántos?, ¿Cuándo? ¿Qué restricciones existen en relación con la capacidad? ¿Qué restricciones existen en relación con los materiales?

Producto acabado nivel 0



LISTA SIMPLIFICADA DE LAS DIFERENTES PARTES QUE COMPONEN UNA BICICLETA



MRP II

INTRODUCCIÓN

Según la mecánica del MRPI, resulta obvio que es posible planificar a partir del Plan Maestro Detallado de Producción (MPS) no solamente las necesidades netas de materiales (interiores y exteriores) sino de cualquier elemento o recurso, siempre que puedan construirse algo similar a la lista de Materiales que efectúe la pertinente conexión, por ejemplo: horas de m.o., horas máquina, fondos, contenedores, embalajes, etc. Así se produce paulatinamente la transformación de la PLANIFICACIÓN DE NECESIDADES DE MATERIALES en una PLANIFICACIÓN DE NECESIDADES DEL RECURSO DE FABRICACIÓN, que es a lo que responde las siglas MRP II (Manufacturing Resource Planning).

Sin embargo, hay otros aspectos que suelen asociarse al MRP II. Uno de ellos es el establecimiento de unos procedimientos para garantizar el éxito del sistema, procedimientos que incluyen fases anteriores al cálculo de necesidades: las de preparación y elaboración del Plan Maestro Detallado de Producción. En dichas fases se efectúan los controles globales de factibilidad del Plan Maestro. El Plan Maestro, por su parte se conecta a los aspectos financieros inferidos, como una forma de extender la guía del MRP no sólo la producción, sino a toda la empresa (es de carácter global).

Otro aspecto incluido en el MRP II es la posibilidad de simulación, para apreciar el comportamiento del sistema productivo (o de la empresa) en diferentes hipótesis sobre su constitución o sobre las solicitudes externas. Debemos convenir que cualquier sistema MRP realiza una simulación respecto a acontecimientos futuros; es la extensión de éstas posibilidades lo que se solicita para el MRP II.

Finalmente, como última característica que se asocia generalmente con MRP II es el control en bucle cerrado. lo que claramente lo hace trascender de relativamente un simple sistema de planificación. Se pretende en ésta forma que se alimente el sistema MRP II con los datos relativos a los acontecimientos que se vayan sucediendo en el sistema productivo, lo que permitirá al primero realizar las sucesivas replanificaciones con un mejor ajuste a la realidad.

En síntesis podemos definir el MRP II como.

Sistema de planeamiento y control de la producción totalmente integrado de todos los recursos de manufactura de la compañía (producción, marketing, finanzas e ingeniería) basado en un soporte informático que responde a la pregunta .

¿QUÉ PASA SÍ ... ?

NIVELES DEL MRP II

El MRP II consta de cinco niveles , cuatro de ellos son de planeamiento y uno de control y producción, cada nivel responde a ¿Cuánto y Cuándo se va a producir? y ¿Cuáles son los recursos disponibles?, teniendo en cuenta para esto la capacidad de la empresa.

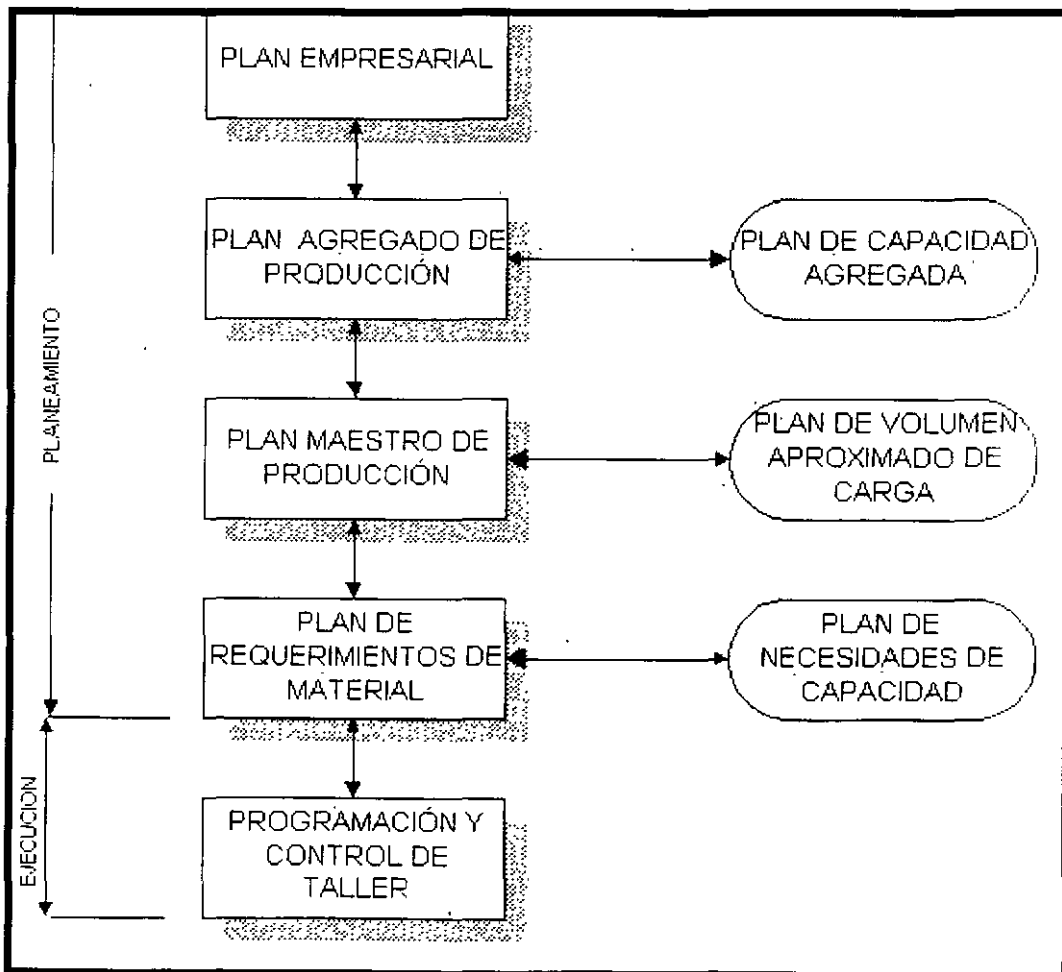
Características adicionales del MRP II respecto al MRP I

- Planificación (y hasta cierto punto control) de capacidad
- Niveles de Planificación definidas
- Política de Plan Maestro estructurada y documentada incluyendo aspectos financieros.
- Posibilidades de simulación
- Realimentación en bucle cerrado

NIVELES DEL MRP II

El MRP II consta de cinco niveles , cuatro de ellos son de planeamiento y uno de control y producción, cada nivel responde a ¿Cuánto y Cuándo se va a producir? y ¿Cuáles son los recursos disponibles?, Teniendo en cuenta para esto la capacidad de la empresa.

figura 3: Cuadro de los niveles del MRP II y sus relaciones entre las planificaciones de recursos y las planificaciones de carga



PRIMER NIVEL :

Plan Empresarial (Plan estratégico del Negocio)

El plan empresarial , es un informe del nivel general de actividades de la organización para los próximos años (de 1 a 5 años) . Elaborado en el nivel ejecutivo más elevado, el plan se basa en pronósticos de las condiciones generales de la economía, condiciones futuras del sector industrial y consideraciones de carácter competitivo; señala la estrategia de la empresa para competir durante el o los años siguientes. En general, se expresa en términos de resultados (volúmenes de ventas en términos monetarios) revisados cada 6 meses o inclusive trimestrales, para cada una de sus líneas de productos, pero no para las cosas específicas o para los productos individuales dentro de cada línea. También puede especificar los niveles globales de inventarios y de pedidos no surtidos (pedidos pendientes) que se deberán mantener durante el periodo de planeación

En cierto modo, el plan empresarial representa un acuerdo entre todas las áreas funcionales, finanzas, marketing, ingeniería, I & D. , respecto al nivel de la actividad de negocios y líneas de productos que se comprometen a apoyar. En este nivel no se ocupa de todos los detalles y duraciones específicas de las acciones para la ejecución del plan. En vez de ello, determina una posición general factible para poder competir y alcanzar sus metas principales. El plan resultante constituye una guía para las decisiones de menores niveles y los de mayor nivel de detalle.

SEGUNDO NIVEL:

Planeación de producción agregada

Este plan es la parte proporcional de la producción del plan de negocios y se refiere al lado de la demanda de estas actividades globales, mostrando los resultados que se deben alcanzar, expresados en números de unidades de sus líneas de productos o familias. Como diferentes líneas de productos pueden ser fabricadas en diversas plantas, instalaciones o divisiones de manufactura cada una de ellas requiere de su propio plan de producción. El plan de producción agregada de la división abarca los próximos 6 a 18 meses y se expresa en términos de semanas o meses. La planeación a este nivel ignora detalles tales como cuál debe de ser el volumen de producción para cada producto, estilo, opción de color y modelo. El plan reconoce la capacidad fija existente de la división y los sistemas generales de la empresa así como las políticas de empleo y subcontratación

Planeación de capacidad agregada

Cualquier exposición que designe los deseos de producción no tiene utilidad alguna, a menos que se pueda llevar a cabo y sea factible. Este es el papel que representa la planeación de la capacidad agregada, para mantener la utilización de la capacidad a los niveles deseados y para probar si es factible la producción planeada contra la capacidad existente. Entonces, dirige las cuestiones desde el punto de vista de abastecimientos sobre la capacidad de la división para satisfacer la demanda. Debe de existir un equilibrio entre la capacidad y la producción, tal como lo indica la flecha de la anterior figura (figura 3). La planeación de la capacidad traduce los planes de producción del área de producción en términos de insumos para aproximarse a la determinación de qué proporción de la capacidad de producción de división será requerida o consumida. Por ejemplo, una línea de productos, en general, consume algunos bloques lógicos de capacidad, tales como horas de mano asignada a horas de

ensamble o de uso de centros de maquinado para la fabricación. Aun cuando sus capacidades de estos bloques a corto plazo en las diversas formas en las que pueden desplegar su fuerza de trabajo, mediante la subcontratación o empleando turnos de trabajo múltiple para ajustar la producción al tiempo calculado para todos los productos. Como resultado de lo anterior, la planeación agregada es un proceso que permite llegar a un equilibrio entre los niveles de producción, las restricciones sobre las capacidades que se fijan y los ajustes temporales de la capacidad para satisfacer la demanda y utilizar la capacidad a los niveles deseados para los próximos meses. El plan resultante establece los límites para el plan maestro de producción.

TERCER NIVEL

Plan maestro de producción (MPS O PMP)

El propósito del plan maestro es satisfacer la demanda de cada uno de los productos dentro de su línea. Este nivel de planeación más detallado desagrega las líneas de producción en cada uno de los productos e indica cuánto deben producirse y cuándo. El MPS proporciona una relación importante entre marketing y la función de producción. Señala cuándo programar en productos los órdenes de compra o pedidos que llegan, y después de terminar su fabricación programa su embarque realista para enviarlos al cliente. Por tanto, proporciona una promesa de envío realista que toma en cuenta los actuales pedidos pendientes cuando las nuevas órdenes de ventas han sido registradas.

Planeación de la capacidad aproximada (RCA, roughcut capacity planning)

La planeación de la capacidad aproximada se lleva a cabo junto con el plan maestro tentativo o previo para evaluar la factibilidad de la capacidad antes de que el MPS quede definitivamente establecido. Este paso asegura que un MPS propuesto no sobrecargue inadvertidamente ningún departamento, centro de trabajo o maquinaria clave, evitando que pueda llegar a ser implantado. Aun cuando esta verificación puede aplicarse en todos los centros de trabajo, en general se lleva a cabo en los más críticos, que son los que tienen la mayor posibilidad de generar los cuellos de botella en el proceso de manufactura. Es una manera rápida y económica para encontrar y corregir las discrepancias más importantes que surgen entre los requerimientos de capacidad (por ejemplo en las horas de mano de obra directa) de MPS y la capacidad disponible.

CUARTO NIVEL

Planeación de los requerimientos de materiales (MRP)

El programa maestro es la fuerza que mueve el sistema MRP, este procesa la información conjuntamente con la lista de materiales y los stocks, muestra los requerimientos señalados en el tiempo para la salida y recepción de materiales, que permiten que sea implantado el MPS, sobre este se comentó en la parte correspondiente al MRP I.

Planeación de la capacidad detallada (DCP Detailed capacity planning)

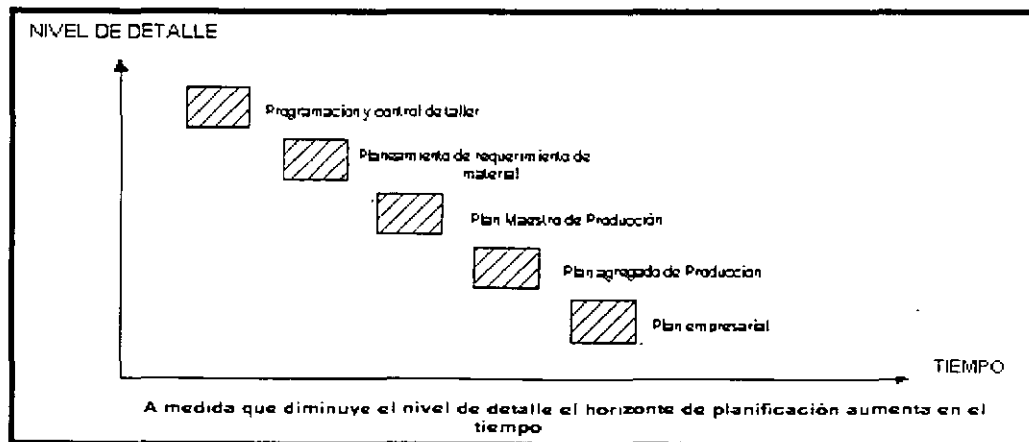
La planeación de la capacidad detallada, también conocida como planeación de los requerimientos de capacidad, es un proceso paralelo que acompaña al MRP para identificar en detalle la capacidad que se requiere para la ejecución del plan de materiales. En este nivel es posible realizar comparaciones más precisas de la capacidad disponible y la necesaria para las cargas de trabajo programadas.

QUINTO NIVEL

Programación de actividades y control de taller
En este nivel destaca la coordinación de las actividades semanales y diarias para que los trabajos se lleven a cabo. Los puestos individuales son asignados a las máquinas y a los centros de trabajo (carga), se determina la secuencia del proceso de los puestos para la prioridad en el control. Los tiempos de inicio y las asignaciones en los puestos son decididas para cada una de las etapas del proceso (programación detallada), y se hace el seguimiento o monitoreo de los materiales y de los flujos de trabajo entre cada una de las estaciones de trabajo, llevándose también a cabo los ajustes necesarios (acortamiento). La coordinación de todas estas actividades en flujos uniformes, especialmente cuando surgen retrasos no planeados y nuevas prioridades, a menudo requieren ajustes de último minuto en las producciones y en las capacidades (control de la capacidad a corto plazo).

Cada plan puede cambiarse y reprogramarse por cada nivel, estos 5 niveles varían en

1. Propósito (de lo general a lo detallado)
2. Horizonte (de años a días)
3. Nivel de detalle (de características generales a componentes individuales)
4. Ciclo de planeamiento.



ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO

Naturalmente, las modalidades y procedimientos a utilizar concretamente en la elaboración del plan maestro son función del tipo y problemática de la empresa y del sistema productivo considerado

Elaboración del plan maestro agregado

El punto de partida es la información comercial relativa a previsiones y pedidos. Esta información proviene, en general, de los puntos distintos de la empresa y puede tener formatos diferentes. Su sintetización en un único esquema (tanto referido al producto como al tiempo) es lo que denominamos Plan de demanda.

A partir del plan de la demanda se establece un plan maestro agregado tentativo lo que, dada nuestra estructura de planificación, no ofrecerá dificultades mayores pues bastará con utilizar el plan elaborado en el ciclo anterior de planificación sometiéndolos a dos tipos de retoques.

- 1) Añadir la producción a realizar en el último intervalo.
- 2) Corregir, en su caso, los valores iniciales si se consideran que se van a producir desviaciones importantes entre los valores planificados y los reales del intervalo (mes) en curso.

Se determina a nivel agregado las necesidades de recursos críticos, necesidades de carga, del plan maestro agregado tentativo, utilizando para ello datos técnicos que relacionen las familias de productos con el consumo de recursos. Habitualmente y a este nivel, los aspectos considerados serán esencialmente los que hagan referencia a los recursos internos de la empresa, sólo excepcionalmente se considerará el consumo de recursos ajenos (proveedores) y para aquellos componentes que presenten una problemática especial.

Las necesidades de carga se comparan con las disponibilidades, capacidades globales, y se determinan las diferencias, las cuales comprenden no sólo una cuantía sino también una posición temporal. En el caso de que las diferencias sean insignificantes el plan es factible, en caso contrario, es preciso proceder a la modificación del plan tentativo hasta lograr la factibilidad. Los procedimientos utilizados para la modificación del plan cubren un amplio espectro, desde los automáticos, basados en la programación matemática, hasta los manuales prueba y error. En general, un planificador entrenado, mediante la ayuda de un sistema informático, puede obtener buenos resultados como se ve frecuentemente en la práctica.

Hay diversos caminos para lograr acercarse al cumplimiento de los objetivos de la empresa. Ya hemos hablado de las vías de alternativas logradas mediante los stocks, horas extra, subcontratación, etc., y no son únicas alternativas existentes en un determinado contexto productivo. En dichas circunstancias será interesante probar diversas soluciones generando varios planes factibles, los cuales se evaluarán, no sólo desde el punto de vista económico, y permitirán la elección del más apropiado a las circunstancias.

Después de este proceso disponemos del plan maestro agregado que deberá pasar a la aprobación de los departamentos implicados.

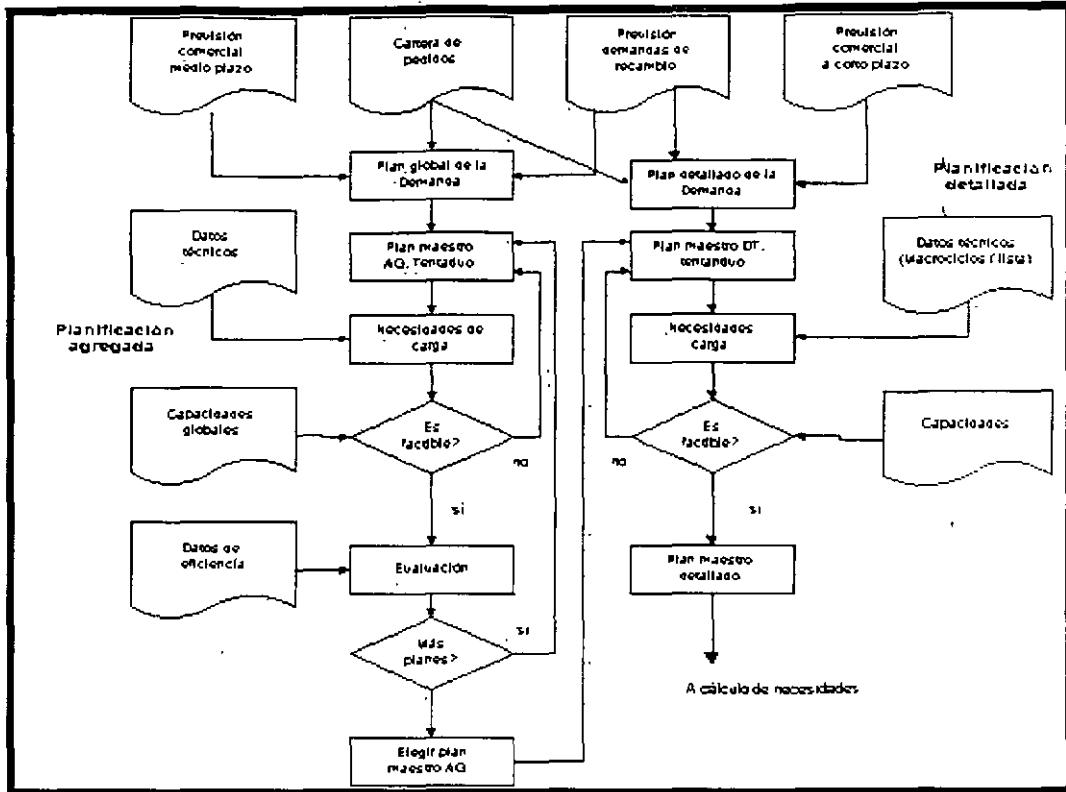
Elaboración del plan maestro detallado

El proceso es análogo al anterior, salvo el nivel de detalle empleado. A partir de la información comercial se establece el Plan de la demanda (detallado), que permite la construcción del plan maestro detallado tentativo. Existe ahora un mayor número de restricciones a respetar dado que el plan detallado debe quedar enmarcado en las directrices fijadas por el plan agregado.

Utilizando los datos técnicos se determinan las necesidades de carga. Los datos técnicos son análogos a los empleados para determinar la factibilidad del plan agregado, salvo que su nivel de agregación será menor, coherente con el utilizado en el plan maestro detallado. Genéricamente se ha denominado macrociclos y macrolista por constituir un tipo de información de la misma naturaleza para mayor claridad lo llamaremos con el nombre de lista de materiales y ciclos de producción, la diferencia reside en la visión todavía macroscópica de dicha información en el caso presente. La participación de los aspectos ligados a componentes de procedencia exterior será más importante aquí, sobre todo si se desea obtener una estabilidad razonable en los programas sucesivos comunicados a los proveedores. Las necesidades de carga se comparan con las capacidades disponibles, detalladas a un nivel coherente, y en caso de discrepancia será preciso proceder a modificaciones del plan detallado tentativo hasta lograr la factibilidad del mismo. Terminado el proceso dispondremos del plan maestro detallado, que es el que utilizaremos como punto de partida en el sistema MRP.

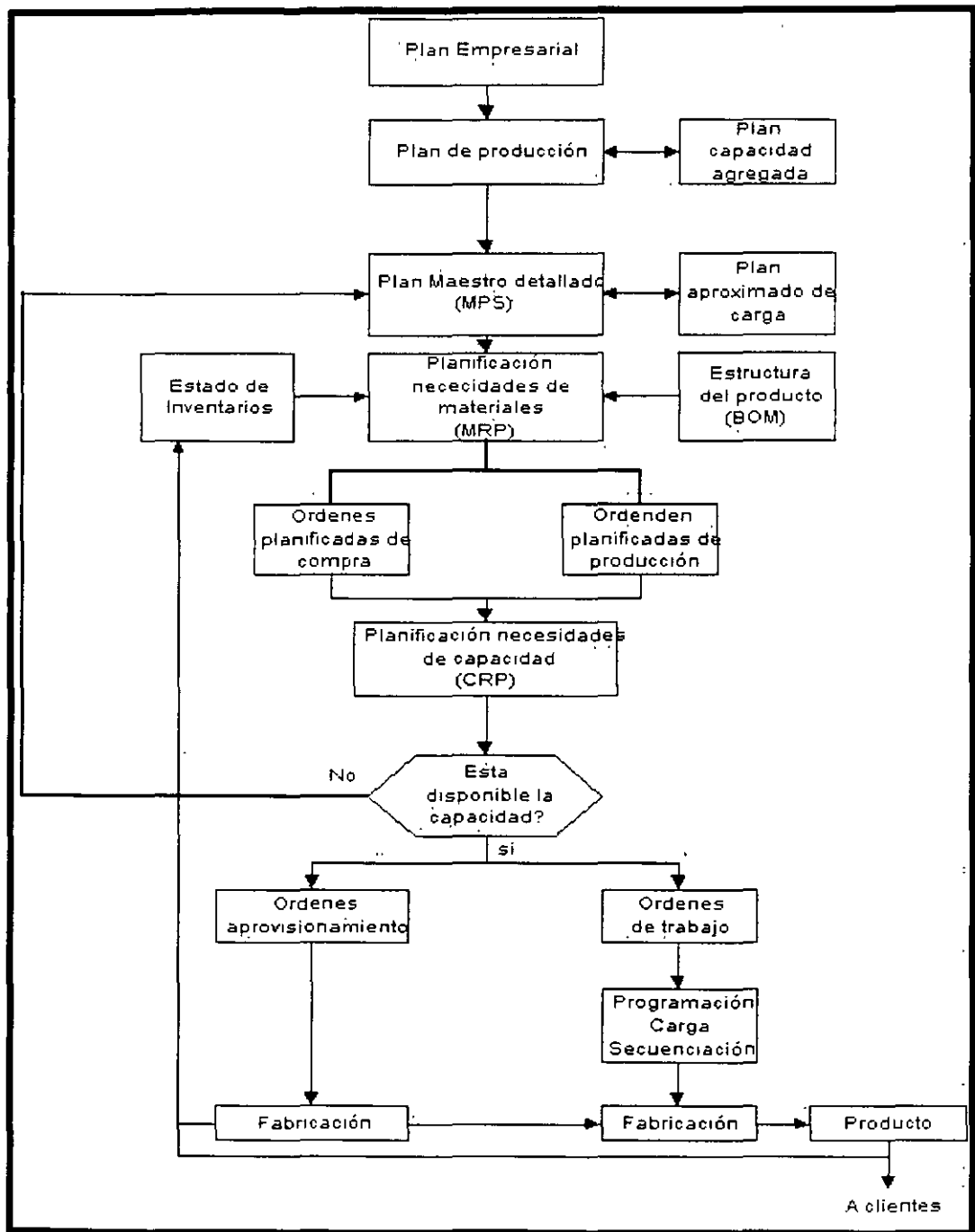
En la figura 4 se representa el procedimiento de elaboración del plan maestro agregado y el plan maestro detallado. La Planificación en ambos niveles sigue el mismo proceso. A partir de las previsiones de la demanda y de la cartera de pedidos se establece un plan de demanda, que sintetiza los datos bajo el mismo formato. A partir del plan de demanda se elabora un plan maestro tentativo, calculándose sus necesidades de carga a partir de los datos técnicos pertinentes.

Figura 4: Procedimiento de elaboración del plan maestro agregado y del plan maestro detallado.



Estas necesidades se comparan con las capacidades disponibles. En caso de que las necesidades sean coherentes con las disponibilidades el plan es factible. No obstante, puede ser interesante efectuar modificaciones en el plan si las disponibilidades superan muy apreciablemente las necesidades. En caso de que sean las necesidades las que en un momento determinado superen las disponibilidades habrá que modificar el plan tentativo, bien reduciendo su volumen global, bien desplazando producción para utilizar disponibilidades sobrantes en los intervalos de tiempo diferentes de aquellos en los que se precisaban inicialmente o, si es posible, modificar las disponibilidades considerando recursos no tenidos en cuenta hasta el momento. En el caso en que existan alternativas, por ejemplo en la obtención de los recursos suplementarios, será posible comparar, a través de una evaluación, varios planes maestros alternativos; esta comparación, de producirse, suele limitarse al plan maestro agregado, que es el marco al que debe adaptarse el plan maestro detallado.

LÓGICA DEL MRP II



Esquema general adaptado de un sistema MRP II. en el diagrama de bloques de la fig se incluyen la mayoría de las funciones asociadas con el MRP II.

Puesta en marcha del sistema MRP

Son miles las empresas que en los últimos años se han propuesto instalar un sistema MRP (Fundamentalmente en EE UU.), pero el porcentaje de las mismas que lo han hecho con éxito no es elevado. De estos fracasos ocurridos puede deducirse que la mayor parte han sido debidos a una serie de factores relacionados con la puesta en marcha, así como a un conjunto de prerrequisitos necesarios para un buen funcionamiento del sistema.

La mayor parte de los autores especializados coinciden en resaltar la importancia de los siguientes elementos:

- Exactitud en los datos de entrada, tanto el programa maestro de producción, como la lista de materiales y el registro de inventarios deben responder a la realidad y mantenerse al día.
- El programa maestro debe ser realista en tres sentidos, pues su ejecución va a depender de la disponibilidad de materiales, de tiempo y de capacidad de recursos. La falta de componentes suele ser un síntoma de la existencia de problemas en algunos de los siguientes procesos: planificación de inventarios (cubrimiento insuficiente de las necesidades netas o tiempo de suministro real superior al previsto), compras (retrasos, calidad, etc.) y/o fabricación (defectos retrasos, falta temporal de capacidad, etc.) En algunos casos será posible actuar sobre los problemas de forma que puedan corregirse y sea posible cumplir el programa maestro de producción; en otros casos ellos no será factible y el MPS deberá ser convenientemente alterado de forma que corresponda a la realidad. Mientras que con los métodos tradicionales esto resultaba difícil o imposible dada la cantidad de elementos e interrelaciones, el MRP lo permite con relativa facilidad.

Del mismo modo, la lista de materiales que guía la explosión de necesidades debe responder la estructura del producto debiendo reflejar cualquier cambio realizable al mismo. En cuanto al registro de inventarios, es necesario tomar conciencia de que los ficheros existentes no suelen estar adaptados a su utilización directa por el ordenador, al cual no deben pasar los errores existentes; además suelen ser bastantes menos precisos de los que es estrictamente necesario para el nuevo sistema.

Aunque los errores no podrán ser eliminados en su totalidad debe tenerse a su minimización, existiendo algunas medidas preventivas en ese sentido; entre ellas (Cook, 1980): (que intentan evitar la entrada de errores en el sistema) detectores (de errores en las entradas principalmente durante la puesta al día) y erradicadores (que pretenden eliminar los errores que han pasado las medidas anteriores).

- Apoyo real por parte de la gerencia, que debe ir más allá del apoyo verbal y pasivo de la aprobación del presupuesto. La gerencia debe participar y sentirse involucrada en el nuevo método, el cual requiere a veces importantes cambios en la forma de actuar dentro de la empresa. Un signo del apoyo marcado es prioridad dada por el proyecto.

Si ésta condición no se da, el sistema está abocado al fracaso.

- Educación adecuada. Está absolutamente probada que el éxito del sistema está directamente relacionado con el grado de conocimiento y comprensión acerca del

mismo sistema existente dentro de la empresa. Si bien al principio es suficiente involucrar en este tema algunos puestos claves, el proceso educativo deberá ampliarse cada vez a más niveles dentro de los usuarios del MRP si queremos que éste proporcione todos los frutos posibles, deberá ser conocido y aceptado no sólo por el departamento de producción, sino por el resto de los departamentos que tengan alguna relación con él, especialmente cuando el sistema se amplíe en forma que estos puedan utilizar sus salidas para mejorar sus funciones. Es claro que un sistema perfectamente diseñado fracasará probablemente si los usuarios no lo comprenden y sino asimilan y aceptan sus propias funciones dentro del mismo.

- Elaboración de un Plan de puesta en Marcha, que muestra las distintas tareas ha llevar a cabo y resalte los aspectos críticos. Dicho plan, que deberá ser seguido fielmente, irá incorporado los posibles cambios acaecidos durante el desarrollo del mismo
- Formación de un Equipo, dirigido por su jefe de proyecto, que se responsabilice de la puesta en marcha. Con el jefe, debe participar como mínimo un analista de software y un especialista en gestión y control de materiales. Además, aunque sólo a tiempo parcial, deberá intervenir personal de fabricación, de ventas, de compras, de contabilidad y de ingeniería

Sin lugar a duda el primero de los elementos mencionados (la exactitud de los datos de entrada (algunos analistas consideran por lo menos una exactitud del 90%) es el más importante; pueden que sin cumplirlo se pueda implementarse el sistema MRP, pero es seguro que fracasará

Tras haber tenido en cuenta los distintos factores mencionados, se pasará a la puesta en marcha, siendo los métodos comunes los siguientes:

- Total, por el cual empieza a utilizarse el nuevo sistema simultáneamente se abandona el antiguo.
- Paralelo, que mantiene los dos sistemas a la vez durante un cierto periodo de tiempo
- Piloto, que consiste en emplear el método paralelo en una parte pequeña de la base de datos para, una vez adquirida experiencia en el nuevo sistema, eliminar el método antiguo y ampliar otros productos.

La elección del método depende fundamentalmente del tamaño de la base de datos, de la disponibilidad de mano de obra preparada y de las diferencias entre el sistema antiguo y el nuevo. En general, es el piloto el método más recomendado.

Es importante resaltar que una buena puesta en marcha no garantiza el éxito posterior del sistema; a veces se comprueba que los resultados obtenidos no son los esperados. Para evitarlo en lo posible y poder efectuar correcciones adecuadas, conviene establecer medidas de las realizaciones desde el primer momento incluyendo el periodo de puesta de funcionamiento que, dependiendo de las empresas suelen dudar de 10 a 36 meses

En relación con la larga duración del periodo de implementación, citado en el párrafo anterior, es interesante comentar que algunos consultores la consideran una de las causas de fracaso en la implementación del sistema MRP. Ello es debido de que sólo al

final del periodo en cuestión empieza a funcionar el módulo MRP, que es el que muestra los beneficios tangibles; mientras tanto el apoyo de la gerencia se va desvaneciendo y, en gran número de ocasiones el nuevo proyecto es abandonado a favor del viejo sistema. Para evitarlo Hall pone una vía rápida para la puesta en marcha basada en la simplificación de algunas de sus etapas

Beneficios obtenidos de la aplicación del MRP

Lógicamente los beneficios derivados de la utilización de un sistema MRP variarán en cada empresa y dependerán de la calidad del sistema antiguo en comparación con el nuevo en la cual incluirá de forma decisiva en el grado de cumplimiento de los factores mencionados.

De las aplicaciones realizadas con éxito se deducen, entre otras las siguientes ventajas:

- Disminución en los stocks, que ha llegado en algunos casos al 50% aunque normalmente es de menor entidad.
- Mejora del nivel de servicio al cliente, o incrementos hasta el 40%
- Reducción de Horas extras, tiempos ociosos y contratación temporal. Ello se deriva de una mejor planificación productiva .
- Disminución de la subcontratación.
- Reducción substancial en el tiempo de obtención de la producción final.
- Incremento de la productividad.
- Menores costos.
- Aumento significativo en los beneficios
- Mayor rapidez en la entrega y en general mejora respuesta a la demanda del mercado
- Posibilidad de modificar rápidamente el programa maestro de producción ante cambios no previstos en la demanda
- Mayor coordinación en la programación de producción e inventarios.
- Mayor rapidez de reprogramación en base a los posibles cambios y en función de las distintas prioridades establecidas y actualizadas previamente.
- Guía y ayuda en la planificación de la capacidad de los distintos recursos
- Rapidez en la detección de dificultades en cumplimiento de la programación
- Posibilidad de conocer rápidamente las consecuencias financieras de nuestra planificación

En una encuesta realizada por Schoroeder, (1981) a un número significativo de empresas , la rotación de inventarios es la que mayor reduce, De acuerdo a los resultados una empresa promedio en los EEUU. invierte 11,8 millones de dólares. la mejora en la rotación de inventarios trae consigo una disminución de 4 millones sobre

la cifra citada, a la que habrá que añadir otros 2,2 millones cuando el sistema sea plenamente utilizado. Si comparamos estos valores con los costos promedios de la instalación del sistema (618,000 \$ para el pleno rendimiento e incluyendo todos los aspectos) observaremos que vale la pena la experiencia , máxime teniendo en cuenta que sólo hemos contrastado los costos con uno de los beneficios potenciales. En la empresa peruana si bien es cierto que las cifras citadas son mucho menores, incluyendo una puesta en marcha aceptable (VOLVO PERÚ S.A. gastó 275.000 \$) la reducción de costos en inventarios mantiene en promedio (proporcional a la inversión en inventarios) los mismos beneficios observados.

MÁS ALLÁ DEL MRP

Podría pensarse que para que funcione el sistema productivo es suficiente efectuar una buena planificación y programación. Estaríamos en un error. Incluso antes de finalizar el plan habrá tenido lugar cambios que harían necesario la adaptación del mismo en un entorno turbulento y cambios como en el que nos desenvolvemos el problema crucial es conseguir rehacer los planes o programas a la velocidad suficiente. La gran cantidad de elementos e interrelaciones existen en gran parte de los sistemas de producción e inventarios han hecho que dicha tarea fueran impensable antes de la aparición del ordenador

En la actualidad los métodos informatizados de la planificación y programación tipo MRP, han significado un cambio en la dirección y gestión productiva, habiendo quedado obsoletas un gran número de técnicas tradicionales. El MRP no representa una solución automática a los problemas de producción e inventarios pero, indudablemente cuando se aplica correctamente funciona y da lugar a beneficios muy significativos. Aunque conceptualmente sencillo está dando lugar a una verdadera revolución en el terreno de la producción, algún autor ha llegado a decir que la informatización de las actividades de programación e inventarios constituyen unos de los avances más significativos en el campo de la dirección de operaciones en los casi 200 años en que han venido funcionando los sistemas de fabricación. En la actualidad, el director de producción e inventarios se convierte en planificador y usuario de los sistemas de información , debiendo generar planes y programas de cuya ejecución sean responsables otros individuos

El éxito de ésta técnica ha hecho que se intente adaptar a empresa de servicios en la que se da las características necesarias para su aplicación en grado suficiente (alimentación, hospitales, servicios eléctricos)

Resulta de interés los esfuerzos realizados para emplear esta técnica en un sistema de control más amplio que desempeñe mayor número de funciones. Uno de estos sistemas es el sistema de Información y Control de Producción PICS (Production Information Control System), de IBM, en el que el MRP representa una parte significativa, aunque fueran desarrollados separadamente. El PICS centraliza los registros de datos necesarios de forma accesible a gran variedad de usuarios, resolviendo el problema de la suspensión de datos e información que suelen dar en los sistemas productivos.

PICS se compone de ocho partes desarrolladas como subsistema independiente, de forma que el usuario puede decidir la forma y secuencia de su puesta en práctica. Estas partes son: previsión de ventas, datos de control de Ingeniería, control de inventarios,

planificación de necesidades, compras, planificación de capacidad, programación de operaciones, control de taller. Este sistema no sólo contiene las entradas del MRP, sino que, mientras que éste termina entrando la programación al personal correspondiente, el PICS la toma, automáticamente envía cada tarea a un determinado centro de trabajo después de haberse asegurado mediante simulación que la asignación en cuestión da lugar a unas cargas satisfactoriamente equilibradas.

Un sistema aun más amplio, también creado por el IBM, es el sistema de información y control de la producción orientada a la información, COPICS (Communication Oriented Production Information and Control System), que supone una ampliación mejorada del anterior. Mediante la utilización de un conjunto de terminales que trabajan en línea se facilita la rápida comunicación de los cambios y excepciones ocurridas sobre el primitivo plan, sugiriendo qué acciones tomar permitiendo simular soluciones alternativas y ayudando al monitor a responder a los mensajes. De esta forma se facilita la rápida respuesta a los posibles cambios, incrementándose de manera notoria la flexibilidad del sistema. Con COPICS se ha dado un paso más para ser factible el empleo de enfoque sistemático dentro de la empresa.

Finalmente quiero hacer mención de que muchos estudiosos especializados consideran como elemento indispensable al MRP II, para evolucionar en la automatización de la fábrica bajo un contexto CIM (Computer Integrated Manufacturing) o fábrica del futuro.

MRP II - JIT

Para esta parte del trabajo se ha incluido un artículo del libro JUSTO A TIEMPO. La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Por Edward J. HAY, en el cual creo que está expuesto en forma clara la relación que existe entre estas dos técnicas y como es que se complementan y aplican:

UNA NUEVA ASOCIACIÓN. JIT - MRP

La planeación de requerimientos de material (MRP) y luego la planeación de recursos fabriles (MRP II) venían evolucionando en los Estados Unidos desde 1960. Mientras tanto, las empresas de avanzada en el Japón impusieron un concepto más integrado de JIT. Lamentablemente, muchas personas han pensado que la MRP y el JIT son dos cosas que compiten y chocan entre sí. Conviene dejar a un lado las controversias. Lo que interesa ahora es entender qué hay detrás de estas dos ideas y reconocer que una y otra son aportes valiosos a una estrategia de producción coherente, y que son conceptos y técnicas enteramente compatibles que bien pueden unificarse para lograr resultados todavía mayores que cuando se aplican aisladamente.

Mientras los japoneses reunían los conceptos JIT en una estrategia de producción coherente, la sociedad APICS en los Estados Unidos reunió las herramientas desintegradas de su disciplina punto de nuevo pedido (PNP), cantidad de pedido económico (CPE), planeación de requerimientos de material (MRP), planeación de requerimientos de distribución (PRD), planeación de requerimientos de capacidad (PRC), control de la fábrica (CF) y otras dentro de una estrategia coherente de planeación, programación y control (MRP II).

Pero antes del advenimiento del JIT en el escenario occidental, no había una estrategia de producción paralela para implantar los rápidos avances en las estrategias de mercadeo y productos. Como consecuencia, no había un marco de producción en el cual se pudiera colgar el MRP II. El personal de recursos técnicos que se ha puesto a disposición del departamento de producción ha sido, con demasiada frecuencia, personal constituido por mecánicos tecnistas que ven las partes del todo pero que no comprenden el tema globalmente ni logran ajustar todas las técnicas y toda la mecánica dentro de un marco conceptual que conduzca a la operación más rentable.

El conflicto entre la MRP y el Kanban (operaciones eslabonadas) es un ejemplo: los planificadores discuten sobre técnicas, dejando de lado el proceso fabril, y no captan cuándo está indicado lo uno o lo otro.

Hay quienes sostienen que el JIT debe suplantar al MRP II. Sin embargo, el MRP II no debe desecharse sino aprovecharse más inteligentemente en relación con el JIT. Gran parte del MRP II se puede simplificar desde su concepción original en los talleres de fabricación por pedidos, a fin de amoldarla al ambiente JIT: el MRP II representa la estrategia de planeación y programación más completa que se haya desarrollado hasta la fecha, y es un complemento necesario para la implantación de una estrategia de producción. Además, muchas funciones del MRP II se necesitan como puentes hacia el ambiente JIT.

Muchas empresas se preguntan si deben poner en marcha el MRP antes del JIT o viceversa, y si están proyectando trabajar con JIT se preguntan si es del caso siquiera aplicar el MRP.

Pienso que el JIT y el MRP se complementan muy bien. Pero recuérdese que el MRP quiere trabajar con el proceso de programación para hacerlo lo mejor posible, mientras que el JIT busca una alteración radical del proceso fabril. Por esta razón, las empresas deben preguntarse por qué quieren implantar el MRP o el JIT, o ambos y entonces pensar en qué orden van a implantarlos.

Si una compañía se está descuadrando me sentiría inclinado a aplicar el MRP, tanto para lograr un control como para impedir que la situación se deteriore más al pedirles a los empleados que efectúen los cambios radicales del JIT.

En cambio, si la empresa está básicamente bajo control pero deseosa de mejorar, lo indicado sería pensar en implantar primero los fundamentos del JIT. Entonces, el sistema MRP que deberá ponerse en marcha será muchísimo más sencillo y de magnitud reducida. De esta manera, la implantación del sistema será menos demorada y menos costosa, y puede servir de ayuda para hacer la transición a un ambiente JIT más completo.

En los conceptos MRP II tradicionales hay tres niveles de programación (en forma simplificada):

Programa maestro: cantidad y fecha para terminar los artículos finales.

Planeación de requerimientos de material: programación de fechas de comienzo y finalización de componentes y materias primas que dependen del plan maestro.

Control en la fábrica; programación de las operaciones que se le hacen a un componente entre las fechas de comienzo y finalización del MRP: también se denomina secuencia de prioridades.

Ahora bien, el JIT hace innecesario ejercer control en la fábrica, ya que las piezas van del comienzo al final en menos de un día. La programación maestra no sólo sigue siendo necesaria en el JIT sino que se hace más refinada. El MRP no desaparece pero si se hace cada vez más sencilla.

En la producción JIT se tiene un programa dedicado a:

Eliminar el saldo disponible, pasando los componentes acabados directamente al siguiente usuario sin que entren ni salgan del almacén.

Eliminar la determinación de tamaños de lotes, reduciendo el aislamiento hasta el punto en que un lote formado por una unidad no genere cargas por el concepto de tiempo de fabricación.

Eliminar las existencias de seguridad, al quitar todas las causas que las hacían necesarias.

Reducir el tiempo de producción, acelerando el paso del producto por la fábrica y eliminando las causas que generan tiempo de traslado y de espera.

Emparejar los requerimientos brutos, fabricando solamente lo que se necesita.

Eliminar cualquier diferencia entre los requerimientos (demanda) y los pedidos (oferta), al eliminar los tamaños de lotes y sincronizar la producción con el programa maestro.

Resultados del MRP en la producción JIT

DISPONIBILIDAD = 0

STOCK DE SEGURIDAD = 0

TIEMPO DE PRODUCCIÓN = 1

TC = 2 Semanas

CP = 1 pieza

periodos	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos dependientes	15	15	15	15	14	13	12	12
Requerimientos independientes	10	10	10	10	10	10	10	10
Requerimientos brutos	25	25	25	25	24	23	22	22

En el cuadro se muestra los resultados del MRP luego de que el JIT ha producido sus efectos. La eliminación de los tamaños de lote en el programa maestro ha emparejado la demanda dependiente. La línea de la demanda (requerimientos brutos) será igual a la línea de la oferta (recibos programados) y los "requerimientos netos" desaparecen.

Al desaparecer el tiempo de producción, el MRP es demasiado lenta para programar, y entra en juego el eslabonamiento de las operaciones en el cual las operaciones se programan unas

a otras ¿ Sigue siendo necesaria la MRP?.

Desde luego que sí. Primero, porque se necesitarán años para alcanzar una eficiencia total (Toyota demoró 15 años) y en ese tiempo se necesitará una buena metodología de programación (MRP II).

En donde el JIT pueda aplicarse completamente, el MRP se simplifica más y sirve de instrumento de transición hasta que su función de programación desaparezca al

hacerse factible el eslabonamiento de operaciones. Pero incluso con una producción JIT completa siempre será necesario generar requerimientos brutos, fraccionando el programa maestro de producción mediante una lista de materiales, con el fin de planear materiales (proveedores) y como aporte a la planeación de la capacidad (producción).

Además, el MRP se diseñó para los talleres de fabricación por pedidos, mientras que el JIT se generó en un ambiente de fabricación repetitiva. Algunas instalaciones o productos que tienen características de los talleres de fabricación por pedidos quizá nunca resulten adecuados para la aplicación plena del JIT.

Todos los programas de computador que se exigen hoy para el MRP precisarán modificaciones. El sistema tendrá que considerar días u horas en sus análisis, y tendrá que calcular los tiempos de producción en otra forma. Tendrá que trabajar sin órdenes de producción y sin depósitos como puntos de control. También tendrá que poder distinguir entre las piezas o productos JIT y los que todavía no los son.

A fin de integrar la producción JIT con el MRP II, los fabricantes tendrán que continuar las actividades de planeación que son parte del MRP II.

Cuando el JIT y el MRP II se pongan en práctica conjuntamente, la programación maestra será más refinada. La planeación de requerimientos de material se simplificará. Además, el control en la fábrica será innecesario. Recuérdese que ni siquiera un JIT perfecto hará nula la utilidad del MRP.

Podemos resumir las principales características que acompañan a estas dos

MRP II	JIT
--------	-----

OBJETIVOS

	MRP II	JIT
	Minimizar stocks Gestión de materiales	Producir instantáneamente Sin despilfarros Calidad perfecta

MÉTODOS

	MRP II	JIT
Informática	Si	No
Planificación	Si	No
Control	No	Si
Simulación	Si	No
Programación	Empujar "push"	Tirar "pull"
Plazo de respuesta	Semanal	Horario

técnicas:

CUADRO COMPARATIVO DE EMPRESAS PERUANAS

EMPRESA	DATOS GENERALES						DATOS TÉCNICOS				
	Giro de la Empresa	Decisión de implantación del MRP II	Clase	Año de implantación	Sistema de Calidad	Capacitación	Revisión del MPS	N. de productos finales	N. de componentes	Niveles en la lista de materiales	Exactitud en los registros
PROCTER & GAMBLE	Productos Domésticos (Detergentes, jabones)	Sistema Totalmente Integrado de trabajo	A	1995	KAIZEN	Integral	Mensual	35	-	2	97%
ASEA BROW BOVERY	Ing. Eléctrica	-	B	-	ISO 9002	Integral	Mensual	-	-	-	-
VOLVO	Ensamble de Camiones y buses	Sistema flexible e Integral de manufactura	B	1997	ISO 9002	Integral	Semanal	10	5250	3	95%
ALICORP	Productos domésticos (alimentos, aceites)	Puente para un sistema JIT	C	1995	ISO 9002	Parcial	Mensual	110	2750	4.5	85%
INRESA	Fabricación de Cocinas y refrigeradoras	Gestión de Stocks e integración	C	1995	-	Área de Producción	Mensual	7	270	3.4	-
FARMAINDUSTRIA	Productos farmacéuticos y perfumería	Control de Stocks	D	-	-	-	Mensual	800	1800	3	90%

NOTA: Los recuadros con (-), no indican que la empresa no posea la característica mencionada, sino que no se cuenta con esa información.
Fuente: Entrevista a los Jefes de Planeamiento, Materiales y/o Logística de las empresas (Agosto de 1997).

CONCLUSIONES

- El MRP I (sobre todo el MRP II) constituye un sistema casi completo de gestión de la producción cuyos puntos fuertes se encuentran principalmente en la planificación.
- El MRP II es un desarrollo evolutivo del MRP I que exige mayor disciplina y fiabilidad de datos, así como una mayor integración de las áreas funcionales de la empresa.
- El MRP II al igual que JIT, se basan en ideas sencillas y aplicadas en el entorno adecuado dan buenos resultados.
- Tanto el MRP II como el JIT no son antagónicos ni tampoco son la panacea aplicable a todos los casos, necesitan de ciertas condiciones para su aplicación, y en muchos casos producen mejores beneficios juntos que de forma aislada.
- La utilización de los sistemas MRP (MRP I, MRP II) en el Perú, si bien es cierto que es reciente, se está dando, y en muchos casos con buenos resultados (ver resultados de las entrevistas).
- Los sistemas MRP (MRP I, MRP II) es aplicable a empresas, en donde los artículos terminados son producidos a partir de muchos subcomponentes que dependen de la demanda de ensambles y materiales, dentro de una secuencia estable y conocida de integración del producto.
- El MRP I – MRP II resulta especialmente útil en las operaciones complejas, en donde nuevas órdenes de los clientes llegan para una gran variedad de productos y donde las órdenes de taller para diversas partes y componentes se encuentran en diferentes etapas de terminación.
- Los cálculos que desarrolla el sistema no son excesivamente complejos, pero lo que sí lo hace complicado es la gran cantidad de datos a manejar, en necesario contar con un ordenador y software adecuado.
- La información de entrada (INPUTS) al sistema debe ser lo mas precisa y confiable posible, ya que este procesa los datos por el sistema GIGO (Garbage in garbage out), y que la información que sale (OUTPUTS) no puede ser mejor que los datos que se le suministra.
- Uno de los puntos débiles de los sistemas MRP (MRP I MRP II) es la calidad, este no contempla un módulo específico para ello, las empresas en el Perú que vienen aplicando los sistemas MRP tienen en su mayoría aplican una política de Calidad Total, que complementa esta debilidad natural del MRP, es recomendable tener en cuenta esta consideración para toda aquella empresa que pretenda utilizar los sistemas MRP.
- Debe quedar en claro que el MRP II no es un sistema informático más, que facilita la gestión de producción, sino, que es toda una disciplina de procedimientos de planeación de la manufactura, con un soporte informático (la computadora es solo una herramienta que lleva a la práctica esta teoría que se concibió mucho antes de la aparición del ordenador, pero que sin su ayuda no hubiese sido posible tenerlo trabajando en las empresas).
- Los sistemas MRP (MRP I, MRPII) no son aplicables a las empresas de servicios (en el Perú, no existen empresas de servicios que utilicen estos sistemas). Esto básicamente porque la concepción de estos sistemas fue para la empresa de manufactura, pero debido al auge de estos sistemas se están tratando de adaptar los conceptos de esta teoría a estos tipos de empresa (principalmente en los EE UU.).

Inicialmente los sistemas MRP (MRP I, MRPII) , están concebidas para la gran empresa; esto basicamente por el volumen de información que es capaz de manejar y los altos costos de implantación, (que aunque se han reducido notoriamente desde su aparición, principalmente por el desarrollo de los ordenadores, sigue siendo "elevado"). Esta tendencia es notoria en el Perú (las empresas entrevistadas son consideradas como líderes en su sector, y muchas son de firmas extranjeras). Creo que los sistemas MRP en su concepción básica sería un factor determinante en alcanzar ventajas competitivas para las medianas y pequeñas empresas en el Perú, especialmente para esta última que definitivamente sería el gran paso para formalizar sus estructuras productivas con una herramienta que ha demostrado comprobados beneficios. No se necesita, para este tipo de empresa software completos y caros sobre el MRP, al respecto , existe en el mercado paquetes informáticos de Investigación de Operaciones que contemplan entre sus bondades el procedimiento del MRP y de costo relativamente bajos para su adquisición , por ejemplo se tiene al STORM V.2.0 que tiene una aceptable capacidad en cuanto a volumen de información (suficiente para una pequeña empresa), y que bien podría usarse. Una desventaja acerca de esto sería la flexibilidad, pero para lograr considerables ventajas en este sector , creo es suficiente. Otra alternativa sería desarrollar un programa informático , que se adecue a las necesidades de la empresa, pero esto requeriría bastante cuidado en su elaboración y de un programador experto .

Consideraciones

finales

Sea con el MRP II o con otra técnica de gestión, creo que debemos apurarnos en transformar nuestras empresas en unidades productivas flexibles y competitivas. la mayoría de las empresas entrevistadas han implantado sus sistemas MRP a partir de 1995, y si ha esto agregamos que muchas de ellas son empresas líderes (ALICORP, ABB, VOLVO,...), deberíamos de preocuparnos, más , aún teniendo en consideración que estas técnicas son relativamente nuevas (El MRP se estuvo aplicando en EEUU desde 1975 y el JIT demoró 15 años en desarrollarse en el Japón), Pero aún mayor preocupación causa el hecho de que el conocimiento sobre estas técnicas, son de escasa difusión en el ambiente académico, deberíamos de tratar de avanzar con mayor rapidez, y más que traer tecnología del exterior, mejor adaptarla esta a nuestra realidad, capacitando para ello nuestro recurso humano, a la par que renovamos nuestras empresas. No podemos ni debemos quedarnos atrás